

我が国における光・量子ビーム施設の 研究開発について

量子ビームテクノロジーについて

大型の加速器などを使い、光子や中性子等の多彩なビームを発生させて、物質の原子レベルの構造を観たり、ナノレベルで加工したりすることにより、様々な分野のイノベーション創出に貢献する研究開発や原子核・素粒子物理学における自然界の基本法則の探究などに貢献している。

観る



創る



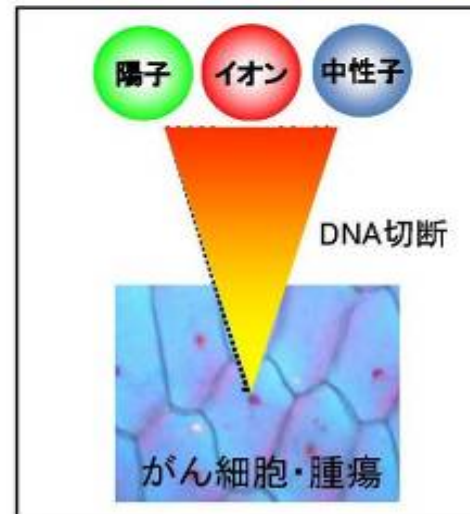
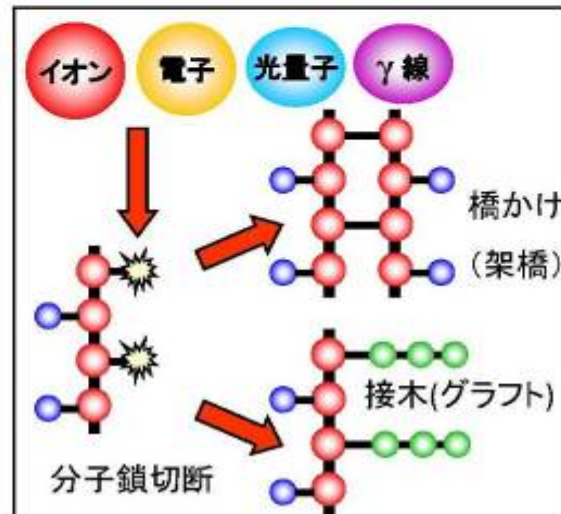
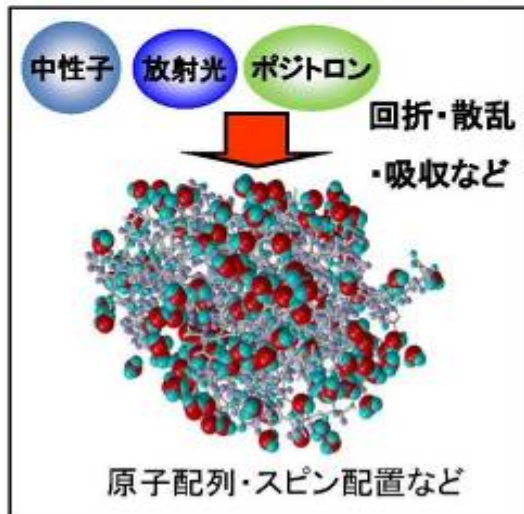
治す



原子・分子レベルで観察する

原子・分子レベルで加工する

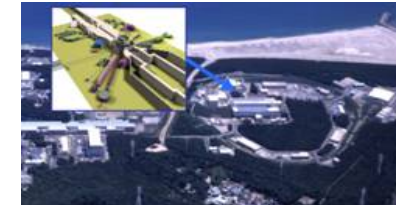
細胞レベルで治療する



大型放射光施設 (SPring-8)
X線自由電子レーザー施設 (SACLA)



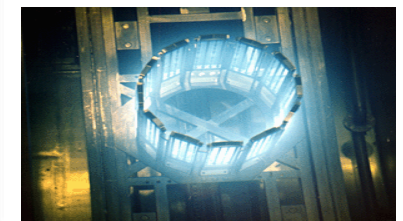
大強度陽子加速器施設 (J-PARC)



