

研究課題構想・概要

- 研究課題名 「次世代軟X線発光分光器の開発」
○提案者名 「初井 宇記」
○所属機関名 「岡崎国立共同研究機構」

研究の目標・概要

1. 目標

研究開始後1年目の目標：ウォルター鏡・透過型回折格子・CCD検出器の開発・評価

研究開始後2年目の目標：軟X線発光分光器の組立・性能評価、固体試料への適用

研究開始後3年目の目標：液相試料への適用、分光法の測定・解析手法の確立

2. 内容

高効率・高エネルギー分解能を兼ね備えた次世代軟X線発光分光器を開発し、先端材料の電子構造研究に有用な新規分析手法として軟X線分光の新境地を開く。

3. 新規性・独創性

提案者が考案した新規光学系を採用すると共に、最先端技術を利用して、集光素子・分光素子・検出素子すべてを開発し、これまで不可能とされてきたエネルギー分解能10,000での測定が可能な分光システムを構築する。

4. 必要性

世界に先んじて、次世代軟X線発光分光器を開発し成果を挙げていくためには、先端技術に通じた研究者・技術者の協力を得て、短期間に開発を行う必要がある。

5. 他の競争的資金等には馴染まない理由

先端技術を用いた光学素子開発には、高額な費用が必要となり、若手研究などの研究費では賄うことができない。

諸外国の現状等

1. 現状

アメリカ、スウェーデンのグループがそれぞれ異なる次世代発光分光器を提案し、開発に取り掛かろうとしている。

2. 我が国の水準

軟X線発光分光の学術的な水準は我が国とスウェーデンが世界最高水準にあり、他の諸国に先んじている。次世代発光分光器の開発に必要な先端技術は我が国とアメリカが先端にある。提案者の次世代発光分光器の光学デザインは極めて独創的であり、他国のデザインに比べ性能的に非常に優れている。

研究の進展及び成果がもたらす利点

1. 世界の水準との関係

共鳴軟X線発光分光は、エネルギー分解能が悪いために、先端材料の機能を電子構造から明らかにする手段としては役不足であった。また実験そのものの難易度が極めて高いので、世界的に見ても実験を行える場所は数えるほどしかない。

2. 波及効果

本提案の開発が成功すれば、10 meV程度の分解能で試料の電子励起状態、電子構造を調べることができる。共鳴軟X線発光過程の物理・化学を調べる新しい手法として学術的な観点から重要なだけでなく、先端材料の機能を理解する上で重要な、電子構造を与える新しい分析手法として応用上も極めて意義深い。

次世代軟X線発光分光器の開発

(研究機関名) 岡崎国立共同研究機構
(研究者氏名) 初井 宇記

1. 研究の意義、目的、必要性

高エネルギーの電子や光子などで内殻電子がイオン化され正孔が生じると、他の電子が内殻正孔を埋める緩和過程が起こる。このときX線やオージェ電子が放出される。本提案は、このX線のうち100-1000 eVの軟X線領域で、従来不可能であった超高エネルギー分解能スペクトルが容易に測定できる次世代分光器をナノテクノロジーを利用して開発し、軟X線発光分光の新しい可能性を切り開くことを目的とする。

2. 研究概要

一般に軟X線発光過程では、内殻イオン化状態と価電子イオン化状態のエネルギー差が、放出される軟X線のエネルギーとなるので、価電子準位のエネルギー分布に関する知見が得られる。このとき、内殻準位と価電子準位の波動関数の重なりが大きい場合に発光強度が大きくなる。従って、選択した元素の部分電子状態密度を調べることができる。また、励起軟X線で内殻励起状態へ共鳴励起すると、内殻正孔の寿命幅に隠れた微細構造を観測できる可能性がある。本提案は、ナノテクノロジーによって100-160 nm周期の透過型回折格子を開発し、これを利用した次世代発光分光器を開発し、これら技術的困難を克服する。また、軟X線発光分光法を広範囲の試料に適用し、発光過程の物理を探求するとともに、先端材料科学へ応用する。

3. 研究目標

精度の高いWolter鏡、透過型回折格子、超高空間分解能CCD検出システムの3つの新しい光学素子を開発することで、従来困難であった超高エネルギー分解能を達成し、かつ、新しい設計思想に基づいた光学配置によって高検出効率も同時に実現することを目標とする。

