R9年度 QSTスチューデントリサーチャー 公募研究課題一覧

No	研究分野	公募研究課題名	研究の概要 （最大500字）	受入拠点	放射線管理区域内での作業有無	受入部署	受入担当者	電話（外線）	e-mail	定員	備考
1	量子技術イノベーション	量子ビット・単一光子源形成のための決定論的ナノスケール単一イオン注入技術の開発	半導体中の不純物イオン（Pドナーや遷移金属、希土類元素）は、その電子準位を高度に制御することによって、量子技術における基本構成要素である単一光子源や量子ビットとして用いることができる。本研究では、単一イオンをナノメートルスケールの位置精度で確実（決定論的に）に注入するための研究開発を行う。これにより、これまで為し得なかった「半導体内に量子ビット・単一光子源をナノメートル精度で自由自在に配置する」ことを実現する。さらに、本イオンビーム技術を用いて、注入イオンをナノ構造・デバイス構造と結合させることで、新規高輝度単一光子源の開発を行う。	高崎地区	有	高崎量子技術基盤研究所 量子機能創製研究センター 希土類量子デバイスグループ	佐藤 真一郎	027-335-8459	sato.shinichiro2@qst.go.jp	1名	
2	量子技術イノベーション	スピンフォトニクスへの展開に向けた二次元材料の研究	原子が層状に結合した二次元材料は、その極限的な薄さや特徴的な電子構造から、原子層内のスピンの状態を光や電場により高効率に制御できるユニークな量子スピン制御機能の実現が期待される。本研究では、グラフェンやカルコゲナイドなどの二次元材料およびそれら複合構造のスピン特性を電子スピン共鳴や放射光により解明し、材料・デバイス構造の最適化などの研究を進めることで、光や電場によるスピン制御の手法を確立する。これにより、現中長期計画において当グループが推進するスピンフォトニクスの技術基盤を構築する。	高崎地区	有	高崎量子技術基盤研究所 量子機能創製研究センター スピンフォトニクス量子物性機能グループ	境 誠司	027-335-8435	sakai.seiji@qst.go.jp	1名	
3	量子技術イノベーション	光でスピンを制御する新奇磁性材料の研究	本研究では光電融合デバイスなど光を用いた次世代情報技術への展開を目的に、光によりスピンの向きを制御可能な新奇磁性材料の研究を行う。最先端の薄膜作製技術により多層構造の人工磁性体やフェリ磁性合金など磁性材料を合成し、レーザーや放射光といった量子ビーム技術を用いてスピンの状態や光に対する応答を調べることで、光パルスによりスピンの向きを高速・低エネルギーで制御可能な新奇光スピン制御材料を開発する。これにより、現中長期計画において当グループが推進するスピンフォトニクスの技術基盤を構築する。	高崎地区	有	高崎量子技術基盤研究所 量子機能創製研究センター スピンフォトニクス量子物性機能グループ	李 松田	027-335-8356	li.songtian@qst.go.jp	1名	
4	量子技術イノベーション	量子光学手法を用いた電子線励起発光による量子材料のナノスケール評価と探索	電子線によって励起される発光（カソードルミネッセンス：CL）は、電子顕微鏡の高い空間分解能と発光計測を組み合わせることで、材料やナノ構造の光学特性をナノスケールで評価できる手法である。これまでにQSTでは、量子光学手法となる光子相関計測をCLへ導入し、発光の量子性だけでなく、発光寿命や励起・緩和過程などの様々な特性をナノスケールで捉えられることを明らかにしてきた。本研究では、この量子光学手法を用いたCLを活用・発展させ、ダイヤモンドNVセンターに代表されるスピン発光中心、遷移金属ダイカルコゲナイドなどの原子層物質、半導体量子ドットといった量子材料や、それらを金属ナノ構造と結合させた量子光デバイス構造へと適用し、レーザーを用いた通常の評価では困難なナノスケールでの基礎評価と探索を行う。電子線による局所励起と量子光学計測を組み合わせることで、量子発光の起源やナノ構造との相互作用を明らかにし、新しい量子材料および量子光デバイスの創製に向けた基盤構築を目指す。	高崎地区	無	高崎量子技術基盤研究所 量子機能創製研究センター 量子材料機能化グループ	秋葉 圭一郎	027-335-8512	akiba.keiichiro@qst.go.jp	1名	
5	量子技術イノベーション	荷電粒子トラップ・レーザー冷却技術によるイオンの運動や量子状態の制御に関する研究	荷電粒子を電磁場中に捕捉するイオントラップは、レーザー冷却技術と組み合わせることで、量子情報処理や精密分光、ビーム・プラズマ物理研究等の有用なプラットフォームである。当グループでは、イオントラップ・レーザー冷却技術を基に、RIを用いた量子情報処理や、加速器技術と組み合わせた精密イオン注入に係る研究を行っている。本研究では、原子およびイオンの生成や捕捉、冷却、イオンの運動や量子状態の制御等の研究開発を行う。	高崎地区	有	高崎量子技術基盤研究所 量子機能創製研究センター レーザー冷却イオングループ	百合 庸介	027-335-8471	yuri.yosuke@qst.go.jp	1名	
6	量子技術イノベーション	量子もつれ可能なダイヤモンドNV多量子ビットの応用研究	本研究は、QSTの独自技術である有機分子イオン注入を用いて形成したダイヤモンドNV多量子ビット配列を活用し、量子情報デバイスおよび量子センシングへの応用を目指すものである。具体的には、光または電気的制御による高忠実度量子もつれ生成技術の開発や、多量子ビット系の量子制御技術の研究を行う。また、量子もつれはダイヤモンド内部のNV多量子ビット間に限らず、外部スピンとの磁気双極子相互作用を活用することで、新たな量子センシングや量子情報技術への展開が期待される。本研究では、単一NVセンターを用いた外部スピン計測や相互作用解析、DEER測定等によるスピン位置推定、スピンハミルトニアンに基づくシミュレーションなどにも取り組む。	高崎地区	無	高崎量子技術基盤研究所 量子機能創製研究センター 量子材料機能化グループ	小野田 忍	027-335-8434	onoda.shinobu@qst.go.jp	1名	
7	量子技術イノベーション	スピンフォトニクス光電融合に向けた半導体電子スピン波の生成と制御	半導体中で電子スピンの向きが空間的に周期変化する「電子スピン波」は、その波長や位相を情報として利用できる新たな情報担体である。本研究では、スピンの緩和が抑制される永久スピン旋回状態を活用し、電子スピン波の生成・制御・検出技術を開拓する。GaAs系量子井戸を中心に、光の偏光と空間分布を制御してスピン空間構造を形成し、時間・空間分解磁気光学測定および電気伝導測定により、スピン寿命、伝搬特性、スピン軌道相互作用の関係を明らかにする。電場やデバイス形状による波長・位相・伝搬の制御、複数の電子スピン波の多重生成と個別検出に取り組み、光情報を半導体内のスピン状態へ変換する基盤技術を構築する。さらに、SnSなどの二次元半導体やその積層構造における長寿命スピン状態を探索し、電子スピン波を利用する材料系の拡張を目指す。これらを通じて、光と電子スピンを融合した低消費電力の情報変換・並列処理の動作原理を探求する。本課題では、試料・デバイス作製、光学・電気計測、スピン拡散モデルによる解析を取り組む。	仙台地区	無	高崎量子技術基盤研究所 量子機能創製研究センター 光スピン量子制御グループ	好田 誠	022-795-7316	kohda.makoto@qst.go.jp	1名	高崎地区（播磨）の課題として実施する。（仙台地区にて受入れ）
8	量子ビーム科学	微小領域を狙うマイクロビーム技術・先進イオン源の研究開発	イオンビームは、材料の分析・改質、半導体や量子デバイスの開発、生命科学など、幅広い先端研究を支える基盤技術である。ビームを細く集束すれば微小な領域を選んで加工したり、分析したりすることができる。さらに、物質への作用が異なる多様なイオンを利用することで、新たな機能の付与や特性の評価が可能となる。本研究では、高崎量子技術基盤研究所のイオン照射研究施設TIARAにおいて、次のいずれかのテーマに取り組む。 （1）イオンビームをマイクロメートル以下に集束するマイクロビームの形成・利用技術の高度化。 （2）レーザーアブレーションを用いたイオン源の開発や、イオン源内部のプラズマからビームの状態を捉える研究など、イオン源技術の高度化。	高崎地区	有	高崎量子技術基盤研究所 先進ビーム利用施設部 ビーム技術開発課	柏木 啓次	027-335-8423	kashiwagi.hirotsugu@qst.go.jp	1名	