研究炉 JRR-3



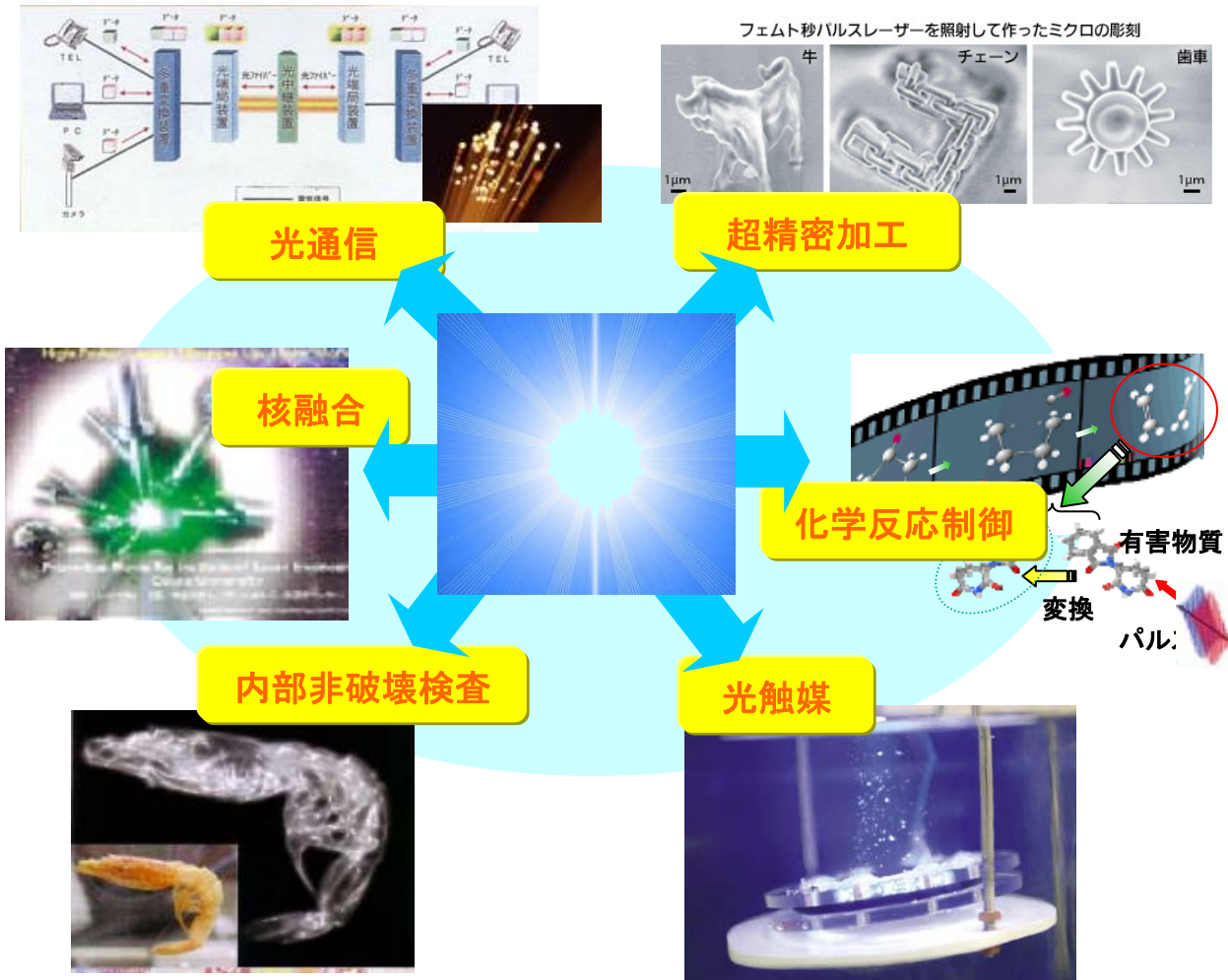
コバルト60ガンマ線源



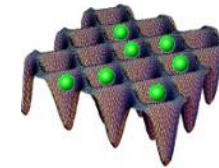
光科学技術について

光は、その多くの優れた特長を活用して、微細な観測・精密加工・物質創成などに利用されている。光科学技術は高精度・高安定・高強度な光源の開発やその利用を通じて光の更なる高度利用を追求するものであり、極めて多様な学術・産業分野を支えるキーテクノロジーとして、欧米においても戦略的に施策が推進されている。

光科学の支える広範な分野



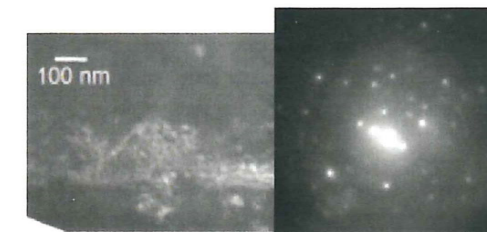
最先端の光科学



6500万年に1秒の誤差で、“1秒”の世界標準を塗り替える可能性のある光格子時計



レーザー光のエネルギーが熱に変わる前に加工が終わり、マッチに火がつく前に切断ができる、アト秒パルスレーザー



ダイヤモンドより硬いスーパーダイヤモンドなど、レーザーで作りに出した超高压化で生成した物質を凍結してそのまま取り出す高压相凍結技術

光・量子ビーム研究開発に関する最近の議論

「光・光量子科学技術の推進方策に関する検討会報告書」(平成17年1月)

