

中部シンクロtron光利用施設(仮称)の光源加速器

愛知県、大学連合※、産業界、(財)科学技術交流財団の検討内容

※大学連合の構成・・・名古屋大学、名古屋工業大学、豊橋技術科学大学、豊田工業大学



シンクロtron光を発生する光源は、蓄積電子エネルギー1.2GeV、蓄積電流300mA以上、周長62.4mの電子蓄積リングです。比較的小型ですが、合計12台の偏向電磁石のうち4台を5Tの超伝導電磁石とし、常伝導偏向電磁石部の真空紫外・軟X線ビームラインの他に超伝導電磁石を用いる10本を越える硬X線ビームラインが建設可能です。また、当初からフルエネルギーのブースターシンクロtronを備え、トップアップ入射による一定電流運転の早期の実現を目指しています。長さ約2.8mの直線部が4カ所あり、入射と高周波加速空洞用にそれぞれ1カ所使用しますが、残り2カ所には挿入光源(軟X線用アンジュレーターと硬X線用超伝導ウイグラー)の配置が望ましいと考えます。

電子蓄積リングおよび入射器のパラメーター(案)

蓄積リング

蓄積電子エネルギー	1.2 GeV
蓄積電流	300 mA以上
周長	62.4 m
ハーモニクス	104
常伝導偏向電磁石	1.4 T, 39° × 8台
超伝導偏向電磁石	5 T, 12° × 4台
ラティス構成	Triple Bend セル 4回対称
自然エミッタンス	53 nm-rad
RF 周波数	500 MHz
RF加速電圧	500 kV
バケットハイト	0.093
エネルギー広がり	8.4×10^{-4}
挿入光源用直線部	2.8 m × 1本、2.48 m × 1本