9	量子ビーム科学	二次電子制動放射線による粒子線照射領域のリアルタイム可視化技術の開発	量子メスに代表される粒子線治療は、腫瘍に線量を集中させて正常組織への影響を抑えられる一方、治療中に腫瘍や周辺臓器の形状が変化すると照射領域にずれが生じ得るという課題がある。そのため、治療精度をさらに高めるには、照射領域をリアルタイムで捉えるイメージング技術が不可欠である。RIイメージングプロジェクトでは、粒子線治療中に発生する二次電子制動放射線（SEB）を計測し、体内の照射領域を可視化する独自技術を開発している。これまでに、商用PET装置等で実績のあるシンチレーション結晶を検出器に用いたSEBカメラを開発し、ファントム照射実験において高い信頼性と時間応答性能を確認している。現在、QST病院と緊密に連携し、このSEBカメラを用いた臨床研究、さらにその先の実用化に向けた研究開発を実施している。本研究では、高崎研での開発と実験やQST病院での臨床試験において、計測から画像再構成・データ解析まで一貫して取り組むスチューデントリサーチャーを募集する。放射線計測技術と画像データ等の解析技術の両分野に関心を持つ、意欲ある学生を歓迎する。	高崎地区	有	高崎量子技術基盤研究所 量子バイオ基盤研究部 RIイメージングプロジェクト	山口 充孝	027-335-8806	yamaguchi.mitsutaka@qst.go.jp	1名	

R9年度 QSTスチューデントリサーチャー 公募研究課題一覧

No	研究分野	公募研究課題名	研究の概要 （最大500字）	受入拠点	放射線管理区域内での作業有無	受入部署	受入担当者	電話（外線）	e-mail	定員	備考
10	量子ビーム科学	量子ビームを活用した宇宙生命科学研究	人類の宇宙での活動を実現するためには限られた資源と宇宙という特殊な環境下で安定して機能する循環型生活の樹立が不可欠である。このため、人類を含めた複数の生物が相互作用しながら物質循環を維持する「自律的生態循環システム」の構築に成功するかどうかが、今後の宇宙開拓のスピードを左右すると言っても過言でない。本研究では、このような自律的生態循環システム構築のための第1歩として、循環システムの機能生物種の候補となりうるいくつかの植物・微生物の模擬宇宙環境に対する応答性を解析する。具体的には、培養した生物を、宇宙放射線・低重力環境・模擬レゴリスなどに曝露し、栄養成長フェーズにおける影響を解析すると共に、有性生殖フェーズに与える影響や数世代を継体培養した際の形質やゲノムに与える影響などを解析する。これらにより、宇宙環境下における生態システムの構築を後押しする重要な基礎データを取得する。	高崎地区	有	高崎量子技術基盤研究所 量子バイオ基盤研究部 量子バイオ技術応用プロジェクト	坂本 綾子	027-335-8791	sakamoto.ayako@qst.go.jp	1名	
11	量子ビーム科学	線虫の環境ストレス耐性に関する研究	生物を取り巻く環境は多様化・複雑化しており、過酷な環境下においても生存や機能維持を可能とする環境ストレス耐性強化技術の重要性が高まっている。QSTでは、線虫が有する極めて高い放射線耐性に着目し、さまざまな環境ストレスに対する耐性機構の解明に取り組んでいる。本研究では、複数の環境ストレスに対する耐性が両立し得るかを明らかにすることを目的とする。具体的には、高温や乾燥などの環境ストレスに対して耐性を獲得した線虫において、本来有する放射線耐性が維持されるかを検証する。これにより、異なる環境ストレス耐性間の関係性を明らかにするとともに、複数の環境ストレスに対して高い耐性を有する生物の創出に向けた技術基盤の確立を目指す。	高崎地区	有	高崎量子技術基盤研究所 量子バイオ基盤研究部 量子バイオ技術応用プロジェクト	鈴木 芳代	027-335-8831	suzuki.michiyo@qst.go.jp	1名	
12	量子ビーム科学	相対論的透過現象による高効率炭素線発生・超高強度レーザー駆動200MeV陽子線と100MeV/u級炭素線発生の制御手法の確立	レーザー駆動型イオン加速手法による小型の医療用加速器の実現が切望されている。世界では、全光型の医療用加速器の実現を目指し、陽子線・炭素線の高エネルギー化の研究が精力的に行われている。受入担当者らは、相対論的透過現象を用いた、エネルギー個数ともに高効率のイオン加速に成功したが、応用に資する際に必要な安定発生というレベルには至っていない。相対論的透過現象が起こった際に透過してくる光の空間パターンと加速された陽子線のエネルギーとの間に系統的な関係があることを用い、計測された透過光の空間パターンがどのような物理的背景で変化するのかを明らかにするとともに、透過光の空間パターンからレーザーパラメータにフィードバックをかけ、イオンのエネルギーを医療応用に必要なレベルにまで引き上げること、及び、安定発生を図るという世界で初めての試みに挑戦する。この研究が成功すれば、小型の全光型医療用加速器の実現に大きなブレークスルーとなる。	関西地区（木津）	有	関西光量子科学研究所 光量子ビーム科学研究部 先端レーザー科学研究グループ	西内 満美子	0774-80-8739	nishiuchi.mamiko@qst.go.jp	1名	
13	量子ビーム科学	レーザー駆動相対論的陽子ビーム源の開発	高強度レーザーを用いた粒子加速により、光速に近い速度で運動する「相対論的陽子」を発生させる新しい量子ビーム源の開発を行う。我々は、レーザーによって100メガ電子ボルト程度まで初期加速した陽子を、さらにレーザー航跡場によって追加加速する「二段加速」の手法を用いることで、現在の高強度レーザー技術によって陽子をギガ電子ボルト級の相対論的エネルギー領域まで加速できる可能性を見出している。本研究では、この二段加速機構の解明と高エネルギー化に取り組み、相対論的陽子ビームの発生を目指す。本手法によって生成される陽子ビームは、狭いエネルギー幅と極めて短いパルス幅を併せ持つと期待され、従来にない特性を有する量子ビーム源として、新たな科学・産業応用への展開が見込まれる。	関西地区（木津）	有	関西光量子科学研究所 光量子ビーム科学研究部 先端レーザー科学研究グループ	福田 祐仁	0774-80-8682	fukuda.yuji@qst.go.jp	1名	
14	量子ビーム科学	レーザー加速によるウンルー効果の検証	光すら脱出できない事象の地平面を有するブラックホールに量子効果を取り入れることで，光子等が地平面外に放出されるホーキング放射が予想されている．これを契機として情報損失問題が生じているが，その放射温度はブラックホール質量に反比例するため一般に低く，観測検証は困難である． その中で，等価原理からホーキング放射と結ばれるウンルー効果が加速度系から期待される．ボソンである光子から成るレーザーはそのエネルギー集中性に優れ，荷電粒子に対して高い加速度を与えられ，その検証が期待できる．本研究では，レーザー加速を用いて高い加速度場を形成・計測する手法を確立して，検証を目指すとともに，測定に向けた理論的基盤や背後にある理論的構造の解明も進めている．実験系SRはレーザー加速の加速場構造の診断や加速粒子からの電磁放射計測等を主体的に取り組む．あるいは理論系SRには古典放射と量子放射の関係や加速粒子と電磁波放射の相互作用等について調べ，量子情報理論も併用しながらその量子もつれ構造解明に取り組む．いずれもレーザープラズマから曲がった時空の量子場といった分野横断的研究を切り拓く力を身につけていくことが期待される．	関西地区（木津）	有	関西光量子科学研究所 光量子ビーム科学研究部 レーザー誘起量子場研究プロジェクト	近藤 康太郎	0774-80-8761	kondo.kotaro@qst.go.jp	1名	