光・光量子科学技術の推進方策に関する検討会
(局長諮問会議)

- ・重点課題推進のための各種研究拠点の整備・支援が必要
- ・基礎的・基盤的課題解決のための中長期的・継続的な研究支援が必要
- ・大学機器を集約・共用する光・光量子科学技術研究開発支援センターの整備が必要

「量子ビーム研究開発・利用の推進法策について」最終報告書 (平成18年1月)

量子ビーム研究開発・利用推進検討会
(局長諮問会議)

- ・量子ビームの中でも特にJ-PARC及びRIBFを主軸とする中性子・Rビーム等の利用について方策等を取りまとめ
- ・当面採るべき方策として、①未着手ビームラインの機器・利用系構築、②ビーム利用に係る各種促進プログラムの導入を提起

「横断的利用の促進と先端的基盤研究開発の推進」(平成19年6月)

科学技術・学術審議会
研究計画・評価分科会
量子ビーム研究開発作業部会

- ・量子ビームは複数のビームを補完的に利用することで高い成果が得られるため、産業利用を中心として一元的な窓口の構築を目指すことが重要
(量子ビームプラットフォーム)
- ・基盤技術開発について汎用性・革新性と応用性が広く、5年程度で実現できる研究テーマを実施すべき
- ・コーディネータの確保、若手研究者の育成が重要

「光科学技術の推進に関する懇談会中間報告書」(平成19年7月)

光科学技術の推進に関する懇談会
(局長諮問会議)

- ・光科学技術分野のシーズと他分野とのニーズとを有機的に結合させるためには、ネットワーク形成の促進が必要
- ・そのため、研究拠点公募型プログラムと研究テーマ公募型プログラムの両輪を一貫して進める必要あり

現在の大型量子ビーム施設・光科学拠点

■共用法に基づく**特定先端大型研究施設**をはじめとした
量子ビーム施設の整備・共用の促進

■**施設間の連携の推進**



光科学技術拠点

課題名 融合光新創生ネットワーク
幹事機関 日本原子力研究開発機構
参画機関 大阪大学、京都大学、自然科学
研究機構分子科学研究所
※ **高品位高輝度光源の開発**

HISOR



施設種: 放射光
設置者: 広島大学
立地: 広島県東広島市

SAGA-LS



施設種: 放射光
設置者: 九州大学
立地: 佐賀県鳥栖市

立命館大学SRセンター



施設種: 放射光
設置者: 立命館大学
立地: 滋賀県草津市

SPring-8・SACLA



施設種: 放射光・レーザー
設置者: 理化学研究所
立地: 兵庫県佐用郡

UVSOR



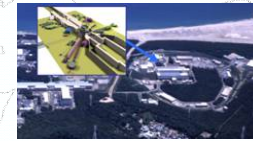
施設種: 放射光
設置者: 自然科学研究機構
(分子科学研究所)
立地: 愛知県岡崎市

TIARA



施設種: イオンビーム
設置者: JAEA
立地: 群馬県高崎市

J-PARC



施設種: 中性子線
設置者: J-PARC: JAEA・KEK、その他: JAEA
立地: 茨城県那珂郡

JRR-3



JRR-4



PF・PF-AR



KEKB



施設種: PF: 放射光、KEKB: 電子・陽電子ビーム
設置者: 高エネルギー加速器研究機構
立地: 茨城県つくば市

RIBF



施設種: イオンビーム
設置者: 理化学研究所
立地: 埼玉県和光市



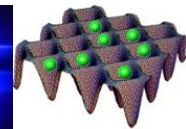
光科学技術拠点

課題名 先端量子科学アライアンス
幹事機関 東京大学
参画機関 理化学研究所、電気通信大学、
慶應義塾大学、東京工業大学
※ **超高周波数安定光源、アト秒科学の確立**

■**光科学研究拠点の形成**

■**量子ビーム基盤技術の開発を推進**

(「光・量子科学研究拠点形成に向けた基盤技術開発」)



