

3. 計画の学術的意義

・研究者の知を基盤にして独創的な探求力により新たな知を開拓できるか(挑戦性)

光科学は物理学を起点に、光源技術の深化と共に多様な分野へ発展してきたが、まだまだ近年の化学・生物学・農学・医薬学分野の需要の高まりに対応できていない。こうした分野に特有の複雑系・不均一系の計測は歴史を振り返れば、計測を専門とする研究者らにより 30 年以上前から世界中で萌芽的に光計測による研究が試みられてきたが、成功例が少なく分野構築までは至っていない。学術のブレークスルーには先端手法を開拓するだけでなく、手法が一般的に広く普及するように、各種光源の使われ方に加え、共同利用研究施設の支援体制の抜本的かつ総合的な変革が求められる。成熟した放射光およびレーザー光源の最適化・安定化を基に、時代背景に即した使い易いインフラ環境と高度な研究支援体制による光科学の一般化を実現し、分子科学研究所(IMS)、基礎生物学研究所(NIBB)、生理学研究所(NIPS)(以下、岡崎三機関)の研究土壌を生かした融合計測科学拠点として、極限光オートノミー探究センターを構築する。生命科学や生物学の重要課題である「自律性機能の可視化」が共通項である。今まで利用してきた波長域では見えなかったものを可視化するための新たな波長域の利用、あるいは単色光(単一波長)実験では見えなかったものを可視化するというニーズに応えるために、新たな波長帯の利用だけでなく、挑戦的な超広帯域光の複合利用により、階層横断的な知見を得ることで、複雑系・不均一系の俯瞰的視野による機能評価が実現する。物質やシステムの階層性が岡崎三機関の組織関係に対応している点も強みである。また、小型施設 UVSOR の利点として、それぞれの光源の特徴をテーラーメイドで提供することで初めて、自由な発想や着眼点からくる計測要求に対応することができる。このような共同利用・共同研究環境は国際的にみて極めて独自性が高い。

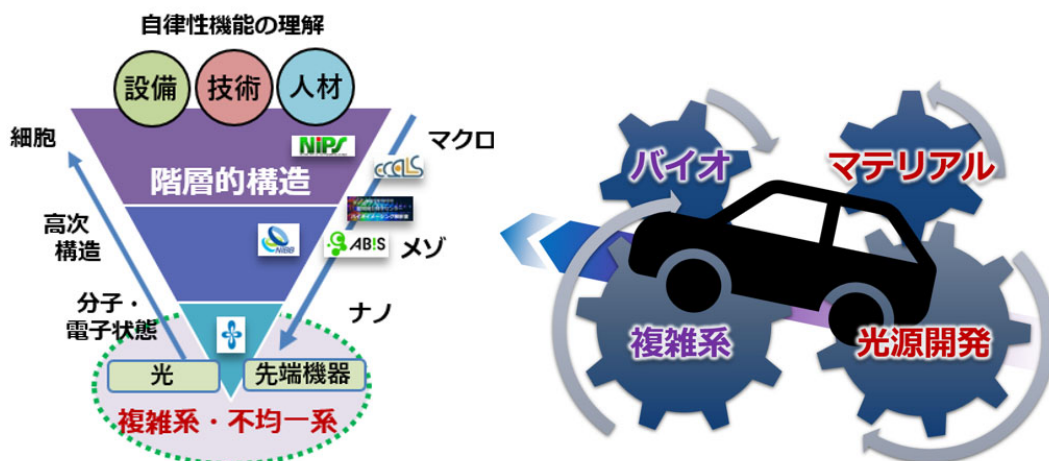


図 3-1: バイオ分野や複雑系のニーズに牽引されつつ、UVSOR の強みである分子科学・マテリアル科学の研究実績と新しい光源開発とその技術を利用するシーズ押出による四輪駆動で困難な目標に向けて新センターがドライブする。階層横断的な現象をひもとき機能の源を知る。まだ計測できていないスケールの構造体があり、各階層を繋ぐ情報が不足している

・学術研究の多様性を重視し、細分化された知を俯瞰し総合的な観点で捉えてるか
(総合性)

産業イノベーションを拓くためには、長期的な視点であらゆる可能性に備えた基礎学術を支える政策が重要で、光科学による計測分析研究は不可欠である。基礎学術の種は無数に存在し、将来のどの時点で何が芽を出すか予見はできないが、一度花開いた場合の投資面のコストパフォーマンスは、施設インフラの長期的持続性や分野を問わぬ波及性の点から極めて高いと考える。小型施設は、大型施設 SPring-8、中型施設 NanoTerasu と波長帯あるいは利用視点から相補関係にあるだけでなく、これらの施設にない柔軟性や研究自由度を持つ事で、あらゆる学際領域への俊敏な対応が可能で、光科学の Center of Excellence となりうる。

