

令和元年度2次募集に係る研究テーマについて

本制度では、防衛装備庁が提示する研究テーマに対して、基礎研究領域の段階にまで立ち返ってその解決策を検討し、具体的な研究課題として提案いただくことを想定しています。提出していただく研究課題には、新規性、独創性又は革新性を有するアイデアに基づく、科学技術領域の限界を広げるような基礎研究を求めます。

特に、研究対象を理論的に解明した上で、機能・性能の飛躍的な向上を目指したり、従来想定されなかった新たな用途を追求したりするような基礎研究を期待します。

一方、新規性があっても、単なる技術の紹介や応用例の提示だけでは、本制度の応募の要件を満たしたことはありません。学術的に価値のある研究計画の立案をお願いします。

令和元年度2次募集では、次ページに示す29件の研究テーマについての研究課題を公募します。研究テーマの細部について十分把握した上で、適切な研究テーマを一つ選んで応募をお願いします。

2次募集する研究テーマは全てタイプSのみです。タイプSは、最大5か年度の研究提案であり、複数年度にわたる一括の契約とすることが効率的又は合理的である研究課題を対象としています。タイプSでは、研究の遂行のために相応の予算額及び研究期間が妥当であり、また、提案していただいた**解決策やアイデア等を具現化し、その有効性を実証するところまでを目指した基礎研究**であることが求められます。

令和元年度2次募集する研究テーマ一覧

- (1) 人工知能活用のための安全性・柔軟性確保に関する基礎研究
- (2) 人と人工知能との協働に関する基礎研究
- (3) 多数の移動体の協調制御に関する基礎研究
- (4) 生物模倣による効率的な移動体に関する基礎研究
- (5) xRインタフェースに関する基礎研究
- (6) 機械の知能と形態のコデザインに関する基礎研究
- (7) 人工知能を用いたサイバー攻撃自動対処技術に関する基礎研究
- (8) 意図的に組み込まれたぜい弱性に対するサイバー防護技術に関する基礎研究
- (9) ソフトウェア耐タンパー技術に関する基礎研究
- (10) 量子通信・量子暗号に関する基礎研究
- (11) 固体レーザー材料に関する基礎研究
- (12) 光の伝搬に関する基礎研究
- (13) 電力貯蔵及び高速放電技術に関する基礎研究
- (14) 革新的な航空機等の推進装置に関する基礎研究
- (15) 革新的な船舶技術に関する基礎研究
- (16) 革新的な水中通信、センシング及び電力伝送に関する基礎研究
- (17) 優れた機械的特性を有する新たな材料探索に関する基礎研究
- (18) 先進的な耐衝撃・衝撃緩和材料に関する基礎研究
- (19) ナノ構造表面に関する基礎研究
- (20) 接着・接合技術に関する基礎研究
- (21) 自己修復材料に関する基礎研究
- (22) 赤外線領域における新たな知見に関する基礎研究
- (23) 先進的な演算デバイスに関する基礎研究
- (24) 衛星に依存しない測位・航法に関する基礎研究
- (25) 冷却技術に関する基礎研究
- (26) 非接触手法による地中物質把握技術に関する基礎研究
- (27) 磁気センサ技術に関する基礎研究
- (28) 化学物質検知技術に関する基礎研究
- (29) 新しい原理・アイデアを用いた画像記録・再生技術に関する基礎研究

各研究テーマの細部は、次ページ以降を参照してください。

(1) 人工知能活用のための安全性・柔軟性確保に関する基礎研究

キーワード	人工知能(AI)、敵対的攻撃対策、ドメイン適応、転移学習、継続学習
研究費規模	タイプS
研究テーマの概要及び応募における観点	
<p>現在の人工知能(AI)技術の主力である機械学習手法は、膨大な教師データから知識やルールを学習することにより、未知のデータに対する推論も高精度で行うことが可能です。一方で、誤った推論結果を誘導するために意図的に生成されたデータが入力されることにより、不適切な結果を引き起こす可能性があることも知られています。こうしたAIは、小型軽量の情報端末への応用も進んでおり、あらゆる利用場面が想定されるため、搭載されるアルゴリズム等の安全性や頑健性を担保していく必要があります。</p> <p>また、現在の機械学習手法は、学習済み又はその類似タスクには優れた判断を下すことができますが、新たなタスクに対してはそのままでは適切に対応することができないことが多く、改めて学習処理が必要となります。この問題に対処する有効な手段の一つとして転移学習がありますが、多様な新規タスクに迅速かつ柔軟に適応するにはこれに加え継続学習やメタ学習等、更に進んだコンセプトが必要となります。</p> <p>本研究テーマでは、広く普及している機械学習アルゴリズム等を用いた現在のAIの問題点を洗い出した上で、AIの錯誤等の解明・対策といった安全性の向上や新しいタスクに対して柔軟に対応可能なマルチタスクAI等に関する基礎研究を募集します。</p>	