光・量子ビーム科学施策マップ

基盤的研究開発

大学・理研・JAEA・KEK 等運営費交付金

機関毎の中期目標に基づき、基盤的研究開発を実施。

科学研究費助成事業

研究者の自由な発想に基づく研究を発展させることを目的とし、独創的・先駆的な研究に対して助成。

戦略的創造 研究推進事業

(さきがけ) (H20~H25)

光の利用と物質材料・生命機能

(CREST) (H20~H27)

先端光源を駆使した光科学・光技術の融合展開

(ERATO)

五神先生、腰原先生、高原先生 etc

戦略的研究開発・ネットワーク形成

最先端の光の創成を目指したネットワーク 拠点形成プログラム

ネットワーク型拠点による最先端の光源開発と、それを通じた我が国の光科学を支える若手人材育成を推進。

(H20~H29)

量子ビーム基盤技術開発プログラム

汎用性・革新性・応用性のある基盤技術開発により、量子ビーム技術の発展・普及、人材育成の拠点を形成を推進。

(H20~H24)

実用化開発

NICT

NEDO

産総研

製品化に近い技術シーズを企業の製品開発につなげる研究開発を推進。

先端施設の利用

開発した技術の導入・共用化

先端施設共用

先端研究施設共用促進事業

汎用性・革新性・応用性のある研究基盤の共用を促進する。(共用法以外の中・小型基盤施設が対象)

特定先端大型研究施設の共用の促進に関する法律に基づく補助

我が国の最先端大型研究施設について、基盤を強化するとともに、広く研究者等への共用を促進する。(SPring-8・J-PARCなど)

特定先端大型研究施設の共用の促進に関する法律(概要)

先端大型研究施設の整備と、広く民間企業も含めて研究者等の利用に提供するとともに、充実した支援体制を構築するための法律

国(文部科学省) 共用の促進に関する基本的な方針の策定

実施計画の認可

理化学研究所

- ◇次世代スーパーコンピュータの開発、特定高速電子計算機施設の建設・維持管理 等
- ◇SPRING-8・SACLAの共用施設の建設・維持管理 等

日本原子力研究開発機構

- ◇特定中性子線施設の共用施設の建設・維持管理 等

先端的な研究施設の開発にポテンシャルを有する研究機関が施設の開発等を実施。

連携

実施計画の認可、業務規程の認可、改善命令

(共用)

登録機関

外部専門家

- ◇利用者選定業務
(外部専門家の意見を聞きつつ、研究等を行う者の選定 等)
- ◇利用支援業務 (情報の提供、相談等の援助)

公平かつ効率的な共用を行うため、施設利用研究に専門的な知見を有する、開発主体とは別の機関が利用促進業務を実施。

特定先端大型研究施設

世界最高レベルの性能を有し、広範な分野における多様な研究等に活用されることによりその価値が最大限に発揮される大規模な研究施設

特定中性子線施設
(J-PARC中性子線施設)



特定高速電子計算機施設
(次世代スーパーコンピュータ京)



特定放射光施設
(SPRING-8・SACLA)



広範な分野の研究者の活用

利用者(民間、大学、独立行政法人、基礎研究から産業利用まで幅広い利用)