化学・バイオ系の需要増への対応は、岡崎三機関の研究者集団と、大学共同利用機関の強みである技術職員らによる潤沢な支援環境を総合的に活用する。国内スタッフやヘビーユーザーの母集団は頭打ちで減少傾向にある中、分野拡大に伴い増加中の新たなニーズに対応するためには、我が国の放射光大国としての施設間連携による総合力が有効である。既に 2020 年度から放射光施設の学術 3 機関の連携プログラムで施設横断的な技術継承と若手育成を進めている。それでも長期的な視点で将来の技術枯渇を防ぐためには我が国全体で持続的な施設更新による育成機会が欠かせない。学術施設では、新たなビームライン(BL)・実験ステーション・測定手法を大学・研究所の研究者らと施設の研究者・技術職員らが共同で開発を進めている。こうした場を「光道場」と名付け、複雑でブラックボックスになりがちな先端設備の仕組みを理解しながらシステムを組み上げる経験を積むことができる。また放射光のみならずレーザー光などあらゆる光源技術を集約した新センターは、まさに「光のテーマパーク」である。若者の好奇心、探究心、創造性を刺激する仕組みづくりが

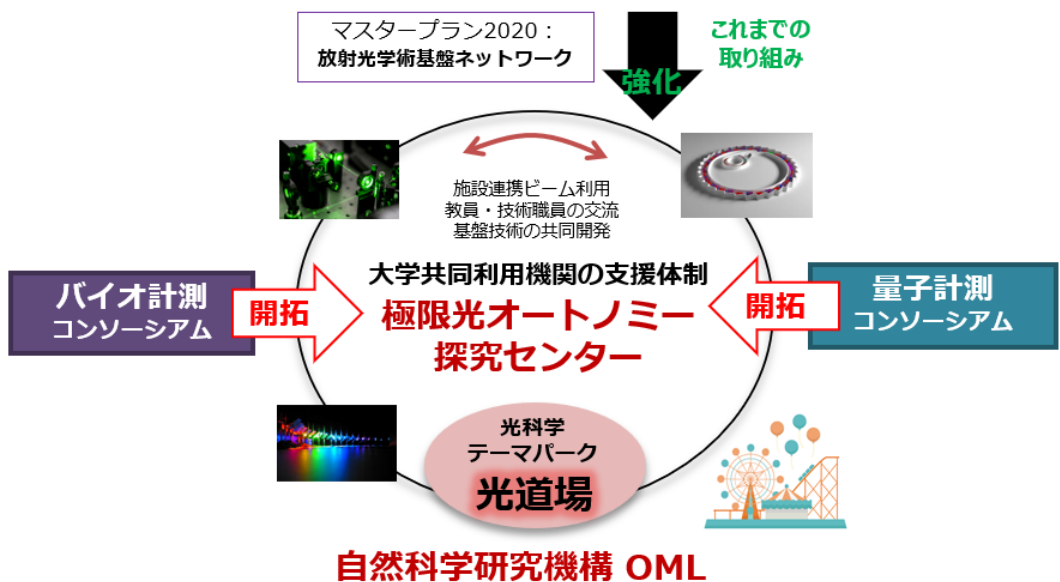


図 3-2: 光計測で重点化する2つの分野軸(バイオ計測、量子計測)とオープンミックスラボ OML で実現するワンルーフ型超異分野融合による頭脳循環効果と人材育成・技術伝承. 極限光オートノミー探究センターが中心となる共同研究を展開する

欠かせない。光道場教育プログラムは研究者育成だけでなく、様々なノウハウをもった技術者を育成する場ともなっている。先端計測はイメージング法へと深化しており、データ科学をもとに生成される大規模データの解析法と管理法も重要な整備事項であり、これらを総合的に担う新センターを設置して施設間連携による標準化を通じて総合的に整備するシステムづくりが重要である。

・異分野や国内外の様々な関係者との連携・協働による新学術領域創生(融合性)

ワンルーフ型支援パッケージ構築によって生命分子計測の人材を育成し、持続性のある共同利用支援機関を構築する。これまでのような小規模研究グループの集約程度では未踏の広範な学術領域に対しては遅々として進展しない。あるいは今後の熾烈な国際競争に打ち勝つには、我が国の総合的な研究支援環境と異分野融合による目標打破が求められる。

一方で、生物学と物理学では、文化背景のみならず使用する言語表現が大きく異なり、協働で科学成果を創発する作業は、まさに超異分野融合と考えて良い。思考的距離のある両分野間で、研究者意識の方向性が共有されてはじめて、効果的な融合研究が進展しうる。本計画では、その共通項となりうる「自律性」というコトバが、科学目標として明示されている点が強みであり、計画実現性の上で極めて重要と考えている。個人研究から協調的な研究活動(協働作業)の時代を意識し、光源技術の集約とオープンミックスラボ(OML)による組織規模の拡大により支援体制を刷新する。光科学の専門研究者、バイオ試料の管理運用の専門研究者、複雑な大規模データを有効活用するた



図 3-3: 自律性機能を共通項とすることで共同研究を推進. 複雑系宝庫であるバイオ系で開発される新手法や要素技術が、従来の無機物複雑系へ逆循環される新しい仕組みを構築