15	量子ビーム科学	レーザー駆動単発イオン・ルミネッセンス法の確立	高放射線環境に置かれた固体材料では、高エネルギーイオンの衝突によってピコ秒程度の極短時間に原子衝突カスケードが発生し、多数の格子欠陥が形成される。この初期損傷過程は主にシミュレーションによって予測されているが、欠陥の生成・消滅過程やその生成量を実験的に解明することは、いまだ大きな課題となっている。本研究では、新たに開発されたレーザー駆動極短パルスイオンビームを利用し、照射直後の発光応答から材料内部の欠陥生成過程を探る「レーザー駆動イオンビーム励起ルミネッセンス計測システム」の開発を行う。スチューデントリサーチャーは、高速分光計測システムの構築、極短パルスイオン照射実験、発光スペクトル・時間応答の解析や、同一材料を対象とした超高圧電子顕微鏡によるカソードルミネッセンス計測の光の波長および発光時間の結果とイオンビーム励起ルミネッセンスの光の波長と発光時間とを比較し、イオン照射と電子線照射による欠陥生成・発光機構の違いの調査などに主体的に取り組む。これらの研究を通じて、レーザー駆動イオンビーム、放射線照射実験、高速光計測・分光技術、材料の欠陥物理、実験データ解析に関する実践的な研究スキルを習得し、従来は実験的な検証が困難であった放射線損傷の初期過程の解明に挑戦する。	関西地区（木津）	有	関西光量子科学研究所 量子応用光学研究部 レーザー駆動イオン加速器開発プロジェクト	榊 泰直	0774-80-8683	sakaki.hironao@qst.go.jp	1名	
16	量子技術イノベーション	超高速分子内電子ダイナミクスの観測	高強度極短レーザーパルスを用いて、気相あるいは凝縮相の分子を対象とした超高速分子・電子ダイナミクスを観測し、光励起ダイナミクスの詳細を解明する。具体的には、極短パルス光源、波形制御技術および波形計測装置の開発、時間分解光電子・光イオン同時3次元運動量画像計測、時間分解反射・透過スペクトル計測等を行い、レーザーに誘起される電子励起・イオン化ダイナミクスの観測や電子再衝突に誘起される解離ダイナミクスの観測、あるいは凝縮相の分子を対象とした電子励起生成ダイナミクス等の実時間計測を行う。	関西地区（木津）	無	関西光量子科学研究所 量子応用光学研究部 超高速電子ダイナミクス研究プロジェクト	遠藤 友随	0774-80-8903	endo.tomoyuki@qst.go.jp	1名	
17	量子技術イノベーション	極短パルス光源開発と超高速計測	アト秒時間スケールの電子の動きやフェムト秒時間スケールの分子振動や格子の動きを実時間追跡し、励起ダイナミクスを明らかにするため、テラヘルツ、中赤外から軟X線に渡る様々な波長領域の極短パルス光源の開発と、それらの極短パルスを用いた量子固体材料や生体関連物質などの光励起状態の超高速計測を行う。	関西地区（木津）	無	関西光量子科学研究所 量子応用光学研究部 超高速電子ダイナミクス研究プロジェクト	板倉 隆二	0774-80-8687	itakura.ryuji@qst.go.jp	1名	
18	量子技術イノベーション	オペランド顕微電子分光による量子マテリアルの電子・スピン状態と外場応答の解明	本研究は、NanoTerasu BL06Uのマイクロ・ナノ集光角度分解光電子分光装置を用い、磁場・電流・電圧印加下で量子マテリアルの電子・スピン状態を空間分解して観測するオペランド顕微電子分光技術を開拓する。磁場印加下の計測を基盤に、電流・電圧印加へと拡張するための試料・デバイスおよび測定手法を開発し、外場によるバンド構造やスピン偏極の変化、動作中の局所的な電子状態を捉える。試料・デバイス作製と分光計測を連携させ、量子マテリアルの外場応答とその微視的機構の解明を目指す。	仙台地区	無	関西光量子科学研究所 放射光科学研究センター 量子物性情報計測プロジェクト	岩澤 英明	022-785-9444	iwasawa.hideaki@qst.go.jp	1名	関西地区（播磨）の課題として実施する。（仙台地区にて受入れ）

R9年度　QSTスチューデントリサーチャー　公募研究課題一覧

No	研究分野	公募研究課題名	研究の概要 （最大500字）	受入拠点	放射線管理区域内での作業 有無	受入部署	受入担当者	電話（外線）	e-mail	定員	備考
19	量子技術イノベーション	軟X線スピン分解ARPESによる低次元磁性材料の電子・スピン構造と磁性の解明	本研究は、NanoTerasu BL06Uの軟X線スピン・角度分解光電子分光装置を用い、低次元磁性材料の電子状態と磁性の関係を明らかにすることを目的とする。スピン分解ARPES装置の整備・高度化を推進するとともに、磁性薄膜試料を対象に、バンド分散とスピン偏極を対応づけて測定し、磁性を担う電子状態やスピン軌道相互作用の役割を解明する。薄膜の組成・膜厚・磁化方向などと電子・スピン構造の関係を系統的に調べ、薄膜化や界面形成に伴う磁気特性の変化の微視的起源を探る。また、試料表面の清浄性確保、磁化状態の制御、測定条件の最適化、スピン分解データの解析に取り組み、磁性薄膜の評価手法を確立する。これらを通じて、スピントロニクス材料の設計・高機能化に資する知見を得る。	仙台地区	無	関西光量子科学研究所 放射光科学研究センター 量子物性情報計測プロジェクト	岩澤　英明	022-785-9444	iwasawa.hideaki@qst.go.jp	1名	関西地区（播磨）の課題として実施する。（仙台地区にて受入れ）
20	量子ビーム科学	放射光その場計測・コヒーレントX線イメージング技術の開発と酸化物半導体結晶成長過程の解明	酸化ガリウムをはじめとする酸化物半導体は、次世代パワーデバイス材料として大きな期待を集めている。本研究では、大型放射光施設SPring-8を利用し、その場X線回折による結晶成長過程のリアルタイム観察とコヒーレントX線イメージングによる結晶内部の歪みや欠陥構造の可視化を通じて、高品質結晶の形成メカニズムの解明を目指す。スチューデントリサーチャーは、放射光実験への参加、回折・イメージングデータの解析、結晶成長モデルの構築に主体的に取り組む。これらの研究活動を通じて、量子ビームを活用した先端計測手法やデータ解析技術を習得するとともに、研究課題の設定から実験、解析、考察までを一貫して遂行する能力を養う。また、本研究は酸化物半導体研究への応用に加え、SPring-8-IIの高輝度・高コヒーレンス放射光を活用した次世代その場計測技術およびコヒーレントX線イメージング技術の高度化に貢献し、量子ビーム科学の発展を支えることが期待される。	関西地区（播磨）	有	関西光量子科学研究所 放射光科学研究センター コヒーレントX線利用研究グループ	佐々木　拓生	0791-27-2301	sasaki.takuo@qst.go.jp	1名	
21	量子ビーム科学	コヒーレントX線を活用した量子グレードCVDダイヤモンドウェハの放射光精密構造解析	NV量子センサは、微弱磁場や温度を高感度に計測できる次世代量子センシングデバイスとして期待されている。その実用化・普及には、センサ感度の向上に加え、面内均一性に優れた高品質な量子グレードCVDダイヤモンドウェハの作製プロセス確立が不可欠である。本研究では、SPring-8のコヒーレントX線を活用したCVDダイヤモンドの精密構造解析により、ミリメートルからナノメートルスケールにわたる応力分布の三次元イメージングと表面構造評価を実施する。スチューデントリサーチャーは、放射光実験への参加や回折・イメージングデータ解析に主体的に取り組み、ダイヤモンド結晶品質と内部応力の関係解明を通じて、量子グレードCVDダイヤモンドの材料設計および成長プロセス最適化に貢献する。さらに、本研究はCVDダイヤモンドウェハ開発への応用にとどまらず、SPring-8-IIの高輝度・高コヒーレンス放射光を活用した次世代コヒーレントX線イメージング技術の高度化にも寄与し、量子ビーム科学の発展を支える学術基盤の構築につながることが期待される。	関西地区（播磨）	有	関西光量子科学研究所 放射光科学研究センター コヒーレントX線利用研究グループ	佐々木　拓生	0791-27-2301	sasaki.takuo@qst.go.jp	1名	