独立行政法人

大学

民間

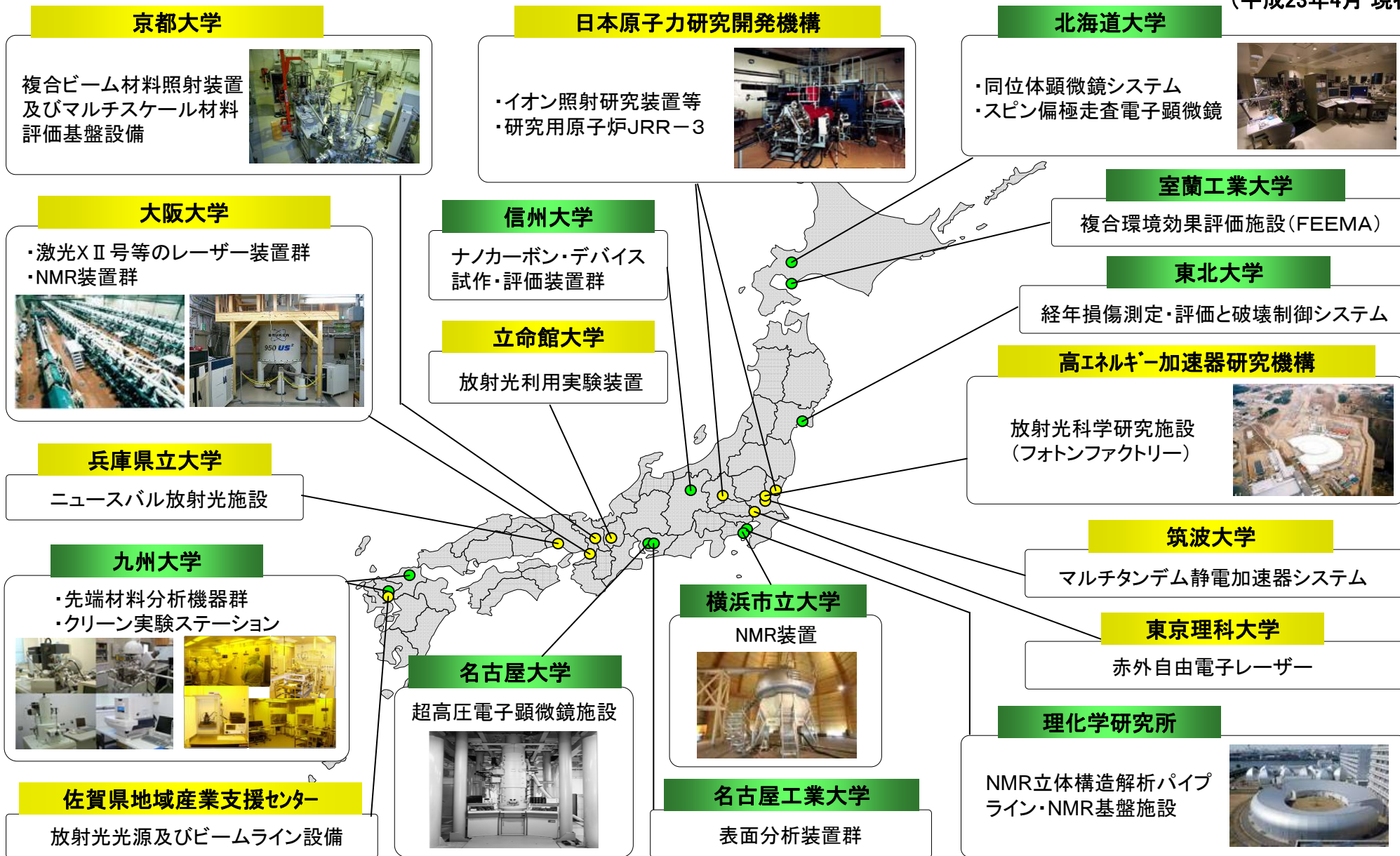
- 公正な課題選定
- 情報提供、研究相談、技術指導等

利用の応募

↑
利用者の
ニーズ

先端研究施設共用促進事業 実施機関・施設一覧（放射光、計測分析関係 抜粋）

（平成23年4月 現在）



このほか、TSUBAME2.0(東京工業大学)など、計30施設が対象

戦略的創造研究推進事業（新技術シーズ創出）（JST）

目的

社会的・経済的ニーズを踏まえ、国が定めた**戦略目標**の下、科学技術振興機構(JST)において**研究領域**を設定し、**組織の枠を超えた時限的な研究体制**(バーチャルインスティテュート)を構築して、**イノベーションにつながる新技術シーズの創出**を目指した課題達成型基礎研究を推進する。

特徴

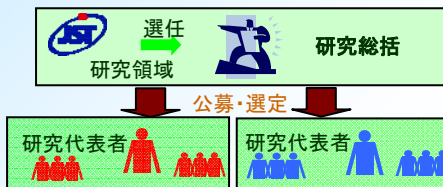
- 政策課題に対応する基礎研究を重点的に推進するための制度設計
- ①科学技術基本計画等の方針を踏まえ、**重点的に研究推進すべき対象を、「戦略目標」・「研究領域」として設定**。
- ②研究領域ごとに当該分野の第一人者を**研究総括（目利き）**として選出。研究総括は研究課題を採択するとともに、研究領域内の予算配分、研究計画の調整、研究者への助言を行う等、**研究マネジメント**を実施。
- ③イノベーションにつながる**新技術シーズを創出**し、その後の企業との共同研究等への展開を通じて、我が国の重要課題の達成に貢献。