(2) 人と人工知能との協働に関する基礎研究

キーワード	人工知能(AI)、説明可能なAI、AIアシスタント、コグニティブコンピューティング
研究費規模	タイプS
研究テーマの概要及び応募における観点	
<p>近年ではスマートフォン、スマートスピーカー等に搭載されたAIアシスタントにより、利用者の行動、嗜好を踏まえた適時適切な情報提示する技術が実用化されており、これらの実用性向上に必要な人工知能(AI)技術の進展も注目されております。AIは、データの統計学習とシミュレーションによる状況再現とを膨大な数繰り返すことにより、人の長期的・計画的な判断の支援に有用な情報を提示することが可能であると同時に、データの高速度処理が可能であるため、自動車の運転のような、反射的な判断が必要なタスクの支援にも有効です。</p> <p>しかしながら、現状のAIは通常その判断プロセスを人が解釈することが困難であり、その結果、利用者にとって意図しない動作を行いうるという不信感を与えてしまう可能性があります。さらに、多くの利用者の統計データを収集して学習を行うようなシステムを想定した場合、行動、嗜好等の他者に知られたくない情報が提供されうるといった警戒感も持たれてしまいます。人がAIの支援を安心して受けるためには、AIの判断に至る経緯が人にとって理解可能であること、AIが送信すべきでない情報を適切に判断し、利用者がその旨を把握可能にすること等が求められます。また、AIによる必要な支援の程度は、タスクが同一であっても、人の状態や意図等によって異なると考えられるため、それらを都度適切にAIへフィードバックし、支援の内容や程度が調整される必要があります。</p> <p>本研究テーマでは、人とAIとが協働するために必要となるAIの判断プロセスの可視化やAIによる人の状態や意図等の把握、支援内容の向上に関する基礎研究を募集します。</p>	

(3) 多数の移動体の協調制御に関する基礎研究

キーワード	マルチエージェント学習、群知能、完全自律、スウォーム、知的エージェント、強化学習
研究費規模	タイプS
研究テーマの概要及び応募における観点	
<p>近年、単体のロボットや中央集権的な制御機構ではなく、比較的単純な多数のエージェント（ロボット）を社会性昆虫、魚又は鳥のように群知能として自律制御させて目的を達成させることを目指す研究が行われています。特に、多数のエージェントの協調行動や競争行動の学習については、近年、仮想環境にて強化学習や進化戦略を使った手法の研究がなされております。</p> <p>こうした群知能については、まずは仮想環境において、各個体の学習が行われ、実環境に移行させる手法が一般的ですが、仮想環境で所要の機能が発揮できても、実環境においては様々な条件の違いにより求められる動作やタイミングが異なることが予想され、さらには時々刻々と変化する環境にも対応しなければなりません。こうした仮想環境での行動を実環境への移行に関する問題についても、研究が進められております。</p> <p>本研究テーマでは、実時間で一定レベルのタスクをこなすシステムを前提とした、完全自律の群知能システムや、仮想環境から実環境への移行に関する課題を分析し、その解決を図るような基礎研究を募集します。ただし、各エージェントの自律性が高く、行動に多様性があるものや、エージェント間でタスクの依頼などインタラクションが生じるもの、エージェントの規模が数百超であるものを対象とします。</p>	

(4) 生物模倣による効率的な移動体に関する基礎研究

キーワード	バイオミメティクス、ロボティクス、人工筋肉、陰的制御
研究費規模	タイプS
研究テーマの概要及び応募における観点	
<p>近年、軽量で運動性能に優れ、かつエネルギー効率の良い、生物の身体構造を模倣した新しい移動体に関する研究がなされております。また、こうした移動体への適用も期待される生物の筋骨格や腱駆動方式を模倣した人工筋肉に利用可能な素材の開発、ワイヤーアクチュエータの素材や制御技術、3Dプリンタによる複雑な軽量骨格構造の造形等の要素技術も発展してきております。こうした移動体は、遠隔地へ移動し、複雑な地形を長時間静粛に動き回ることが可能なため、状況監視や被災者検知等への活用が期待されます。</p> <p>本研究テーマでは、生物の持つ優れた動作等を模倣し、従来の移動体では不可能な運動性能・効率の実現を目指した基礎研究を募集します。ただし、既存技術の改善提案や改良研究は対象外とします。</p>	

(5) xRインタフェースに関する基礎研究

キーワード	xR、触力覚提示、触力覚センシング、ブレイン・マシーン・インタフェース
研究費規模	タイプS
研究テーマの概要及び応募における観点	
<p>ヘッドマウントディスプレイのような、仮想現実(VR)、拡張現実(AR)、複合現実(MR)、代替現実(SR)といったxR用の情報機器の高性能化、低価格化に伴い、遠隔地、過去、仮想環境等の視聴覚を体験し、臨場感を得ることがより手軽に行えるようになっていきます。視聴覚以外にも、振動や抵抗力を制御し、人に対するフォースフィードバックを行うことで、臨場感を向上することが可能な触力覚提示用情報機器も普及しています。こうしたxR技術を活用し、例えばロボットの遠隔操縦、動作教示等において、視聴覚、触覚及び力覚に関する情報のセンシング及び作業員に対する適切な提示を行うことにより、作業等をより迅速かつ高精度に行うことが可能となると考えられます。</p> <p>一方、提示する情報の範囲、ダイナミックレンジ、分解能、遅延といった各パラメータが、ユーザへの臨場感、作業性、身体負荷等に与える影響については、それぞれの応用先ごとに調査や研究が行われており、一般化された理論は確立されておられません。これらの関係性が一般化されれば、現在用途ごとに行っている最適システム設計を効率的に行うことが可能となります。</p> <p>さらには、脳計測機器の高性能化、小型化により、作業員の心的影響のより高精度な観測が可能になるとともに、ブレイン・マシーン・インタフェースとして動作を伴わない迅速な遠隔操縦、動作教示等の実現も期待できます。また、将来的に脳計測だけでなく、脳への情報の伝達も可能になれば、視聴覚、触力覚提示を用いずに人への迅速なフィードバックを行えるようになります。</p> <p>本研究テーマでは、xR技術に必要なヒトへの感覚提示技術や、触力覚提示用情報機器のパラメータがユーザに与える影響等に関する基礎研究を募集します。</p>	