22	量子ビーム科学	先進的磁気分光手法の開発と磁性・スピントロニクス材料への応用	磁性・スピントロニクス材料の機能を理解するためには、電子・スピンの静的な磁気状態だけでなく、その動的な振る舞いを明らかにすることが重要である。本研究では、NanoTerasuにおける軟X線・テンダーX線磁気円二色性（XMCD）分光やX線強磁性共鳴（XFMR）分光、実験室におけるブロードバンド強磁性共鳴（FMR）分光などの先進的な磁気分光手法を活用し、磁性・スピントロニクス材料の磁気特性や磁気ダイナミクスに関する研究を行う。 本課題の応募者は、自身の専門性や興味を踏まえ、受入担当者との議論を通じて具体的な研究課題を設定し、磁気分光実験、データ解析および得られた結果の物理的考察に主体的に取り組む。これらの研究を通じて、磁性・スピントロニクスに関する知識に加え、放射光分光や磁気共鳴を用いた先端計測、計測インフォマティクスを含むデータ解析、課題設定から考察までの一連の研究遂行能力を養う。	関西地区（播磨）	無	関西光量子科学研究所 放射光科学研究センター 先進分光研究グループ	上野　哲朗	0791-27-2173	ueno.tetsuro@qst.go.jp	1名	
23	量子ビーム科学	新規水素貯蔵材料の探索のためのAIを活用した放射光データの自動解析技術の開発	軽量かつ低コストな水素貯蔵材料の実現を目指し、新規材料の探索研究を進めている。材料合成条件の最適化にあたっては、放射光粉末X線回折によるその場観察を活用し、合成反応に伴う結晶構造変化を直接捉えることで、水素化反応が進行する温度・圧力条件や反応メカニズムの解明を行っている。また、近年はデータ科学を取り入れることで、材料探索のさらなる高速化・高効率化にも取り組んでいる。 本公募課題では、高温高圧水素雰囲気下で取得した放射光その場観察データを対象として、AIを活用した自動解析技術の開発に取り組む。従来、この種のデータ解析には放射光計測や結晶構造解析に関する高度な専門知識が必要であったが、本研究ではAIによる解析支援を実現することで、専門家でなくても一定レベルの解析を行える環境の構築を目指す。これにより、データ解析の効率化と研究の裾野拡大を図るとともに、新規水素貯蔵材料の探索加速に貢献することが期待される。 なお、本課題の遂行にあたっては、放射光計測、高温高圧実験、データ科学のいずれかの経験を有することが望ましいが、関連分野への強い興味と主体的に研究へ取り組む意欲があれば、経験の有無は問わない。	関西地区（播磨）	有	関西光量子科学研究所 放射光科学研究センター 水素材料科学研究グループ	齋藤　寛之	0791-27-2039	saito.hiroyuki@qst.go.jp	1名	
24	量子技術イノベーション	精密構造生物学による分子論的解析	疾患等に密接に関連するタンパク質を対象とし、複数の量子ビーム技術を組み合わせた構造生物学的アプローチにより対象の生体分子の構造情報を原子レベルで詳細に決定する。さらに、計算科学や他の実験手法により得られた機能解析結果を統合することで、生体分子の分子動態やタンパク質が関与する化学反応を理解し、創薬等につながる有用分子を創製することを目的とする。	千葉地区	有	量子生命科学研究所 量子生命構造グループ （構造生物学チーム）	玉田　太郎	043-382-4298	tamada.taro@qst.go.jp	1名	
25	量子技術イノベーション	タンパク質量子センサの量子応答機構解明と細胞内局所計測への展開	本研究では、遺伝子発現型タンパク質量子センサを基盤に、量子応答機構の解明から細胞内局所環境の定量計測、疾患機構解析までを一貫して進める。構造解析および高時間分解能吸収分光により、プロトン・イオンとの相互作用や光励起後の電子・スピン状態変化を解明する。さらに、ODMRやパルス量子計測の高度化と局在制御ベクターの開発により、細胞内小器官や膜内外を選択したバックグラウンドフリー計測を実現する。pH、イオン、磁場などのマルチパラメータ計測へ展開し、細胞内局所環境の変化と細胞機能・疾患との関係を定量的に明らかにする。	千葉地区	有	量子生命科学研究所 量子生命システムグループ （量子バイオエンジニアリングチーム）	石綿　整	043-206-3145	ishiwata.hitoshi@qst.go.jp	1名	
26	量子技術イノベーション	特異的発光型量子ドットによる物理化学的パラメーター計測技術の開発と生体内応用	本研究では、複数の発光を示す量子ドットを用いた新規物理化学量計測技術の開発を目指す。本量子ドットは、発光情報から取得可能なパラメーターを指標とすることにより、量子ドットの変動や励起光のばらつきといった外部要因の影響を除去し、目的とする物理化学量を正確に定量化できる。これにより幹細胞の分化過程に伴う環境変化や幹細胞の分化誘導過程を解析するなど、幅広い生命科学分野への応用が期待される。本技術によって細胞内部の動態を精密にイメージングし、病態メカニズムの解明や新規治療法の開発に資することを最終目標とする。	千葉地区	無	量子生命科学研究所 量子生命医工グループ （量子再生医工学チーム）	湯川　博	043-206-3446	yukawa.hiroshi@qst.go.jp	1名	
27	量子技術イノベーション	病気になる前に見つける―健康長寿を支えるナノダイヤモンド量子センサーの開発	超高齢社会において健康寿命を延ばすためには、病気になってから治療するだけでなく、発症前やごく初期のわずかな生体変化を捉え、予防や早期介入につなげる「先制医療」が重要である。本研究では、ダイヤモンド中の量子状態を利用して微弱な生体情報を高感度に検出できる「ナノダイヤモンド量子センサー」を開発し、血液等に含まれる疾患関連分子や、細胞・組織で生じる微小な変化を捉える新しい計測技術の確立を目指す。量子計測、ナノ材料、生命科学を融合し、センサーの高感度化、標的分子の選択的検出、生体試料を用いた検証に取り組む。将来的には、がん、認知症、生活習慣病などの兆候を早期に捉え、一人ひとりに適した予防・医療につなげることで、誰もが長く健康に暮らせる社会の実現に貢献する。	千葉地区	無	量子生命科学研究所 量子生命センシンググループ （次世代量子センサーチーム）	五十嵐　龍治	043-206-4134	igarashi.ryuji@qst.go.jp	1名	

R9年度 QSTスチューデントリサーチャー 公募研究課題一覧

No	研究分野	公募研究課題名	研究の概要 （最大500字）	受入拠点	放射線管理区域内での作業有無	受入部署	受入担当者	電話（外線）	e-mail	定員	備考
28	量子技術イノベーション	ナノ量子センサ技術を用いたゲノム損傷応答調節機構の解明	ナノ量子センサは、細胞内部のナノスケール領域における温度を高精度に計測可能な革新的技術である。細胞は多様な分子を介して内外の環境をモニタリングし、それに応じて機能を調節している。温度もその環境の一つであるが、その生物学的役割については未だ十分に解明されていない。本研究では、ナノ量子センサ技術を駆使し、温度感受性分子による細胞機能の調節機構とゲノム損傷応答との未知のクロストークを明らかにする。温度感受性分子に阻害・活性化等の操作を加えて細胞温度及びゲノム損傷応答への影響を調べるほか、ゲノム損傷応答が温度感受性分子によって制御される意義を解明する。ゲノム損傷応答は、細胞死やがん化を防ぐための極めて重要な生体防御機構である。したがって、本研究の成果は、がんの予防および治療において新たな戦略を提供する可能性があり、革新的な医療応用への展開が期待される。	千葉地区	無	量子生命科学研究所 量子生命センシンググループ （量子発がんチーム）	今岡　達彦	043-206-4721	imaoka.tatsuhiko@qst.go.jp	1名	
29	量子技術イノベーション	生体量子センシングによる免疫老化の可視化技術の確立と免疫機能の若返りへの挑戦	加齢に伴う免疫機能の変化は、感染防御能の低下や慢性炎症を通じて健康長寿を妨げるが、個々の免疫細胞がどのように老化し、その機能が変化するのかには未解明な点が多い。本研究では、量子センシング技術により免疫老化に伴う細胞内環境の変化を細胞レベルで可視化し、免疫機能の維持・若返りにつながる制御法を探索する研究基盤の構築を目指す。これまで、生体量子センシングを用いて、免疫細胞の多項目計測と多様な亜集団の可視化を可能にする技術を世界に先駆けて開発してきた。この技術を高崎研の生体環境模倣技術と融合し、培養免疫細胞の量子センシングへ展開する。生体内と培養系の計測結果を比較し、免疫老化を捉える指標の同定を目指すとともに、老化に伴う変化への介入と免疫機能の改善を定量的に評価できる実験系を確立する。学生は、培養系の構築、量子計測、細胞機能評価、データ解析に主体的に取り組み、量子技術と免疫学を横断する研究手法を習得する。本研究を通じて免疫老化の理解を深め、健康長寿に資する新たな免疫制御研究へ展開する。	千葉地区	無	量子生命科学研究所 量子生命医工グループ （量子神経マッピング制御チーム）	田桑　弘之	043-382－4302	takuwa.hiroyuki@qst.go.jp	1名	