研究推進の枠組み

課題達成型基礎研究の推進に効果的な研究制度
～産学官から組織や地域の枠を超えて研究者が集結～

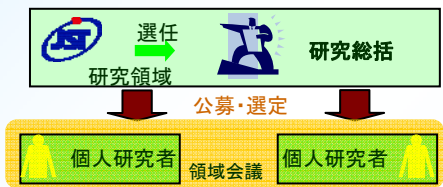
国が設定する戦略目標

CREST型



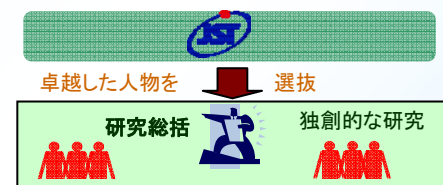
- ・インパクトの大きなイノベーションシーズを創出するためのチーム型研究
- ・研究総括がリーダーシップを発揮
- 研究期間 5年以内
- 研究費（1チーム）
総額1億5千万～5億円程度

さきがけ型



- ・未来のイノベーションの芽を育む個人型研究
- ・研究総括と領域アドバイザーのもと、研究者同士が交流・触発
- 研究期間 3年間又は5年間
- 研究費 3年型（総額3～4千万円程度）
5年型（総額5千万～1億円程度）

ERATO型



- ・独創的な研究を卓越したリーダー自らが実施
- ・人に着目した多様な人材、新たな潮流を創る
- 研究期間 5年間
- 研究費（1プロジェクト）
総額12億円程度を上限

光・量子ビーム関係の平成20年以降の研究領域

さきがけ 光の利用と物質材料・生命機能

（研究期間：H20～27 最終公募：H22）

（研究総括：奈良先端科学技術大学院大学 増原宏教授）

CREST 先端光源を駆使した光科学・光技術の融合展開

（研究期間：H20～27 最終公募：H22）

（研究総括：大阪大学伊藤正教授）

ERATO

東工大 腰原先生（H15～20）、京大 岩田先生（H17～23）
東大 上田先生（H17～23）、九大 高原先生（H20～25）など

光・量子科学技術研究拠点形成に向けた基盤技術開発

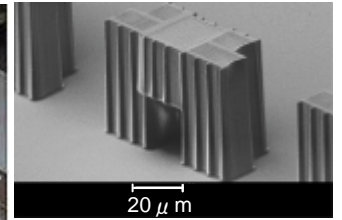
- 光科学・量子ビーム技術は、ナノテクノロジーをはじめ、ライフサイエンス、IT、環境等の広範な科学技術や微細加工等の産業応用に必要不可欠な基盤技術である。
- このため、我が国の光・量子分野のポテンシャルと他分野のニーズとを結合させ、産学官の多様な研究者が連携融合するための研究・人材育成拠点の形成を推進する。



新薬の開発



レーザー加工



微細加工

<プログラムの概要>

【対象】

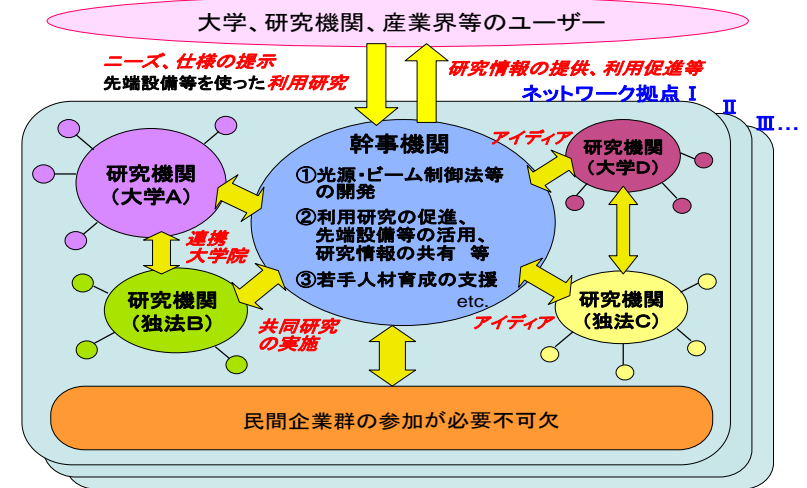
幹事機関を中心に、複数の大学、公的研究機関等が参画したネットワーク研究拠点を、公募により採択。
(大学・研究機関等を実施機関とする7課題を採択し、20年度より事業を開始。)

【ネットワーク拠点の機能】

- ① 世界に例のない独自の先端光源・ビーム制御法等の研究開発
(共同研究の実施等)
- ② 先端光源等を活用した異分野ユーザー研究者との連携
- ③ 連携大学院等の仕組みによる、次世代を担う若手人材育成