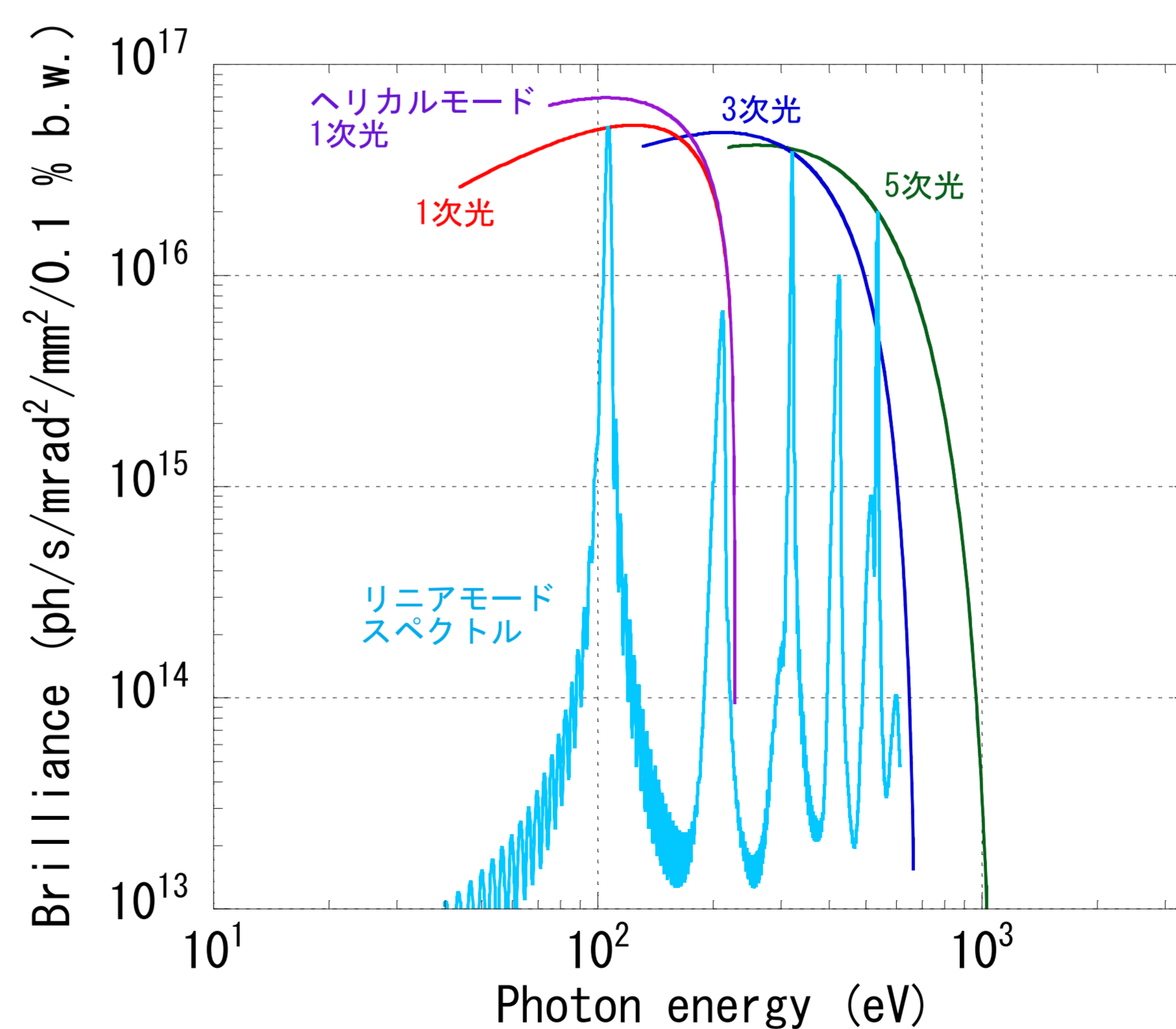