30	量子医学・医療	既存CTに分子イメージング機能を追加するPET-on-CTのコンセプト実証	CTは医療現場で広く利用されている画像診断装置であるが、生体機能や代謝を可視化する分子イメージング機能は備えていない。本研究では、既存CTシステムを活用しながら分子イメージング機能を付加する新しい「PET-on-CT」コンセプトの実証に取り組む。高性能放射線検出技術、画像再構成技術、システム統合技術を組み合わせることで、形態情報と機能情報を一体的に取得できる次世代診断基盤の創出を目指す。シミュレーション、検出器開発、実証システム評価を通じて技術的実現可能性を検証し、将来的な高精度診断や個別化医療への応用につながる基盤技術を構築する。	千葉地区	有	量子医科学研究所 先進核医学基盤研究部 イメージング物理研究グループ	山谷　泰賀	043-206-3259	yamaya.taiga@qst.go.jp	1名	
31	量子医学・医療	次世代Whole Gamma Imaging装置の開発	QSTでは、PETとコンプトンカメラの利点を融合した独自の核医学イメージング技術「Whole Gamma Imaging（WGI）」の研究開発を進めている。本研究では、頭部向けの高感度システムと全身対象の大口径システムを兼用する新方式の提案と、それを具備した次世代WGI装置の設計・開発に取り組む。さまざまな放射性薬剤から放出されるガンマ線を高効率かつ高精度に検出するための検出器構成、画像再構成手法、およびシステム設計を検討し、試作機による原理実証を行う。将来的には、複数の分子プローブを活用した高機能な核医学診断技術の実現を目指す。	千葉地区	有	量子医科学研究所 先進核医学基盤研究部 イメージング物理研究グループ	山谷　泰賀	043-206-3259	yamaya.taiga@qst.go.jp	1名	
32	量子医学・医療	量子科学（ポジトロニウム）を応用した次世代PETイメージング技術の研究	PET（陽電子断層撮影法）は、がんや認知症などの診断に広く利用されているが、通常は放射性薬剤の体内分布を画像化する技術である。本研究では、陽電子と電子が形成する短寿命原子「ポジトロニウム」の性質に着目し、従来のPETでは得られない新たな生体情報の取得を目指す。高性能放射線検出器、次世代画像再構成技術、放射性薬剤開発を融合し、ポジトロニウム情報を利用した新しいPETイメージング技術の開発に取り組む。シミュレーション、検出器開発、画像解析、動物実験を通じて原理実証を行い、量子科学に基づく新しい核医学診断技術の基盤構築を目指す。	千葉地区	有	量子医科学研究所 先進核医学基盤研究部 イメージング物理研究グループ	山谷　泰賀	043-206-3259	yamaya.taiga@qst.go.jp	1名	
33	量子医学・医療	既存PETの性能限界を突破するZoom-PETのコンセプト実証	PET（陽電子放射断層撮影）は、がんや認知症をはじめとする様々な疾患の診断に利用される重要な医療画像技術である。一方で、高感度化のため装置は大型化・高額化の傾向にあり、これがPETの普及の足かせとなっている。そこで本研究では、既存PET装置に後付けして機能を拡張する新しい「Zoom-PET」コンセプトを提案し、高感度撮像と高精細撮像を両立する次世代イメージング技術の実証を行う。小型高分解能検出器と画像情報融合技術を組み合わせることで、既存装置を有効活用しながら診断性能の向上を目指す。シミュレーション、装置試作、画像解析を通じて概念実証を行い、将来の高性能PETシステムの実現に向けた基盤技術を創出する。	千葉地区	有	量子医科学研究所 先進核医学基盤研究部 イメージング物理研究グループ	山谷　泰賀	043-206-3259	yamaya.taiga@qst.go.jp	1名	
34	量子医学・医療	量子科学（量子もつれ）を応用した次世代PETイメージング技術の研究	量子科学における量子相関現象に着目し、医用イメージングへの応用可能性を探究する。放射線計測、シミュレーション、データ解析および画像再構成技術を組み合わせ、従来法を超える新たなPETイメージング技術の創出を目指す。具体的には、放射線検出器を用いた実験、コンピュータシミュレーション、プログラミングによるデータ解析、PET画像再構成手法の開発である、本研究を通じて、放射線計測技術、シミュレーション技術、データサイエンス、医用画像解析などの実践的な研究スキルを身につけることができる。	千葉地区	有	量子医科学研究所 先進核医学基盤研究部 イメージング物理研究グループ	山谷　泰賀	043-206-3259	yamaya.taiga@qst.go.jp	1名	
35	量子医学・医療	神経変性疾患の高精度診断に向けた次世代タウPETトレーサーの開発	アルツハイマー病をはじめとする認知症の克服には、症状が現れる前から脳内の病理変化を捉え、発症リスクの予測や早期介入につなげる技術が重要である。本研究では、QSTが開発したタウPETトレーサー[18F]PM-PBB3を基盤として、認知機能がほぼ正常である超早期の段階で、各種認知症の発症リスクを予測可能にする次世代タウPETトレーサーの創出を目指す。PM-PBB3をリード化合物として新規誘導体を設計・合成し、患者死後脳試料を用いてタウ凝集体への親和性・選択性を評価する。さらに、有望な候補化合物についてポジトロン核種を用いた放射性標識を行い、PETトレーサーとしての性能を評価する。これにより、超早期の微量なタウ病理を高精度に可視化するイメージングバイオマーカーを開発し、発症リスク予測、患者層別化、病期・薬効評価および疾患修飾薬の開発に展開することで、認知症の予防・診断・治療をつなぐ研究と健康長寿社会の実現に貢献する。	千葉地区	有	量子医科学研究所 脳機能イメージング研究センター	西條　武明	043-206-3250	saijo.takeaki@qst.go.jp	1名	
36	量子医学・医療	膵臓がん炭素線治療における腸管内ガス変動を考慮したロバスト治療計画法に関する研究	炭素線治療による膵臓がん治療では、膵臓周囲に存在する消化管を回避した照射が困難であり、多くの場合、ビームが腸管を通過する照射法が用いられる。しかし、腸管内ガスの位置や量は治療期間中に変動するため、粒子線の飛程変化を引き起こし、標的および周囲正常組織の線量分布に影響を与える可能性がある。この不確実性は、標的線量の低下やリスク臓器への線量増加につながり、治療精度を低下させる要因となる。 本研究では、腸管内ガス変動に対する線量学的影響を定量的に評価するとともに、その影響を低減するロバストな治療計画法の構築を目指す。具体的には、治療計画CT上の腸管内領域について複数のガス存在条件を想定した画像を作成し、炭素線線量計算を行う。DVH解析や線量分布比較により標的および正常組織への影響を評価するとともに、照射方向やビーム角度の最適化について検討する。また、SFUDおよびIMPTにおける感受性の違いやロバスト性を比較評価し、腸管内ガス変動を考慮した治療計画手法の提案を行う。これにより、膵臓がんに対する炭素線治療の安全性および線量集中性の向上に貢献することが期待される。	千葉地区	無	QST病院 医療技術部 放射線品質管理室	中路　拓	043-206-3178	nakaji.taku@qst.go.jp	1名	

R9年度 QSTスチューデントリサーチャー 公募研究課題一覧

No	研究分野	公募研究課題名	研究の概要 （最大500字）	受入拠点	放射線管理区域内での作業有無	受入部署	受入担当者	電話（外線）	e-mail	定員	備考