(6) 機械の知能と形態のデザインに関する基礎研究

キーワード	ロボティクス、形態学、進化的手法、強化学習、デザイン、設計技術
研究費規模	タイプS
研究テーマの概要及び応募における観点	
<p>機械の設計は、通常は設計者の経験等に基づいて形態(物理的なデザイン)を選定した後に、知能(制御ソフトウェア)を実装することが多くなっています。しかしながら、これらの形態と知能は、本質的には密な関係を有しており、両者の設計を同時最適化することでより良い機械設計を期待することができます。例えば生命においては、直面するタスクと環境に適合するよう、形態と知能が同時に進化しており、こうした考え方の有用性を示唆しております。特に、運用環境、製造コスト等の特有な制約がある中で、こうした同時最適化を行うことができれば、従来の設計手法よりも性能の高い新しい設計コンセプトの機械を短期に確立することが可能になることが期待されております。</p> <p>本研究テーマでは、機械の形態と知能を、目的に対して自動的かつ同時に最適化していく設計手法の確立及び関連する技術に関する基礎研究を募集します。</p>	

(7) 人工知能を用いたサイバー攻撃自動対処技術に関する基礎研究

キーワード	異常検知、サイバー攻撃被害拡大防止、フォールトトレランス、人工知能(AI)
研究費規模	タイプS
研究テーマの概要及び応募における観点	
<p>近年、サイバー攻撃は多様化・巧妙化しており、増加の一途を辿っています。このようなサイバー攻撃に効果的に対処するため、防御のための様々な研究や対策が行われています。しかし、攻撃手法も日々進歩しており、未知の脆弱性の悪用や内部犯等の脅威など、セキュリティリスクを完全に無くすことはできず、この状態は今後も続くことが予想されます。現状のサイバー攻撃対処は、人手を介する対処が主であり、また対処を行うには高度な専門知識が必要となるため、多様化するサイバー攻撃に対し、保有する多くのシステムを防御することは困難となっております。さらに、インフラを支えるシステム等の高い運用継続性が求められるシステムについては、サイバー攻撃を受けたとしても運用を停止せず、可能な限り機能を損なわずに運用を継続しながらもサイバー攻撃対処を同時に行えることも求められています。</p> <p>本研究テーマでは、防御側の負担を軽減しつつ、多様化するサイバー攻撃に対処するため、サイバー攻撃の被害拡大防止とシステムの運用継続とを両立した自動対処を行うシステムの実現にあたって必要とされる、人工知能を活用するための理論又は方法等に関する基礎研究を募集します。</p>	

(8) 意図的に組み込まれたぜい弱性に対するサイバー防護技術に関する基礎研究

キーワード	ぜい弱性検出、ファームウェア改ざん、ハードウェアぜい弱性、スパイチップ
研究費規模	タイプS
研究テーマの概要及び応募における観点	
<p>近年、サイバー攻撃は多様化・巧妙化しており、増加の一途を辿っています。このようなサイバー攻撃に効果的に対処するため、防御のための様々な研究や対策が行われています。しかしながら、攻撃手法も日々進歩しており、潜在的な未知のぜい弱性を悪用されるリスクや、導入する製品に意図的にぜい弱性が組み込まれているサプライチェーンリスクなど、セキュリティリスクを完全に無くすことはできず、この状態は今後も続くことが予想されます。このようなぜい弱性を持つ不正なプログラムや部品が秘密裏にシステムに仕掛けられれば、攻撃者によりそれが利用され、システムが動作不能になる、誤動作が誘発される、重要な情報が不正に取得される、等の事象が突然引き起こされる可能性があります。</p> <p>本研究テーマでは、攻撃者が製造段階等でハードウェアやソフトウェアに組み込んだぜい弱性について、網羅的かつ効率的に検出するための理論又は方法等に関する基礎研究を募集します。ただし、特定の環境のみで実現可能なものではなく、汎用性や拡張性を兼ね備えているものを対象とします。</p>	