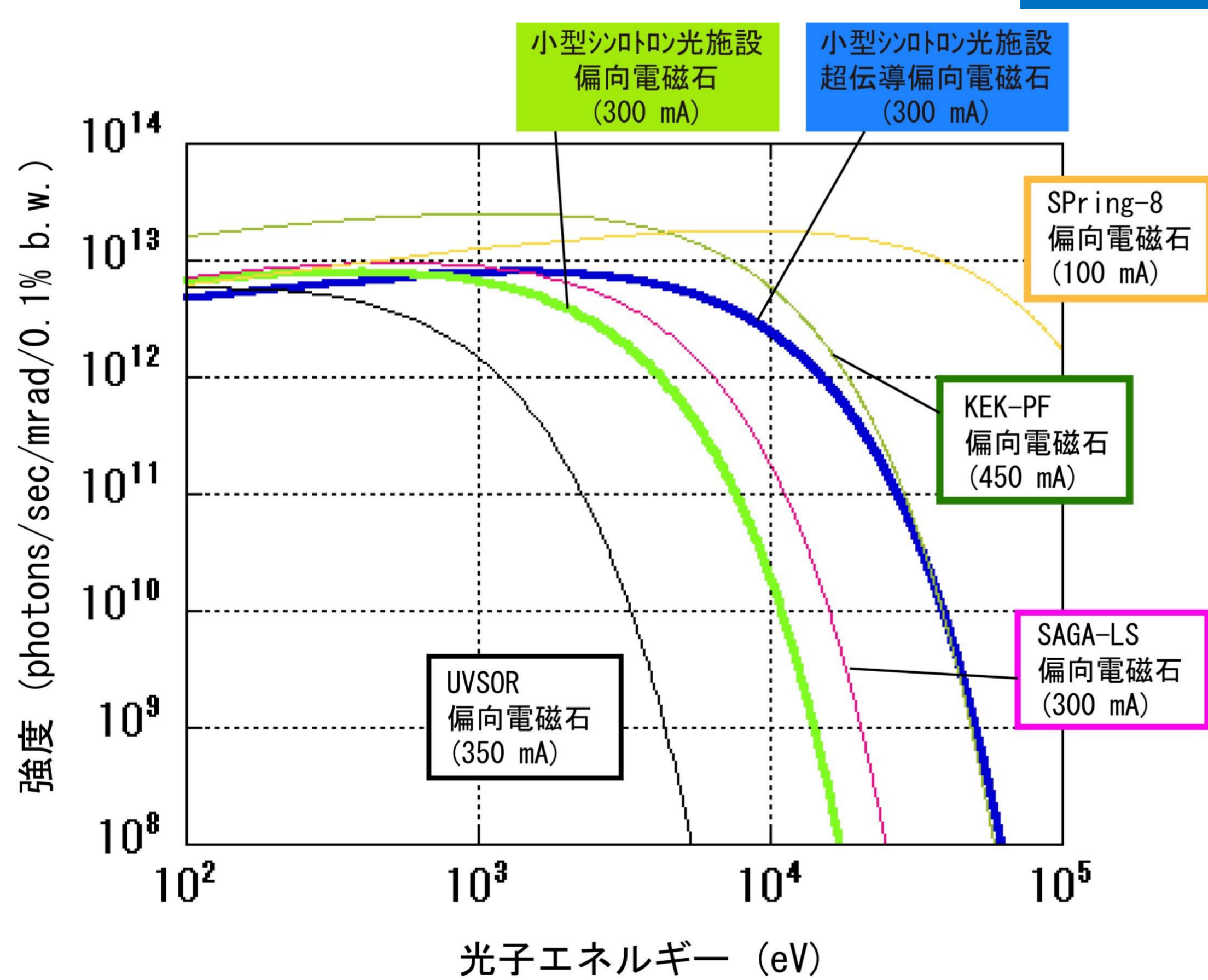
ブースターシンクロtron