37	量子医学・医療	エナメル上皮腫に対する放射線治療戦略の最適化を目指した基礎的研究	エナメル上皮腫は一般に良性腫瘍とされるものの、局所浸潤性が高く再発を繰り返すことがあり、外科的切除が主な治療法となっている。一方で、病変の進展範囲や解剖学的制約により、手術のみでは十分な治療効果が得られない症例も存在する。本研究では、エナメル上皮腫細胞に対する放射線治療の生物学的有用性を明らかにすることを目的とし、X線および重粒子線照射後の細胞応答を比較解析する。具体的には、各種放射線照射後の細胞生存率を評価するとともに、アポトーシスやネクローシスなどの細胞死誘導機構を解析し、放射線種による細胞死様式の違いを検討する。さらに、重粒子線特有の高LET（線エネルギー付与）効果がエナメル上皮腫細胞の放射線感受性に与える影響を明らかにし、従来のX線治療との生物学的差異を評価する。本研究により、エナメル上皮腫に対する放射線治療の有効性に関する基礎的知見を蓄積し、将来的な治療戦略の最適化や重粒子線治療の適応拡大に資することが期待される。	千葉地区	有	QST病院 重粒子線治療研究部 生物物理研究グループ	平山 亮一	043-206-3233	hirayama.ryoichi@qst.go.jp	1名	
38	量子医学・医療	NMDA受容体制御による次世代放射線がん治療戦略の開発	重粒子線治療をはじめとする高精度放射線治療では、正常組織への不要な被ばくを完全に回避することは困難であり、皮膚障害や消化管障害などの正常組織障害が治療成績向上の大きな制約となっている。一方で、正常組織を防護しながら抗腫瘍効果を維持・向上させる治療法は未だ確立されていない。近年、NMDA受容体阻害剤には正常組織に対する放射線防護作用に加え、腫瘍細胞の増殖抑制作用や細胞死誘導作用を有する可能性が報告されている。本研究では、臨床応用されているNMDA受容体阻害剤メマンチンに着目し、重粒子線治療との併用による抗腫瘍効果および正常組織保護効果を検証する。また、定量的核医学評価法を用いて早期かつ客観的な治療効果判定の有用性を評価する。本研究により、既存薬の新たな適応拡大の可能性を示すとともに、正常組織障害を軽減しながら治療効果を高める新たな重粒子線治療戦略の創出が期待される。さらに、安全性と有効性を両立した次世代放射線治療の実現に向けた基盤的知見を提供する。	千葉地区	有	QST病院 重粒子線治療研究部 生物物理研究グループ	平山 亮一	043-206-3233	hirayama.ryoichi@qst.go.jp	1名	
39	量子医学・医療	放射線治療の高度化に向けたE3ユビキチンリガーゼPraja1依存的DNA損傷防護機構の解明	放射線治療はがん治療の重要な柱であり、特に重粒子線治療は高い治療効果を示す一方で、正常組織への有害影響の軽減がさらなる治療成績向上のための課題となっている。本研究では、DNA損傷に対する保護機能を有するE3ユビキチンリガーゼPraja1に着目し、放射線、特に重粒子線によって誘発される致死的DNA損傷に対する防護機構の解明を目的とする。細胞・分子生物学的手法を用いて、Praja1の発現制御がDNA損傷応答、修復機構、細胞生存率および細胞死誘導に与える影響を解析し、放射線防護効果の分子基盤を明らかにする。さらに、X線と重粒子線の比較を通じて、高LET放射線特有の損傷に対するPraja1の役割を評価し、正常組織保護を目的とした新規放射線防護剤開発の可能性を検証する。本研究により、放射線治療時の正常組織障害の軽減と治療の安全性向上に資する基礎的知見を創出するとともに、将来的には核・放射線事故や核テロ発生時の緊急被ばく医療、さらには宇宙放射線防護への応用展開を目指す。	千葉地区	有	QST病院 重粒子線治療研究部 生物物理研究グループ	平山 亮一	043-206-3233	hirayama.ryoichi@qst.go.jp	1名	
40	量子医学・医療	難治性腫瘍に対する放射線の線質と照射後時間に依存する免疫抑制機構の解明と新規併用療法の開発	これまでに難治性腫瘍である骨肉腫及び膵管癌マウスモデルで、炭素線照射と免疫チェックポイント阻害剤の併用により、照射腫瘍だけでなく非照射腫瘍の増殖も抑制されるアブスコパル効果を確認した。さらに、両腫瘍で抗原提示、インターフェロン応答、細胞傷害性T細胞に関連する遺伝子が増加する一方、免疫抑制に関わる遺伝子発現の増加を確認した。本研究ではこれらの結果を基に、放射線照射後に誘導される免疫抑制性分子を照射直後、照射1週間後、照射数週間後で明らかにし、新たな分子標的を探索し、治療タイミングに応じて適切な薬剤を併用することで局所、遠隔効果が増強するかを明らかにする。また、光子線と炭素線の違いを明らかにする。具体的には、それぞれのモデルにおける腫瘍内の非腫瘍細胞（免疫細胞＋癌関連線維芽細胞）と腫瘍細胞を分けてRNAシーケンス、フローサイトメトリー、免疫染色で標的を評価する。現在、臨床では、抗PD-(L)1抗体が用いられているが効果は限定的である。本研究により、治療により誘導される経時的な免疫抑制性分子を標的にすることで臨床に新たな治療戦略を提供しうる。	千葉地区	有	QST病院 重粒子線治療研究部 トランスレーショナル研究グループ	武島 嗣英	043-206-3237	takeshima.tsuguhide@qst.go.jp	1名	
41	量子医学・医療	障害低減化のためのウラン分子機序解明に関する基礎研究	内部被ばくによる放射線障害の低減に資する開発研究を行う。ウラン等のアクチニド（α線核種）に分類される元素には、細胞毒性と放射線による影響があり、それぞれの分子メカニズムの解明が必要である。培養細胞を用いたウラン毒性評価ならびに取り込みの定量的評価をμPIXE等の元素分析技術も活用して実施する。さらに、マイクロビームSPICE・HIMAC等の先端的な照射施設を活用し、シングルセルレベルでの細胞応答や遺伝子発現を解析する。これまでに、低線量領域において直線的な線量効果関係を示す生物効果の指標候補を明らかにしている。これら生物学研究をさらに進めるとともに、装置ハード・ソフトの課題への最適化目的に放射線検出器、顕微鏡システム開発を実施する。またIAEA-CRPなどの国際ネットワークを活用した国際連携も積極的に参加を求める。	千葉地区	有	放射線医学研究所 放射線規制科学研究部 体内除染研究グループ	小西 輝昭	043-206-4695	konishi.teruaki@qst.go.jp	1名	
42	量子医学・医療	放射線影響バイオマーカーとしての融合遺伝子の発生機序及び機能の解明	放射線被ばくはがんのリスクを高めるが、被ばく後に発生した個別の具体的ながんが放射線に起因するものか否かを判定するマーカーはないというのが通説であった。当研究部では、放射線起因性のがんにおいて、DNA鎖切断間の誤結合に由来する染色体中間部欠失により重要ながん抑制遺伝子がしばしば変異しており、このような欠失変異が個別のがんの放射線起因性のマーカーになることを突き止めた。本研究は、さらに新しい放射線起因性マーカーとしての融合遺伝子の性質を解明することを目的とする。これまでの研究で、放射線照射後の動物に発生したがんに融合遺伝子（2つの異なる遺伝子の一部同士が結合した遺伝子）のRNA発現が見られることを確認した。そこで、ゲノムDNA解析による融合遺伝子の生成機構の解明、細胞培養等を用いた融合遺伝子の機能の解析、多様な誘発要因のがんにおける融合遺伝子の発生頻度の解明、簡便な融合遺伝子アッセイ法の開発等を行うことにより、新たな放射線影響バイオマーカーの確立をめざす。	千葉地区	有	放射線医学研究所 放射線影響予防研究部 バイオマーカー研究グループ	臺野 和広	043-206-4642	daino.kazuhiro@qst.go.jp	1名	
43	量子医学・医療	放射線誘発乳がんにおける慢性炎症機構解明と予防法の確立	放射線発がんの原因は、被ばくにより生じる遺伝子変異であると考えられてきた。実際、一部のがんでは、DNA二本鎖切断端の誤結合に由来する染色体中間部欠失が、放射線被ばくに特徴的な変異パターンとして報告されている。一方、明確な放射線シグネチャーが認められないがんもあり、遺伝子変異以外の発がん機序の関与が示唆される。近年、慢性炎症が発がんに関与することが知られ、当研究部でも放射線誘発肝癌における脂肪性肝炎の重要性を見出している。これまでに、放射線誘発乳がんの発生に先行して、主に脂肪細胞の脂質代謝異常を伴う慢性炎症が生じることを見いだした。そこで、この慢性炎症の形成機序と発がんへの寄与を個体・細胞レベルで解明し、その制御による乳がん予防法の確立を目指す。	千葉地区	有	放射線医学研究所 放射線影響予防研究部 老化・炎症研究グループ	飯塚 大輔	043-206-3160	iizuka.daisuke@qst.go.jp	1名	