(9) ソフトウェア耐タンパー技術に関する基礎研究

キーワード	セキュリティ、ソフトウェア、耐タンパー、秘密計算、情報保護機械学習
研究費規模	タイプS
研究テーマの概要及び応募における観点	
<p>一般的に、ソフトウェアを配布・流通する過程においては、その実行ファイルが解析されることで、プログラムに含まれている処理フローやノウハウが流出してしまうというリスクをはらんでいます。また、ATMやクローズド環境の通信機器など特殊な端末には、漏洩し改変されてはならないソフトウェアが含まれている場合がありますが、こうした特殊な端末に対しては、ストレージを暗号化するだけでなく、配布・インストール段階における漏洩にも備える必要があります。さらに、こうした端末で扱われる情報は機密性が高いことが多く、暗号化されたストレージから実行時にデータを復号して読み出す際の情報漏洩のリスクにも備える必要があります。</p> <p>従来、重要情報漏洩のリスクを低減したい場合は実行環境をハードウェア的な対策によって保護することが行われてきましたが、この場合は、対策を施した特殊な端末が必要となり、経済性や運用面で許容できないこともあります。</p> <p>本研究テーマでは、ソフトウェア的な対策のみによりソフトウェアのアルゴリズムや、取り扱われるデータ等の重要情報を保護する方法の実現に資する、耐タンパー性に関する基礎的な研究を募集します。なお、ハードウェアを併用する耐タンパー技術は対象外とします。</p>	

(10) 量子通信・量子暗号に関する基礎研究

キーワード	量子通信、量子暗号、量子計算、ワイヤレス、光子検出、量子中継
研究費規模	タイプS
研究テーマの概要及び応募における観点	
<p>情報通信における安全性と利便性は非常に大切な要素であり、特に前者については、安全な暗号の使用が不可欠です。現在は主に計算量的安全性に基づく数理論暗号が用いられていますが、将来的に量子計算機が暗号解読に応用されれば、過去に通信したデータを含め安全性が脅かされる可能性があるといわれております。</p> <p>この脅威に対する根本的な対策として、情報理論的に安全な量子暗号(量子鍵配送)のニーズがあります。特にワイヤレス通信においては、盗聴不可能性の確保は重要となります。また、こうした量子暗号、量子通信においては、伝送速度の確保が実用化において特に重要な課題となります。</p> <p>本研究テーマでは、将来の安全な通信ネットワークの実現に資する技術のうち、量子を用いたワイヤレス通信に関する基礎研究を募集します。</p>	

(11) 固体レーザー材料に関する基礎研究

キーワード	固体レーザー、レーザー結晶、セラミック、マテリアルズインフォマティクス
研究費規模	タイプS
研究テーマの概要及び応募における観点	
<p>電気エネルギーで励起する高出力レーザーは、その取扱いの容易さから、様々な場面での活用が期待されています。特に固体レーザーは重要な技術であり、これまで様々な材料が単結晶あるいはセラミックの形で用いられています。こうした材料については、過去、諸外国において多大な時間を投じて探索された実績はあるものの、潜在的に有望な特性を持つ材料がいまだに発見されていない可能性があります。昨今の技術進展により、情報科学と材料科学が融合したマテリアルズインフォマティクスや、ハイスループット材料合成技術による効率的な材料探索が可能になっており、これらの技術を活用することで、新たなレーザー材料が見つかる可能性が高まります。また、第一原理計算等の計算機シミュレーションを用いることで、発振波長等、所望の特性を持つ材料を設計又は予測することができれば、技術のさらなる進展が見込まれます。</p> <p>本研究テーマでは、レーザー発振媒質を中心とした光学材料に関して、最近の材料科学を活用した効率的な探索手法や、計算機シミュレーション等を用いることにより所望の特性を持つ材料の設計や特性予測を可能とする理論又は手法に関する基礎研究を募集します。</p>	

(12) 光の伝搬に関する基礎研究

キーワード	レーザー、ビームパターン、光の角運動量、補償光学、フィラメンテーション
研究費規模	タイプS
研究テーマの概要及び応募における観点	
<p>光、特にレーザー光の伝搬は学術的に非常に興味深い研究領域です。例えば、レーザー光のビーム形状は伝搬特性に影響を与えることが知られており、ある波面形状では、障害物に対する自己回復性を持つことから、長距離伝搬においても集光性が保たれることが知られております。さらなる長距離伝搬においては、波面を積極的にコントロールすることで集光特性を改善する研究が行われており、天文学の分野では既に実用化されています。また、レーザー光の時間軸のコントロールも伝搬特性に影響を与えます。超短時間のパルスであるフェムト秒レーザーは、大気を含む物質中の伝搬において自己収束することが知られており、この現象を活用すべく様々な研究が行われています。</p> <p>本研究テーマでは、高出力レーザーの長距離大気伝搬における光の伝搬特性の改善に関する基礎研究を募集します。</p>	