電子エネルギー	1.2 GeV
周長	38.4 m
ハーモニクス	64
偏向電磁石磁場	1.1 T
RF 周波数	500 MHz
加速繰り返し	1 Hz

直線加速器

電子エネルギー	50 MeV
ピーク電流	100 mA
パルス幅	1 μ sec
繰り返し	1 Hz
RF 周波数	2856 MHz

シンクロtron光の強度



磁石列方式	APPLE-II型
周期長	60 mm
周期数	33
残留磁束密度	1.36 T
磁石ブロック	x:40 mm, y: 60 mm
最小磁極間隙	28 mm
Max. K Parameter	2.90 (Hor.), 1.65 (Ver.), 1.43 (Hel.)

超伝導電磁石からのシンクロtron光は臨界エネルギー 4.8 keVであり 10 keV以上のX線も十分な強度で利用できます。一方、常伝導偏向電磁石からのシンクロtron光はミリ波・テラヘルツ波から5 keV程度の軟X線にいたる領域で十分な強度を持っています。挿入光源として7Tあるいは10T程度の超伝導ウイグラーを導入することで30 keV以上のより高エネルギー・短波長のX線を生成することもできます。また、適切な周期長のアンジュレーターを設置することで、真空紫外から軟X線の領域で高輝度シンクロtron光を発生することができます。