44	量子エネルギー	強磁場小型核融合炉を目指した高温超伝導集合導体の安定性に関する研究	高温超伝導マグネットは、従来の低温超伝導マグネットを大幅に上回る強磁場特性を有し、核融合炉の小型化と高性能化を可能にする。一方で、強磁場・大電流環境下における高温超伝導導体の電磁気的・熱的挙動には未解明な課題が多く残されている。特に、複数の超伝導線材を集積した高温超伝導集合導体では、電流分布の不均一化に起因する局所的な発熱、交流損失の増大、熱的不安定化、さらにはクエンチ検出および保護の困難さが、マグネットの性能と信頼性を制約する重要な要因となる。 本研究では、強磁場小型核融合炉用の高温超伝導集合導体を対象として、高磁場・高電流条件下における電流分布、交流損失、熱的安定性およびクエンチ伝播特性を総合的に評価する。実験的手法と電磁場・熱流動連成解析を組み合わせることで、導体内部で生じる電流再分配や発熱挙動のメカニズムを詳細に解明し、限界性能を規定する支配因子を明らかにする。 さらに、導体構造、安定化材配置、冷却条件、クエンチ特性およびその保護方式が導体性能に及ぼす影響を定量的に評価し、高磁場環境においても安定な運転と迅速かつ確実な保護を実現するための設計指針の確立を目指す。	那珂地区	無	那珂フュージョン科学研究所 炉工学研究開発部 超伝導磁石開発グループ	辺見 努	029-210-2684	hemmi.tusotmu@qst.go.jp	1名	
45	量子エネルギー	データ駆動解析によるプラズマ乱流のモデル低次元化に関する研究	原型炉の定常運転には、粒子・熱輸送ダイナミクスの理解が不可欠である。粒子輸送は燃料供給や不純物排出に、熱輸送はプラズマ対向機器への熱負荷評価や寿命設計に密接に関わる。磁場閉じ込め核融合プラズマのエッジ領域では、多数の空間・時間スケールが相互作用する乱流によってこれらの輸送特性が決定されるため、その理解は重要な研究課題である。 本課題では、簡約化流体モデルに基づくプラズマ乱流シミュレーションコードを用いて複数の非線形乱流計算を実施し、解析用データセットを構築する。得られた多変数時空間データに対して、多重場特異値分解（SVD）やクラスタリング等のデータ駆動解析手法を適用し、乱流の主要構造やモード間相互作用を保持した低次元表現の構築を目指す。さらに、複数の計算結果を比較し、乱流状態を特徴付ける支配的構造や物理量を抽出する。本課題で得られる知見は、将来のプラズマ予測技術に向けた低次元モデルや学習データ基盤の構築に資する。	那珂地区	無	那珂フュージョン科学研究所 先進プラズマ研究開発部 先進プラズマ理論シミュレーショングループ	瀬戸 春樹	0175-71-6636	seto.haruki@qst.go.jp	1名	

R9年度 QSTスチューデントリサーチャー 公募研究課題一覧

No	研究分野	公募研究課題名	研究の概要 （最大500字）	受入拠点	放射線管理区域内での作業有無	受入部署	受入担当者	電話（外線）	e-mail	定員	備考
46	量子エネルギー	JT-60SAにおける逃走電子緩和手法の研究	フュージョンプラズマの崩壊現象（ディスラプション）中に発生する高エネルギー電子は逃走電子と呼ばれ、装置損傷の原因となりうることから、JT-60SAにおいて逃走電子の理解とその緩和手法の開発を行う。本課題では、シミュレーションコード等を用いてJT-60SAにおける逃走電子の振る舞いを調べる。更に、JT-60SAに備わる大量ガス入射やコイル電流等を用いた逃走電子発生の緩和手法を検討する。	那珂地区	無	那珂フュージョン科学研究所 先進プラズマ研究開発部 先進プラズマ第1実験グループ	横山 達也	029-277-5842	yokoyama.tatsuya@qst.go.jp	1名	
47	量子エネルギー	トカマクプラズマにおける周辺電磁流体力学不安定性のモデリング研究	核融合エネルギー実現には、高性能な炉心プラズマを安定に生成・維持することが求められる。トカマクプラズマでは、周辺部に急峻な圧力勾配を形成することで高い閉じ込め性能が得られる一方、これを駆動源とする電磁流体力学（MHD）不安定性が励起される。代表的な現象であるエッジローカライズモード（ELM）は、周辺部に蓄積されたエネルギーや粒子を周期的に放出し、プラズマ対向機器に大きな熱負荷を与えることが懸念される。このため、高い閉じ込め性能を維持しつつELMを抑制・小振幅化することが重要であり、その実現には発生・発展機構の物理理解が不可欠である。量研では、理論モデルや数値シミュレーションを用いて、圧力・電流分布やプラズマ形状などが周辺MHD不安定性に与える影響を評価・予測する研究を進めている。本テーマでは、ELMの物理機構の理解と制御に向けたモデリングに取り組む。さらに、MHD安定性に関する知見を蓄積し、将来的には炉心や周辺・ダイバータ領域との相互作用を考慮した統合モデリングや、高ベータプラズマの安定な制御に資する研究への発展を目指す。	那珂地区	無	那珂フュージョン科学研究所 先進プラズマ研究開発部 先進プラズマモデリンググループ	相羽 信行	029-277-5909	aiba.nobuyuki@qst.go.jp	1名	
48	量子エネルギー	ITER周辺トムソン散乱計測装置の運転及び較正のための合成診断モデル構築	ITER計画において、日本は周辺トムソン散乱計測装置の設計、開発及び製作を担当している。同装置が測定する高空間分解能の電子温度・密度分布は、核融合燃焼プラズマの高性能化に関する物理研究及び制御において重要な役割を果たす。本研究では、応募者が主体となり、同装置の実機製作から運用までの各段階で検証・改善に活用できる、汎用性の高い合成診断モデルの構築に取り組む。研究の実施に当たっては、ITER運転シナリオ、計測原理及び構成機器の仕様を踏まえ、既存ツールを活用して計測信号を模擬するコードを作成し、実機製作から運用までの各段階への適用を検討する。本課題を通じて、ハードウェア及び環境に起因する誤差の低減と、プラズマ物理シミュレーションの妥当性検証に資する研究成果を目指す。	那珂地区	無	那珂フュージョン科学研究所 先進プラズマ研究開発部 先進プラズマ計測開発グループ	谷塚 英一	029-210-2704	yatsuka.eiichi@qst.go.jp	1名	
49	量子エネルギー	強磁場下強磁性体挙動解析に関する研究	耐照射性に優れた低放射化フェライト鋼を磁場閉じ込め型核融合炉の炉内構造材料として利用するにあたっては、その強磁性の影響を明らかにする必要がある。すなわち、4Tから10Tの勾配を伴う炉内磁場下において炉内の強磁性体構造物に1次応力としてマクスウェル力が負荷されることを考慮する必要がある。一方、現在市販されている電磁力解析・構造解析コードによる評価では、一貫性のある信頼性が高い解析が出来ないといった問題が生じている。 この課題は、解析コード自体に考慮できてない不具合がある可能性に起因していると推測される。本研究では、単純強磁性体構造を対象とした大口径マグネットでの磁場下変形挙動の解析を通して解析コード課題を明らかにすることを目的とする。	六ヶ所地区	無	六ヶ所フュージョンエネルギー研究所 ブランケット研究開発部 ブランケット工学研究グループ	廣瀬 貴規	0175-66-6757	hirose.takanori@qst.go.jp	1名	
50	量子エネルギー	核融合ブランケットにおける冷却材挙動に関する研究	核融合ブランケットは、核融合反応で発生する熱の除去と燃料トリチウムの増殖を担う機器であり、その安全性及び健全性の確保には冷却材の流動挙動を適切に把握することが必要である。 本研究では、ITER-Test Blanket Module及びQ-DEMOにおけるブランケットを対象として、冷却流路内の流動・伝熱特性や、冷却材喪失事故時における冷却材挙動の評価に取り組む。数値解析や実験データの評価を通じて、圧力変化、流量変動、冷却材侵入挙動等の熱流動現象を解析し、そのメカニズムを明らかにする。さらに、六ヶ所フュージョンエネルギー研究所の試験設備を活用した研究活動を通じて評価手法の高度化を図り、核融合ブランケットの安全設計及び性能向上に資する知見を得ることを目的とする。	六ヶ所地区	無	六ヶ所フュージョンエネルギー研究所 ブランケット研究開発部 ブランケット工学研究グループ	廣瀬 貴規	0175-66-6757	hirose.takanori@qst.go.jp	1名	