(13)電力貯蔵及び高速放電技術に関する基礎研究

キーワード	パワーエレクトロニクス、パルス電源、コンデンサ、電力貯蔵装置
研究費規模	タイプS
研究テーマの概要及び応募における観点	
<p>レーザ、金属加工、高エネルギー物理等の分野においては、大きな電気エネルギーを貯蔵するとともに、貯蔵した電気エネルギーをほぼ瞬間的に放出することへの需要があります。このためには、短時間でエネルギーを放出するためのスイッチング素子と、電気エネルギーを貯蔵しパルス放電可能な装置の双方が必要となります。</p> <p>近年、様々なパワー半導体デバイスが実用化されていますが、ピーク電流が数百キロアンペアから数メガアンペア程度の大電流パルスを扱うスイッチングの場合、現在もギャップスイッチやイグナイトロンが使用されており、半導体素子化が進んでおりません。一方、既存技術で大電流パルスを高速連続出力(数秒間隔で複数回のパルスを出力)可能とするシステムを構築した場合は、エネルギー貯蔵装置を含め、現状ではシステムの大規模化が必須であることから、システム全体の小型化に課題があります。高出力パルス電源装置を進展させていくためには、様々な分野からの新しいアイデアや材料等の研究が求められています。</p> <p>本研究テーマでは、高エネルギーを短時間で出力可能な電源システムについて、スイッチング素子及び再充電回路も含めたシステム全体の小型高性能化に寄与しうる基礎研究を募集します。ただし、放電周期が数秒程度の電源システムを対象とします。</p>	

(14)革新的な航空機等の推進装置に関する基礎研究

キーワード	ジェットエンジン、極超音速、燃費向上、計測技術、耐熱材料
研究費規模	タイプS
研究テーマの概要及び応募における観点	
<p>航空機等に関する技術において、ジェットエンジンを代表とする推進装置の大幅な性能向上は最重要課題の一つとなっており、常に小型軽量化、大出力化、燃費向上、計測技術の高度化等、様々な技術分野における性能向上が求められています。そのために、例えば、燃焼室の燃焼温度の上昇に資する耐熱材料、極超音速飛行時の燃焼効率の向上に資するラムジェットエンジン、燃焼効率の大幅な改善に資する動力システムのハイブリット化等、推進装置に関する幅広い研究の進展が期待されます。</p> <p>本研究テーマでは、ある程度の大きさを持つ航空機等の推進装置の大幅な性能向上に関する基礎研究を募集します。ただし、大気中での飛行を前提とし、人工衛星等を目指した推進装置に関する研究は対象外とします。</p>	

(15)革新的な船舶技術に関する基礎研究

キーワード	抵抗低減、動揺低減、構造軽量化、燃費向上、信頼性向上、推進器の性能向上、氷海域、浅海域
研究費規模	タイプS
研究テーマの概要及び応募における観点	
<p>近年、船舶から排出される温室効果ガスや騒音の抑制等、海洋環境の負荷を低減するための研究や対策が行われています。しかし、船舶が環境に影響を及ぼす原因は多岐にわたるため、抵抗低減、動揺低減、構造軽量化、燃費向上といった出力の効率化だけでなく信頼性向上や推進器の性能向上等、様々な技術分野における性能向上が求められています。</p> <p>本研究テーマでは、船舶の大幅な性能向上に資する船舶技術に関する定量的な目標を設定した基礎研究を募集します。</p>	

(16)革新的な水中通信、センシング及び電力伝送に関する基礎研究

キーワード	光通信、音響通信、ワイヤレス電力伝送、アクティブセンシング、メタマテリアル
研究費規模	タイプS
研究テーマの概要及び応募における観点	
<p>水中での作業範囲の拡大、作業効率の向上には、それを支援する情報及び電力の伝搬の性能向上が必要不可欠です。水中は地上や空中とは大きく異なり、音・光・電波の伝わり方も全く異なるものとなっており、こうした水中環境下で情報・電力の伝搬や、物体・環境の把握を行うにあたっては、伝搬距離や精度等の向上が重要となっています。また、水中でのエネルギーの確保についても、地上や空中とは大きく環境が異なるため、特有のアプローチが必須となります。</p> <p>本研究テーマでは、水中における音波の制御、情報・電力の伝搬、物体・環境の把握技術の大幅な向上や、水中でのエネルギー確保に関する定量的な目標を設定した基礎研究を募集します。ただし、実海面においてデータを取得し、海洋環境の影響を含めて評価する研究を対象とします。</p>	

(17)優れた機械的特性を有する新たな材料探索に関する基礎研究

キーワード	マテリアルズインフォマティクス、コンビナトリアル合成、機械特性
研究費規模	タイプS
研究テーマの概要及び応募における観点	
<p>マテリアルズインフォマティクス(MI)やモデリング & シミュレーション技術により、優れた特性を有する新材料の探索方法は大きく変化しています。計算機の高度化に伴い、材料の持つ複雑な特性を理論計算することが可能になっており、計算により予測した材料を実際に作成するフェーズにおいても、パラメトリックに組成を変化させた材料を複数同時に作成し、高速で計測を行うハイスループット材料合成・評価技術により、試作検証サイクルの高速化が可能になっています。</p> <p>ただ、こうした効率的材料探索技術の恩恵にあずかれる材料特性は電氣的・化学的なものが中心です。機械的な特性(各種強度、弾性等)についての、理論的な予測やシステムティックな材料合成は発展途上であり、いまだに経験に基づく材料探索やノウハウに基づいたサンプル製造が中心となっています。</p> <p>本研究テーマでは、MIやM&S技術などによる効率的材料探索手法を、優れた機械的特性を持つ材料の探索や効率的な材料製造及び評価に広げていくための基礎研究を募集します。</p>	