中部シンクロtron光利用施設(仮称)のビームライン

愛知県、大学連合※、産業界、(財)科学技術交流財団の検討内容

※大学連合の構成・・・名古屋大学、名古屋工業大学、豊橋技術科学大学、豊田工業大学

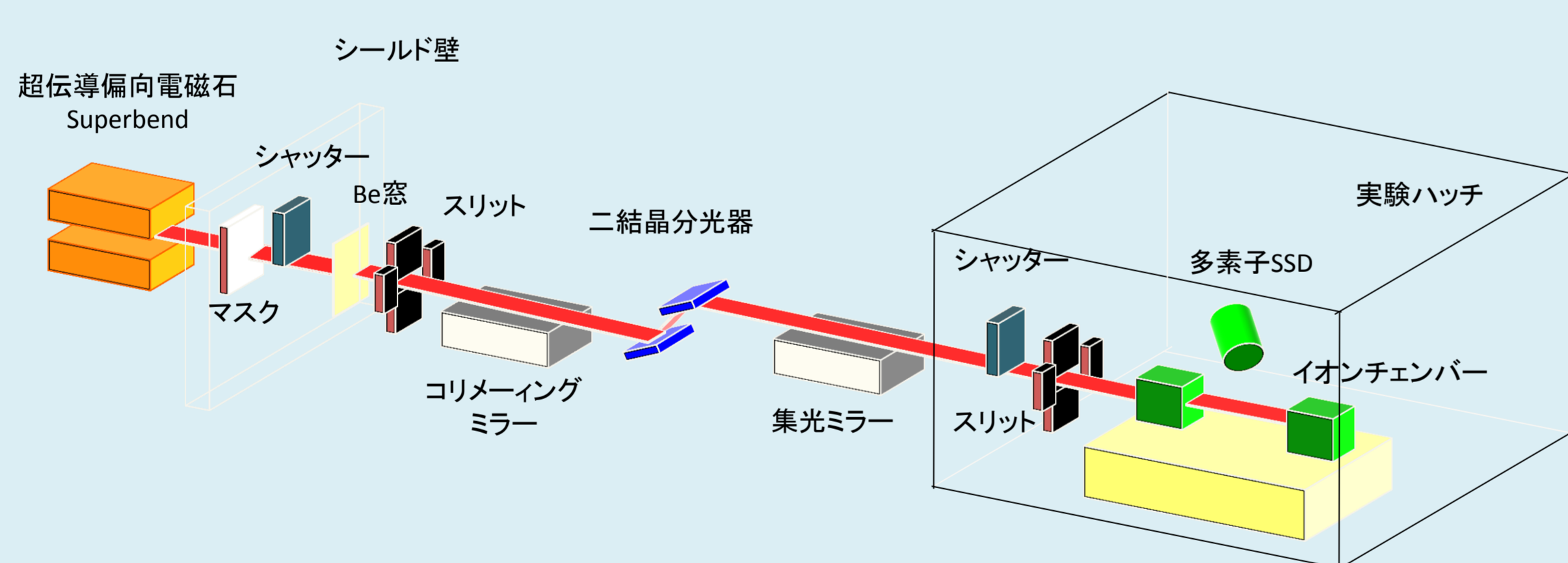
ビームラインの検討結果

青:当初整備予定, 緑:順次整備予定

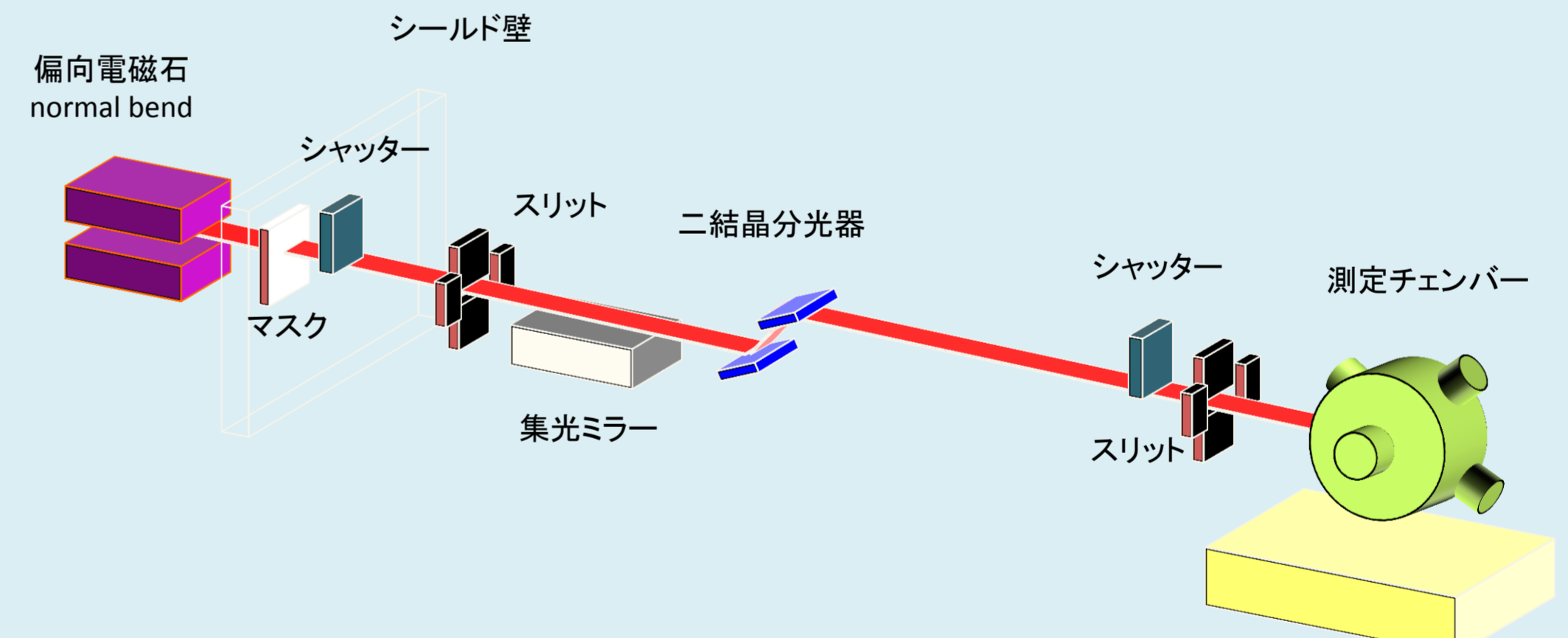
名称	測定手法	光エネルギー範囲 (波長範囲)	概要
材料化学状態・構造分析I	硬X線XAFS	5~20keV(0.25~0.06 nm)	光子エネルギー5~20 keVを利用したX線吸収微細構造分光(XAFS)法により、材料の結合状態や局所構造を解析します。大気あるいはHe下で測定を行い、実環境下測定やハイスループット測定を想定した装置です。透過、蛍光、光電子収量法のいずれでも測定できるように整備します。
材料化学状態・構造分析II	軟X線XAFS	1~6 keV (1.25~0.2 nm)	光子エネルギー1~6 keVの軟X線を利用したXAFS法や光電子分光(XPS)法により、軽元素や生体分子の化学状態や局所構造の解析を行います。超高真空下における触媒表面吸着分子などの表面測定が可能です。また、液体状態や固液界面などの迅速な測定も可能とします。
材料化学状態・構造分析III	真空紫外分光・光電子分光	30 eV~ 1.5 keV	光子エネルギー0.03~1.5 keVの真空紫外線・軟X線を利用したXAFS法と光電子分光法により、無機・有機材料中の軽元素などを対象とした化学状態分析・電子構造評価を行います。光電子分光法・XAFS法と相補的な情報を与える発光分光装置やデバイス・燃料電池・触媒などの微小領域の化学状態・元素分布や磁区観察を行う光電子顕微鏡も設置可能とします。