めの専門研究者、高度な計測機器を維持管理する技術職員、コーディネータによるビギナーへの先端機器利用支援、利用申請から実験までの事務支援窓口の一元化など、大学共同利用機関がこれまで培ってきたノウハウを活用できる。「自律性」は、生命科学分野ではきわめて多くの事象が関わるため、計測科学がバイオと向き合うことで創発される階層横断の新たな視野は、無機物質の複雑系へ逆視点でフィードバックがかかり循環活用される。

・日本の優位性や位置付け、世界に通用する卓越性の獲得や世界的貢献度(国際性)

放射光は技術的には概ね成熟期だが、長波長帯である真空紫外線・軟 X 線の利活用は、技術的な困難さもあり、まだコミュニティも小さく研究者が十分に使いこなしているとは言い難い。新たな利用分野の発掘や利用拡大が期待され、国際的にも未開拓な学術フロンティア創発が期待できる。海外では選択集中によって一国一施設(中型)が主流で、先端研究が実施できる小型施設は欧州3か所のみ(Denmark: ASTRID, Sweden: MAX-IV/1.5GeV, Poland: Solaris)であり、国際的にこの領域の技術枯渇が懸念され、放射光大国である日本への技術開発や学術牽引への期待は高い。一方、英国 Diamond 放射光施設の戦略に代表されるように、国際的に未開拓な重要領域であるバイオ系を軸とした融合研究環境を構築する機運が上昇中である。本計画における小型 1GeV 級施設では運用術として初の導入例であり、我が国のバイオ研究の国際競争力の優位性を考慮すべき緊急性の側面も見える。また、レーザー光と放射光設備を一元集約した共同利用・共同研究の融合利用環境の構築は国際的にもまだ無く、VUV 帯のバイオ活用アイデアや実験成功例が発信されれば熾烈な国際競争が生じるだろう。我が国が世界トレンドを牽引し、光科学の優位性を堅持するためには、こ

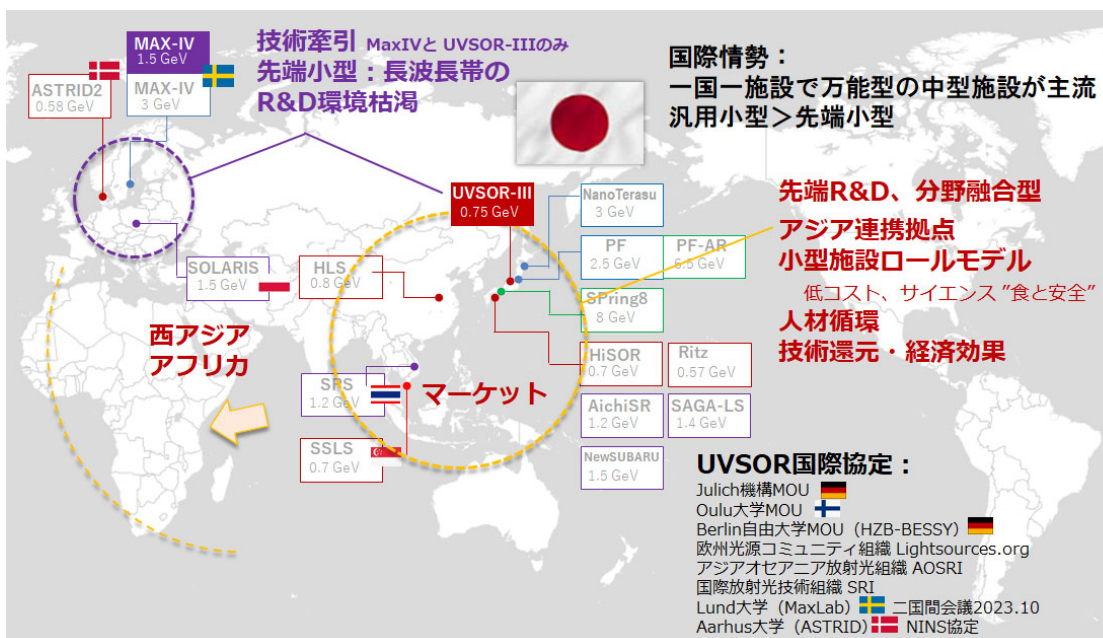


図 3-4: 国際的な中庸化で要素技術枯渇が懸念され、放射光大国日本への技術開発への期待は高い。レーザー光と放射光の融合利用法やレーザーの共用施設は未提案で手法開拓先行のチャンス光を軸とした化学・バイオ系の融合研究環境例はまだ少なく、紫外線の活用例や実験成功例が発信されれば熾烈な国際競争が生じるため、世界に先駆けて 10 年後のトレンドを獲得すべき。

れまでの技術と人的資産による先行投資が効果的である。また、アジアでは唯一の小型施設であるため、医薬、食と安全、環境エネルギー問題を目途にした光科学利用の安価なロールモデルとなれば、途上国を中心として同様の省エネ小型施設建設が検討され、技術提携や人材流動の活性化による国際連携拠点としての活用も視野に入る。近隣諸国は単独での大型設備開発はまだ障壁が高い。こうした国々が本拠点を利用した独自の実験ステーションを構築し、国際共同研究を推進することも想定される。