(18)先進的な耐衝撃・衝撃緩和材料に関する基礎研究

キーワード	材料、繊維、耐衝撃性、ダイラタンシー材料
研究費規模	タイプS
研究テーマの概要及び応募における観点	
<p>耐衝撃性に優れる材料や衝撃を緩和する材料は、人員や機材を保護するという観点から重要です。一般的には、硬度、靱性、弾性が高い材料は耐衝撃性に優れると言えます。一方、衝撃の速さに対して特異的なふるまいを有する材料がいくつか知られており、例えばダイラタンシー材料は、高速変形に対して硬度が特異的に増加します。この性質を利用することにより、衝撃を受けた箇所についてのみ硬化させることが可能です。繊維材料についても、引張速度が速くなると引張強度、弾性、伸び率等が著しく向上するものが存在し、ひずみ速度と機械的強度や伸び率に関する研究が行われています。</p> <p>こうした分野の研究に関しては、昨今の情報科学の進展を踏まえることで、耐衝撃性についての分子動力学法による原理の解明や、その原理を用いた高耐衝撃材料や衝撃緩和材料の設計についての研究が期待されます。</p> <p>本研究テーマでは、高速物体の衝突に耐える、またはその衝撃を緩和する材料における、情報科学と材料科学の融合による原理究明や効果的な材料探索に関する基礎研究を募集します。</p>	

(19)ナノ構造表面に関する基礎研究

キーワード	ナノインプリント、微細加工、バイオメテイクス、反射防止、機能表面、電磁波吸収
研究費規模	タイプS
研究テーマの概要及び応募における観点	
<p>ナノメートルオーダーの微細な構造が周期的に並んだ表面構造は、様々な特性を有しています。例えば、金属等で周期的な微細構造を構成することで、光や電波の反射を防止する表面が実現できます。このような微細構造の作製については、半導体プロセスを用いた手段が一般的ですが、ナノインプリンティング等、より効率的に大面積に構造を作成するための研究も数多く行われています。現状では、対象とする材料が限定される、中空構造等の複雑な構造は製造困難等、いまだ目的の構造の製造には制約があることから、様々な構造を平易に作成可能とする新たな着想が求められています。</p> <p>本研究テーマでは、効率的に大面積化を図ることを視野に入れた、物理的または化学的に特異な特徴を有するナノスケールオーダーの構造表面に関する基礎研究を募集します。</p>	

(20)接着・接合技術に関する基礎研究

キーワード	接着剤接合、異材接合、無縫製化
研究費規模	タイプS
研究テーマの概要及び応募における観点	
<p>接着・接合技術は、様々な場面で広く用いられており、その使用範囲は拡大しています。構造材料においては、航空機や自動車等の分野にて複合材と複合材又は金属の組み合わせに接着が用いられており、艦船や建物のような大型の構造物においてもボルトや釘等に代わり接着剤が用いられるようになってきました。最近では接着強度を保ちつつ、弾性特性を活用した接着剤の研究により、剛性差や振動・衝撃を吸収する接着剤接合も期待されています。</p> <p>また、繊維材料においても、生地同士を縫うことなく接合して衣類を製造する無縫製技術が発展しています。無縫製技術は、縫い目からの水の浸透や縫い目による肌ストレスの削減、着心地やデザインの向上が期待されます。</p> <p>本研究テーマでは、CFRP等の複合材、金属材料又は繊維材料における接着・接合部分の信頼性の定量評価に資する基礎研究を募集します。</p>	

(21)自己修復材料に関する基礎研究

キーワード	自己修復材料、自己治癒、超分子ポリマー、気密性、水密性
研究費規模	タイプS
研究テーマの概要及び応募における観点	
<p>自己修復材料は、発生した損傷を自発的に回復する機能を有した材料で、金属、高分子材料、セラミックス、コンクリート材料等、幅広い材料系において研究が行われています。本技術の実用化により機械部品、保護材料、塗装等の幅広い分野において材料の長寿命化、メンテナンスフリー化や安全性の向上などに寄与することが期待されており、一部は既に実用化されています。</p> <p>現在までに、材料に修復材や触媒を内包する手法、可逆性の結合を利用する手法等、様々な基礎的研究が行われており、自己修復機能のみならず、自己クリーニング等の関連する機能についての検討も行われています。</p> <p>本研究テーマでは、損傷や加熱等が刺激になって自己修復が開始するような無機材料又は高分子材料の自己修復機能に関する基礎研究を募集します。</p>	

(22)赤外線領域における新たな知見に関する基礎研究

キーワード	赤外線検出、赤外線発光、波長変換、センシング
研究費規模	タイプS
研究テーマの概要及び応募における観点	
<p>赤外線は、熱放射による物体の検出や、分子振動との相互作用を用いた各種の計測に用いられる重要な波長領域であり、発光、検出、波長変換、計測等の様々な研究が盛んに行われています。</p> <p>本研究テーマでは、赤外線領域の発光素子又は受光素子の動作原理の解明に関する基礎研究を募集します。</p>	