有機・高分子材料分析	小角散乱	8.2 keV (0.15 nm)	高分子薄膜や繊維など階層構造を持つ実用材料を対象に、X線散乱法により、大きさが数オングストロームから数ミクロンまでの広い範囲の構造を一つのビームラインで同時に測定することを可能にします。
総合材料評価I	X線回折	5~30keV(0.25~0.04 nm)	放射光利用を広く普及するため、試験の利用や研修、受託分析などを行う硬X線分析用多機能ビームラインです。種々の環境下にある材料に対して粉末・薄膜・単結晶X線回折などを迅速・簡便かつ精度よく行います。特に、平行性の高いX線を利用する測定装置を重点的に配備します。
総合材料評価II	X線反射率・蛍光分析	5~20keV(0.25~0.06 nm)	放射光利用を広く普及するため、試験の利用や研修、受託分析などを行う硬X線分析用多機能ビームラインです。このビームラインの特徴は、ビームが細く絞られており、かつ、フォトン数の高いことです。この特徴を生かして、微小領域の蛍光X線分析、生体高分子のX線回折測定、有機・無機多層膜のX線反射率測定、X線CTR散乱測定などを迅速に行うことも可能とします。
タンパク質結晶構造解析	X線回折	5~20keV(0.25~0.06 nm)	新しい医薬品や診断法の開発、さらには工業利用材料としての酵素の機能改良等に資するため、タンパク質等の生体高分子のX線結晶構造解析を迅速に行うことを可能とします。
ナノ加工	LIGA	1~30keV (1.25~0.04 nm)	A4 (A3)サイズの大面積加工、数百ナノメートルから数百ミクロンまでの超微細3次元加工、光反応による機能付加工の3つを同時に満たし、X線加工ツールとして最も高い機能を有します。3次元集積化マイクロデバイス、表面物性が制御された超精密ナノモールドの製造が可能となり、機械産業分野等において、大規模の市場創出を目指します。
赤外イメージング	赤外分光	1 meV~3 eV	シンクロtron赤外光の高輝度性を活かして実験室光源よりも高い空間分解能のイメージングシステムを完備し、有機膜などを対象とした赤外分析の新たな手法を提供します。