【実施期間】 5～10年程度(中間評価を厳格に実施)

～ ネットワーク型研究拠点のイメージ図 ～



量子ビーム基盤技術開発プログラム

基盤技術としての量子ビーム技術の発展と普及に資するべく、汎用性、革新性と応用性が広く、5年程度で実現可能な量子ビーム技術の研究開発を行い、あわせて量子ビーム技術を担う若手人材の育成を図る。

最先端の光の創成を目指したネットワーク研究拠点プログラム

新たな発想による最先端の光源や計測手法の研究開発を進めると同時に、先端的な研究開発の実施やその利用を行い得る光科学技術に関わる若手人材の育成を図る。

ネットワーク拠点構築による新たな基盤技術の開発によりイノベーション創出に貢献！

「光・量子科学研究拠点形成に向けた基盤技術開発」の採択課題

平成20年度に公募を実施。「量子ビーム基盤技術開発プログラム」について5課題、最先端の光の創成を目指したネットワーク研究拠点プログラム」について2拠点を採択し、事業を開始。

量子ビーム技術 高度化課題
課題名 軟X線の高速偏光制御による機能性材料の探求と創製
幹事機関 高エネルギー加速器研究機構 (雨宮 健太)
参画機関 東京大学、産総研、慶應義塾大学

量子ビーム技術 高度化課題
課題名 中性子ビーム利用高度化技術の開発
幹事機関 日本原子力研究開発機構 (加倉井 和久)
参画機関 北海道大学、東北大学、KEK、東京大学、京都大学

量子ビーム技術 高度化課題
課題名 多様なイオンによる高精度自在な照射技術の開発
幹事機関 日本原子力研究開発機構(神谷 富裕)
参画機関 大阪大学、JAXA、放医研

量子ビーム技術 高度化課題
課題名 リング型光源とレーザーを用いた光発生とその応用
幹事機関 自然科学研究機構分子科学研究所(加藤 政博)
参画機関 京都大学、名古屋大学

量子ビーム技術 次世代課題
課題名 超伝導加速による次世代小型高輝度光子ビーム源の開発
幹事機関 高エネルギー加速器研究機構(浦川 順治)
参画機関 東京大学、早稲田大学、広島大学、JAEA、東芝電子管デバイス(株)、日立ハイテクノロジーズ(株)

光科学技術課題
課題名 融合光新創生ネットワーク
幹事機関 日本原子力研究開発機構(兒玉 了祐)
参画機関 大阪大学、京都大学、自然科学研究機構分子科学研究所
※ 高品位高輝度光源の開発

光科学技術課題
課題名 先端光量子科学アライアンス
幹事機関 東京大学(五神 真)
参画機関 理化学研究所、電気通信大学、慶應義塾大学、東京工業大学
※ 超高周波数安定光源、アト秒科学の確立

「光・量子科学技術研究拠点形成に向けた基盤技術開発」の経緯

平成19年6月：「横断的利用の促進と先端的基盤研究開発の推進」
（科学技術学術審議会研究計画・評価分科会）【量子】
※原子力分野の研究開発に関する委員会量子ビーム研究開発作業部会報告書