(23)先進的な演算デバイスに関する基礎研究

キーワード	非ノイマン型アーキテクチャ、分子コンピューティング、バイオコンピューティング、ニューロモーフィックデバイス、Domain-Specific Architecture
研究費規模	タイプS
研究テーマの概要及び応募における観点	
<p>情報処理の規模は年々増大しているものの、その処理を支える半導体の微細化による性能向上は限界が顕在化しています。そのため、既存の情報処理アルゴリズムを処理局面に応じて適応的に高速化する新しい手法、アーキテクチャが求められています。こうしたアーキテクチャには高速化の他、小型化、省電力化等の著しい向上が併せて期待されています。</p> <p>これに対する解決策の一つとして、従来のノイマン型アーキテクチャ以外のアーキテクチャを採用した演算デバイスの研究も行われています。こうしたデバイスの中には、特定の情報処理の飛躍的な高速化が期待できるものがあり、例えば、ある種の量子コンピュータや生体の脳を模したニューロ・モーフィック・コンピュータは、アーキテクチャとしては既に実用レベルであると考えられ、それぞれの特長を生かすための処理方法についての研究が進められています。</p> <p>加えて、DNA などの生体分子反応による演算の可能性や、生体内の組織をコンピュータに見立てて演算を行う分子コンピューティング、バイオコンピューティング等の非常に萌芽的な研究も行われています。</p> <p>本研究テーマでは、既存のアーキテクチャや演算手法の改善に留まらない、これまで実用化されていない演算デバイス又は演算機構等に関する基礎研究を募集します。</p>	

(24)衛星に依存しない測位・航法に関する基礎研究

キーワード	慣性航法、航法補正、マップマッチング、高精度発振器、原子干渉計
研究費規模	タイプS
研究テーマの概要及び応募における観点	
<p>GPSに代表される衛星測位システム技術は、生活の様々な場面で既に浸透しており、将来も自動運転技術や農作業の無人化技術等において不可欠です。しかし、都市の高層ビルの谷間、屋内、地下、水中、トンネルの中などでは、測位信号が外乱や遮蔽などにより届かないため、衛星に依存しない航法・測位技術のニーズがあります。このような場面では、慣性航法技術を使用するのが一般的でしたが、長時間にわたって慣性航法に頼ると誤差が累積するという問題があります。このような問題点を解消するため、様々な航法技術を融合することが注目されています。</p> <p>本研究テーマでは、外部システムからの情報に依存せず、長時間にわたって累積誤差の飛躍的な低減につながるような測位・航法技術に関する基礎研究を募集します。</p>	

(25)冷却技術に関する基礎研究

キーワード	ペルチェ冷却、熱電材料、磁気冷凍、強相関係物理、レーザ冷却
研究費規模	タイプS
研究テーマの概要及び応募における観点	
<p>SQUID (Superconducting QUantum Interference Device: 超電導磁気センサ) や冷却型赤外線センサは、極低温に冷却して熱ノイズを低減することで高感度のセンシングを可能としていますが、冷却するためには、現状、コンプレッサーを持つ冷凍機や液体窒素等の冷媒が必要になり、このことがセンサシステムの小型化や長期間のメンテナンスフリー稼働の妨げとなっています。このため、機械的な動作や冷媒を不要とした新たな冷凍機の実現が望まれます。</p> <p>異なる金属間に電流を流すことで冷却するペルチェ冷却は古くから知られていますが、高性能化を実現するためには、高ゼーベック係数、高電気伝導、低熱伝導といった一見矛盾する性質を同時に満たす熱電変換材料を創出する必要があります。近年の強相関係物理学の進展により、これらの3要素を高いレベルで満たしたβ-CuAgSeやFeS、C₂といった新たな熱電変換材料が創出され、このような材料の設計指針も明らかになってきました。また、原子気体の冷却のために開発されたレーザ冷却によって固体素子を冷却する新たな光学冷却技術も関心を集めています。</p> <p>本研究テーマでは、冷媒の定期的な供給が不要で、機械的動作による振動がないコンパクトな冷凍機の実現に資する、現時点で実用化されていない物理現象や理論、方法等を用いた冷却技術に関する基礎研究を募集します。</p>	

(26)非接触手法による地中物質把握技術に関する基礎研究

キーワード	地中探査、地中センシング、地中イメージング、非破壊検査、異質物検出
研究費規模	タイプS
研究テーマの概要及び応募における観点	
<p>地中への侵襲計測を行わずに、遠隔から土壌の状態や埋設物の有無を計測することができれば、車両走行、土木工事、農作業等において有益な情報を得ることができます。また、地中に埋没された物体に対し、存在の有無を検知するだけではなく、その材質、内部構造等の把握が可能になれば、埋設された物体の危険性が判断できます。</p> <p>現在、こうした用途には電波を用いた地中レーダや超音波を利用したセンシング装置が実用化されていますが、より精度を高めるためには、雑音、解像度等において改善が必要な状況です。また、より透過性の高いX線等の各種放射線や素粒子を用いて地中の状態を観測するアプローチも考えられますが、これらの観測装置は現状大型であり、人に対する安全性を担保しつつ小型化・軽量化を図るためには革新的なアイデアが求められます。</p> <p>本研究テーマでは、地中埋設物の探知や同定を含む高精度な土質状態把握技術に関する基礎研究を募集します。</p>	