検討したビームラインの構成(案)

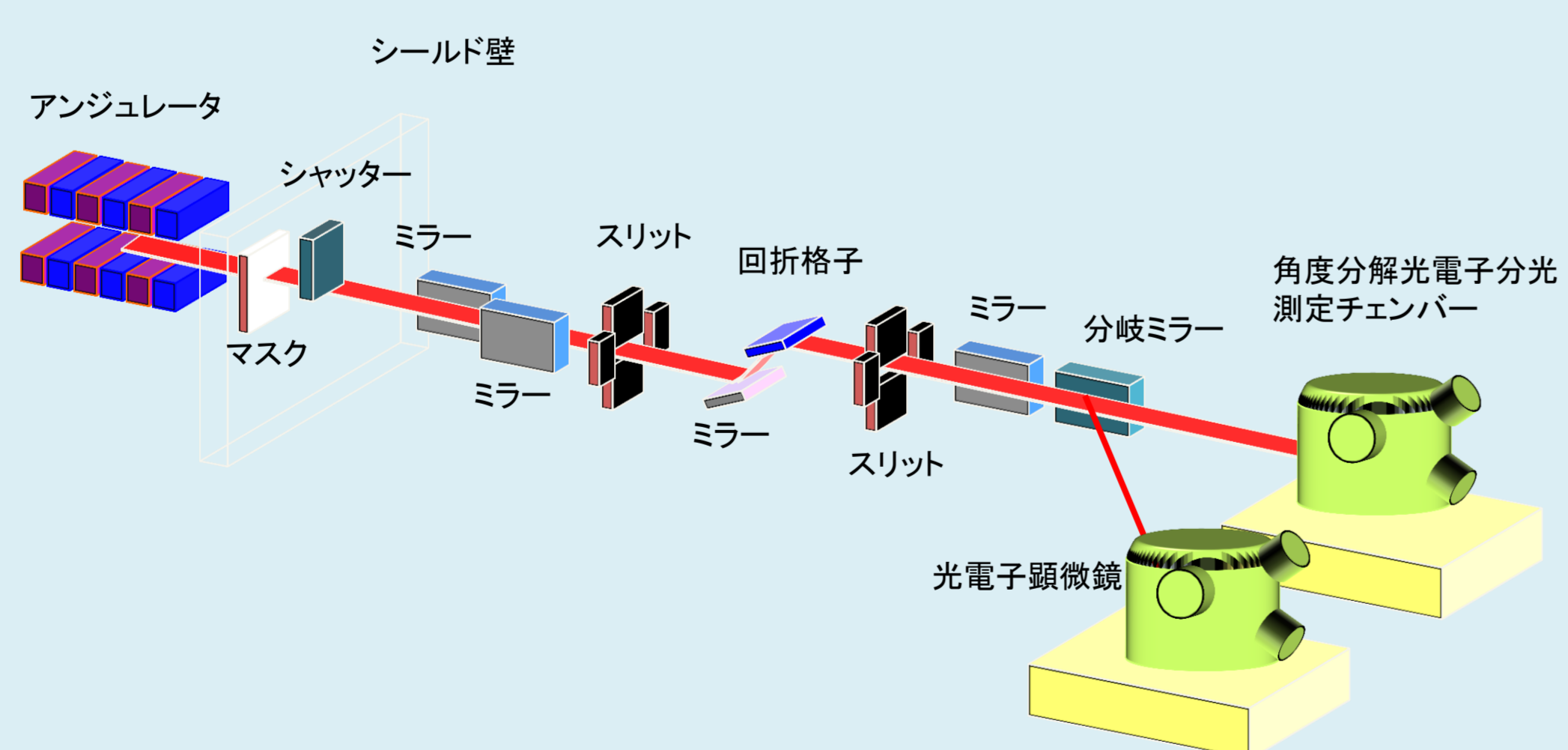
材料化学状態・構造分析I



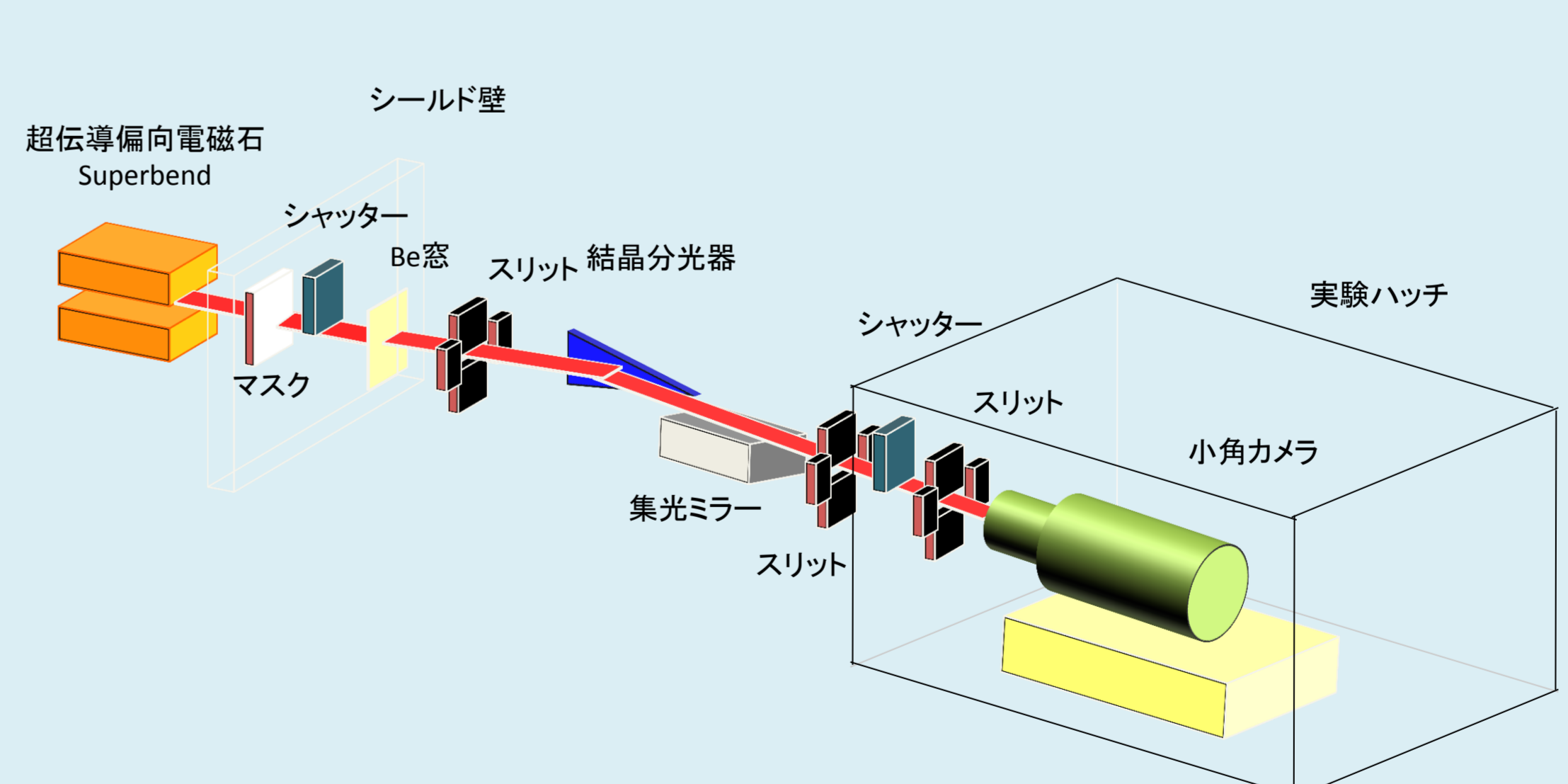