7月：「光科学技術の推進に関する懇談会中間報告書」
（光科学技術の推進に関する懇談会）【光】

8月：科学技術学術審議会研究計画・評価分科会にて事前評価取りまとめ

平成20年4月：「光・量子科学研究拠点形成に向けた基盤技術開発」の公募開始

7月：「光・量子科学研究拠点形成に向けた基盤技術開発」の課題決定

量子ビーム基盤技術開発プログラム

5課題 5年

最先端の光の創成を目指したネットワーク研究拠点プログラム

2拠点 10年

平成22年8月：科学技術学術審議会研究計画・評価分科会にて中間評価取りまとめ

平成23年12月：科学技術学術審議会先端研究基盤部会に光・量子ビーム研究開発作業部会を設置

「研究開発プラットフォーム」概念図

①重要課題達成に繋がる最先端の研究開発成果の創出

重要課題達成に向けた研究開発を最大限に高度化、加速化するためのシステムを構築

③国としての戦略的、効果的な投資の実現

科学技術・学術審議会

先端研究基盤部会

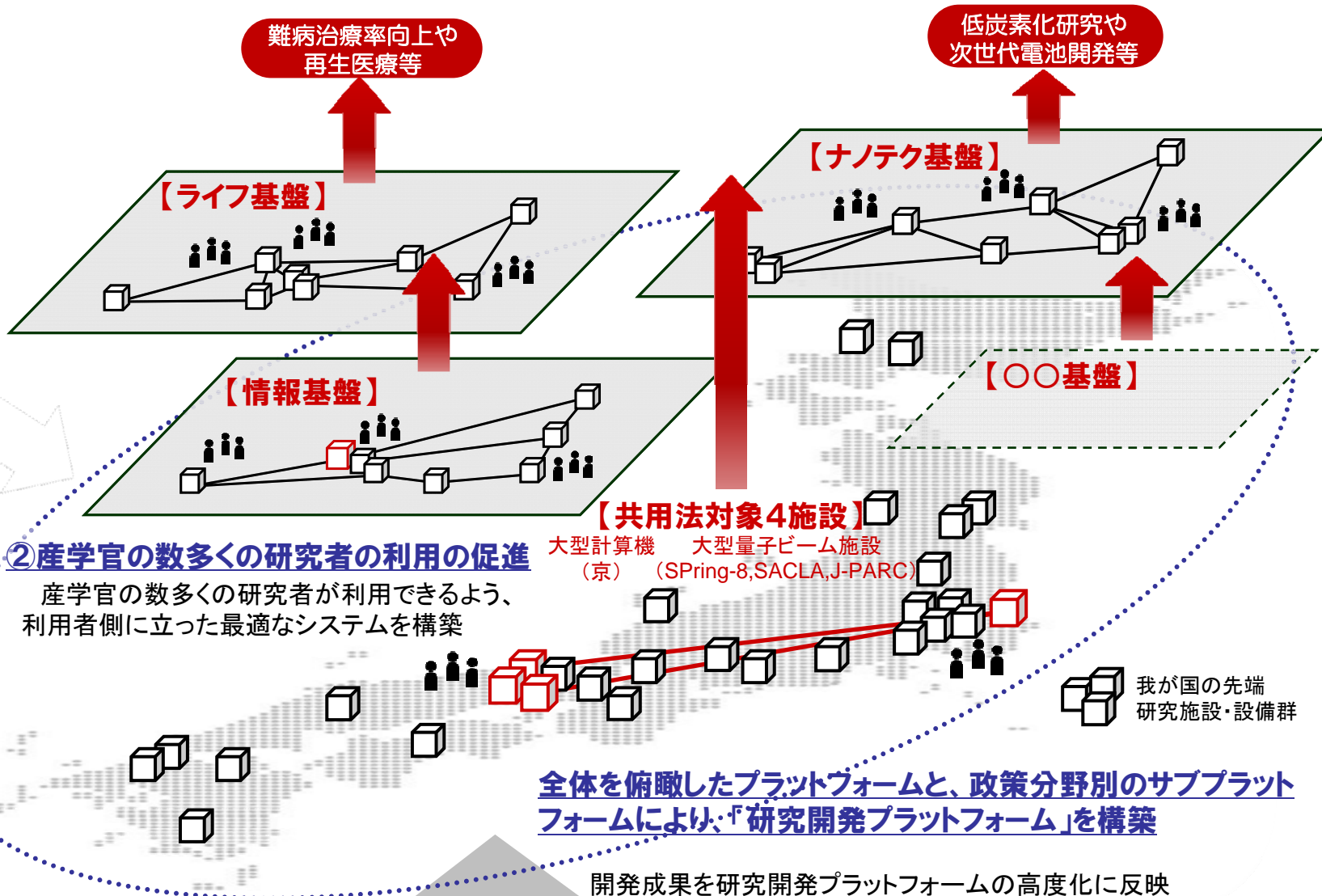
連携

基本計画推進委員会
研究計画・評価分科会

重要課題の達成をキーワードに、研究基盤政策を戦略的、効果的に推進するためのシステムを構築

意見反映

ユーザー、学会等



②産学官の数多くの研究者の利用の促進

産学官の数多くの研究者が利用できるよう、利用者側に立った最適なシステムを構築

【共用法対象4施設】
大型計算機 (京) 大型量子ビーム施設 (Spring-8, SACLA, J-PARC)

全体を俯瞰したプラットフォームと、政策分野別のサブプラットフォームにより、「研究開発プラットフォーム」を構築

開発成果を研究開発プラットフォームの高度化に反映

共通基盤技術の開発
(ナノ、IT、光、数学など)

先端計測分析技術・機器の開発

領域横断的な基盤研究、基盤技術・機器開発等の戦略的推進、強化