(27)磁気センサ技術に関する基礎研究

キーワード	磁気センサ、光ポンピング磁気センサ、グラジオメータ、スピントロニクス
研究費規模	タイプS
研究テーマの概要及び応募における観点	
<p>磁気センサはスマートフォンやハードディスク等に使用され、日常生活に欠かすことのできないものとなっています。磁気センサには、極めて高感度な超電導磁気センサや小型、高感度で安価なMIセンサ等、多くの検出方式が存在します。</p> <p>これらの磁気センサは、検出感度、周波数特性、動作環境（動作可能温度、外部磁気量）、価格等が様々です。例えば、医療機器等に使われている超電導磁気センサは他の方式の磁気センサと比較して圧倒的に高い感度を有していますが、超電導体を使用するために液体窒素あるいは液体ヘリウムでの冷却が必須となります。</p> <p>また、MIセンサは多くのスマートフォンに内蔵されるほど安価な磁気センサですが、光ポンピング磁気センサや超電導磁気センサと比べると感度は低くなります。</p> <p>このように、全ての要素で優れた磁気センサは存在しないために、磁気検出が必要となる条件毎に、それぞれの特徴から最も適した検出方式の磁気センサが使用されています。</p> <p>本研究テーマでは、これまで実用化されていない新たな磁気センサの原理や構造についての提案や、新たな磁気センサのための材料探索手法、新たな磁気センサの開拓につながるような物質と磁気（磁場）との相互作用の解明等、磁気センサ技術に関する基礎研究を募集します。</p>	

(28)化学物質検知技術に関する基礎研究

キーワード	多孔性配位高分子、吸着材料、クロミズム、ナノ材料、ナノセンサ
研究費規模	タイプS
研究テーマの概要及び応募における観点	
<p>人体の防護のために、外界（大気中）に存在する微量の有害物質を検知・除去する技術は重要です。有害な化学物質の存在をモニタリングできる技術の一つとして、シリカゲル、ゼオライト等の吸着材料の吸着性能や選択性の向上といった研究がなされております。また、近年では構成する配位子や金属イオンの組み合わせにより多様な設計が可能な多孔性金属錯体（PCP）についての様々な研究が行われており、分子を取り込む際にナノ細孔の構造を変化させるものや、分子を吸着することによる分子構造あるいは分子集合状態の変化に応じて色が可逆的に変化するものなどが提案されています。こうした新たな吸着材料は、有害な化学物質の存在をモニタリングできる材料としての応用も期待されます。</p> <p>また、化学物質を吸着する材料として、例えばカーボンナノチューブやグラフェンといった次世代の炭素系材料は、化学物質の吸着により特性が変化することが知られており、この性質を利用することで化学センサの小型化・軽量化へ貢献できる材料として注目されています。</p> <p>本研究テーマでは、大気中に存在する有害な化学物質を選択的に吸着する材質や、微量な化学物質を短時間で検知可能なセンサ等、化学物質の吸着および吸着による検知に関する基礎研究を募集します。</p>	

(29)新しい原理・アイデアを用いた画像記録・再生技術に関する基礎研究

キーワード	コンピュータショナルフォトグラフィ、ライトフィールドカメラ、マイクロレンズアレイ、自由視点画像生成、レンズレスカメラ、開口合成、ゴーストイメージング
研究費規模	タイプS
研究テーマの概要及び応募における観点	
<p>一般的にカメラで用いられる撮像は、対象物の特定周波数(赤、緑、青の可視光、赤外線等)の反射光を、光学系を介して受光面で結像させることにより2次元の写真に表現する形式をとっています。そのため、得られた画像データからは特定周波数以外の周波数情報、光源の情報、3次元構造の情報等が欠落しています。こうした情報をうまく取り込むことができれば、撮像後でも後処理を行うことで、物質特定、3次元画像化、視点・フォーカス変更等が、自由にできるようになります。さらに、例えば空間的に撮像位置が異なり、かつフレームタイミングも異なる複数のカメラによる撮影画像であっても、同一の対象を撮影したものであれば、それらを統合・再構築することにより、類似の効果を得ることも可能と考えられます。</p> <p>また、通常のカメラではレンズを用いているため、小型化、薄型化に限界がありますが、画像の品質を損なわず、レンズ不要な撮像技術が実現すれば、撮像装置の著しい小型化、薄型化が期待できます。このような技術を実現するシステムとしては、例えばマイクロレンズアレイで捉えた光に位相差や時間遅れを与えて合成する処理が考えられますが、これらは補償光学における波面センサとの類似性があることから、光学望遠鏡の性能向上も期待できます。</p> <p>本研究テーマでは、これまでの撮像装置では用いられていない、新しい概念を用いた撮像技術に関する基礎研究を募集します。ただし、現実的な処理時間で実現できる方法を対象とします。</p>	