材料化学状態・構造分析II



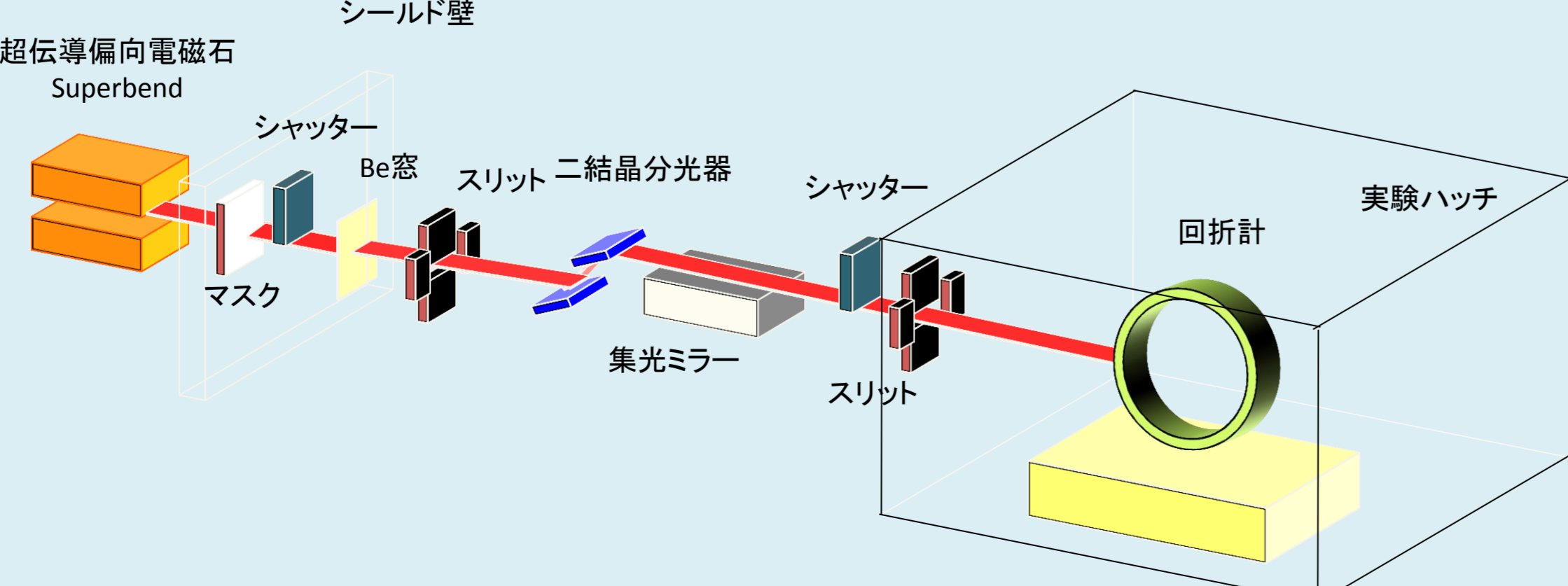
材料化学状態・構造分析III



有機・高分子材料分析



総合材料評価I



総合材料評価II