51	量子エネルギー	ブランケット用6Li生産のためのクロマトグラフィーシステムの開発	ブランケットによるトリチウム増殖を達成するため、トリチウム増殖材中の6Liの濃度を90%程度まで同位体濃縮することが必要とされている。同位体濃縮ではその濃縮程度に応じて複数の技術を組み合わせて行うことが合理的であり、現在QSTで推進しているイオン伝導体を用いた分離技術に加え、クロマトグラフィー技術の開発が期待される。同位体濃縮に特化したクロマトグラフィーに関しては、専用の吸着剤の開発だけでなく、適切な運転モードを選定または新規開発し、運転条件の最適化が必要である。想定される運転モードとしては、最有力の置換クロマトグラフィーの他、溶離クロマトグラフィー、模擬流動層等が考えられる。 本課題では、システム統合されたクロマト実験装置を用いて、プログラマブル・オペレーション技術を適用し、置換クロマトグラフィー、溶離クロマトグラフィー及び模擬移動床法について比較評価を行う。各運転モードに対して、供給流量、切替周期、画分回収条件等を系統的に変更し、分離係数、濃縮倍率、6Li回収率及び処理量を評価指標として最適運転条件を探索することで、リチウム同位体濃縮プロセスを開発する。	六ヶ所地区	無	六ヶ所フュージョンエネルギー研究所 核融合炉材料研究開発部 増殖機能材料開発グループ	森田 健司	0175-71-6663	morita.kenji@qst.go.jp	1名	
52	量子エネルギー	ベリライド中の水素同位体挙動及び存在状態に関する研究	先進中性子増倍材であるベリリウム金属間化合物（ベリライド）中に混入した水素同位体は、結晶中を拡散し、転位や不純物原子などの先在的な格子欠陥や、照射で形成される欠陥と強く相互作用することが知られている。これまでの実験は、照射後試料に対し、材料中に残存する水素同位体の蓄積量を評価した研究が多く、照射中あるいは昇温中の動的な水素同位体挙動と微細組織変化との関係は十分に明らかではない。特に、材料中の水素同位体が、どのような欠陥に、どの程度、どのような状態で存在するのか、さらに、欠陥からどのように脱離し、再放出されるのかを微視的な観点から理解することが重要である。 本研究では、イオン照射実験及び昇温脱離実験が可能な分析装置に加え、質量分析装置を備えたイオン銃直結透過型電子顕微鏡を用い、照射及び昇温過程における微細組織変化とガス放出挙動をその場評価する。さらに、電子エネルギー損失分光法（EELS）を用いて、照射によって形成された欠陥やバブルにおける水素の存在状態及びその量を評価する。これらの分析を組み合わせ、ベリライド中における微細組織変化、水素の存在状態及び放出挙動の相関を明らかにする。	六ヶ所地区	有	六ヶ所フュージョンエネルギー研究所 核融合炉材料研究開発部 増殖機能材料開発グループ	金 宰煥	0175-71-6537	kim.jaehwan@qst.go.jp	1名	
53	量子エネルギー	IFMIF原型加速器による大電流重陽子ビームの計測と評価に関する研究	IFMIF原型加速器（LIPAc）は核融合炉開発に必要な大強度重陽子加速器技術の実証を目的とした加速器で、国際共同プロジェクトとして六ヶ所研で実証試験が進められている。LIPAcは他に類がない大電流かつ大強度の重陽子ビームを加速することから、そのビーム特性を高精度に計測するためのビームモニタ技術の確立が重要な研究課題となっている。 本研究では、LIPAcの超伝導高周波（SRF）加速器の、特に非破壊型ビームモニタに着目し、その計測原理や特性を理解した上で、実機運転で取得された計測データの解析・評価を行う。モニタの測定精度や適用範囲に関する課題を調査し、解析手法や評価手法の検討を行うとともに、高精度な測定実現に向けた検討を行う。本研究を通じて、加速器ビーム計測に関する実践的な研究手法、データ解析技術、及び計測結果の評価能力を習得するとともに、大電流重陽子加速器におけるビーム診断技術の高度化に資する知見の獲得を目指す。	六ヶ所地区	有	六ヶ所フュージョンエネルギー研究所 核融合炉材料研究開発部 IFMIF加速器施設開発グループ	近藤 恵太郎	0175-71-6644	kondo.keitaro@qst.go.jp	1名	
54	量子エネルギー	核融合炉の初期装荷用トリチウムの製造・回収・貯蔵システムの開発	核融合炉の運転開始時に必要となる初期装荷用トリチウムを、軽水炉や高温ガス炉における中性子とリチウムの核反応（n-Li反応）を利用して製造する方法が提案されている。トリチウムの生成に用いるLi酸化物のペブルや粉末を、水素吸蔵合金中に分散させたサーメット材料を作製できれば、Li酸化物で生成したトリチウムを水素吸蔵合金に取り込み、そのまま貯蔵できる可能性がある。しかし、Li酸化物から放出されるトリチウムの化学形態や、Li酸化物と長期間接触することによる水素吸蔵合金の性能変化など、明らかになっていない点が多い。 本研究では、Li酸化物と水素吸蔵合金の適切な組み合わせを探索するとともに、Li酸化物からの水素同位体の放出挙動と、水素吸蔵合金の水素吸放出特性を実験的に評価する。これにより、トリチウムの生成と貯蔵を一体化できるLi酸化物含有サーメット型水素吸蔵材料の開発を目指し、その水素吸放出特性を明らかにする。	六ヶ所地区	有	六ヶ所フュージョンエネルギー研究所 核融合炉材料研究開発部 増殖機能材料開発グループ	金 宰煥	0175-71-6537	kim.jaehwan@qst.go.jp	1名	

R9年度 QSTスチューデントリサーチャー 公募研究課題一覧

No	研究分野	公募研究課題名	研究の概要 （最大500字）	受入拠点	放射線管理区域内での作業 有無	受入部署	受入担当者	電話（外線）	e-mail	定員	備考
55	量子エネルギー	大強度加速器中性子源ターゲット系金属リチウム中の不純物分析・除去に関する研究	フュージョンエネルギー開発の要請から2030年代の運用開始を目指して国際協力で開発・設計・建設が進められている大強度加速器中性子源IFMIF-DONESや、国内計画として工学設計が進められているA-FNSでは、熱負荷の観点から液体金属リチウムをターゲットとする技術の確立が不可欠である。液体金属リチウムを利用する場合の新たな課題として、リチウムに入射された重陽子と、重陽子とリチウムとの核反応により生成するトリチウムを、中性子源の運転中に常時除去する必要がある。また、リチウム中の飽和溶解度の高い窒素が配管等の金属材料の腐食を促進させることが知られており、リチウム中の窒素も定期的に除去する必要がある。当グループでは、これらリチウム中の水素同位体及び窒素などの不純物を除去する技術の確立を目指してリチウム純化系実証試験装置を2025年より運用している。 本研究課題では、同装置の運転にて採取した金属リチウム試料を用い、同装置による不純物除去挙動の理解や不純物濃度測定技術の高度化を目指した実験研究を実施する。	六ヶ所地区	有	六ヶ所フュージョンエネルギー研究所 核融合炉材料研究開発部 核融合中性子源開発グループ	増田 開	0175-66-6910	masuda.kai@qst.go.jp	1名	
56	量子エネルギー	核融合原型炉の安全設計に関する研究	核融合原型炉では、外乱や異常が発生しても核融合反応は受動的に停止し、残留熱も比較的低く自然に除熱が可能である。このため、安全確保の観点では、放射性物質の閉じ込め機能の維持が主要な要件となる。一方、原型炉では発電実証のため加圧水（15.5 MPa、325℃）を冷却材として採用しており、その漏洩時に生じる閉じ込め領域の加圧影響を適切に緩和することが重要である。本研究では、熱流動解析コードを用いて、冷却水漏洩時に発生する高温・高圧蒸気を効率的に凝縮する圧力緩衝システムの設計をはじめ、核融合原型炉の安全設計に関する研究を実施する。	六ヶ所地区	無	六ヶ所フュージョンエネルギー研究所 原型炉プロジェクト推進部 原型炉統合設計グループ	染谷 洋二	0175-71-6661	someya.yoji@qst.go.jp	1名	