

プレ終了評価報告書

研究課題名： 放射光を用いた研究及び施設整備の総合的推進
 第三世代光源を用いた材料の超精密解析に関する研究

評価委員会委員長及び委員名：

志水 隆一 大阪工業大学 情報科学部 情報科学科 教授 (委員長)
 壽榮松宏仁 (財)高輝度光科学研究センター利用研究推進部門1 部門長
 寺澤 倫孝 姫路工業大学 高度産業科学技術研究所 教授
 谷 克彦 (株)リコー 中央研究所 副参事

記入年月日：平成14年9月5日

評価の視点	評価結果
<p>[研究概要] 研究計画において、設定していた目標など</p>	<p>近年の科学技術の進展は、高機能材料をその基盤として要求している。これらの要求に応えるためには、解析・評価技術をより精密かつ微細な方向へ発展させる必要がある。</p> <p>そのために、第三世代光源である SPring-8 の性能の最大限の活用を目指し、広エネルギー帯域の高輝度放射光を X線源に利用できる専用ビームラインを整備する。それとともに、専用ビームラインを用いた高分解能光電子顕微鏡などの新しい高度材料解析技術、あるいは高エネルギー X線照射による薄膜改質などの新しい放射光利用技術の開発を目指す。</p>
<p>[課題の設定] 問題の取上方の新規性・独創性、学問・技術的重要性、社会的重要性、国家・社会・産業界的要請、新規産業分野、緊急性、波及効果など</p>	<p>高輝度放射光を利用した物質評価は、物質科学は勿論、ナノマテリアル、ナノテクノロジーの基礎技術である。その技術開発は、これら材料科学や電子・スピンドバイスの発展と不可分であり、YB₆₆ 単結晶を用いた分光システムによる第三世代光源の単色化ならびに独自の設計による磁場重畳型加速静電レンズ (特許) を搭載した高分解能光電子顕微鏡など、独自に開発した成果をもとに新たな展開を目指した課題設定は高く評価できる。なお、光電子の結像により、電子状態を高空間分解能で観測できる意義は、科学技術的にも産業的にも極めて重要であり適切である。</p> <p>また、高分解能光電子顕微鏡の開発研究は、材料表面の高感度微小領域評価法として今後が期待される SPring-8 でははじめての最先端研究であり、適切な課題設定と考えられる。</p>
<p>[課題の解決方法] 研究手法・実験方法の新規性・独創性、方法の精密・精緻さ、妥当性など</p>	<p>1~2keV に適用できる YB₆₆ 分光システムを立ち上げ、世界最高の性能を実証したうえで、独自に開発した国産技術をもとに軟 X線領域への展開を開拓したことは、今後のビームラインの材料科学への応用を飛躍的に拡大するもので、その研究アプローチは高く評価される。ただし、広い面積からの均一な分光は得難いようであるが、結晶の熱伝導が低いこと、結晶性のむら等の結晶の性質上やむを得ない。冷却法などのさらなる検討を期待する。</p> <p>独創的な磁場重畳型加速静電レンズを設計 (特許) し、日本電子と共同で国産技術による高分解能光電子顕微鏡を開発し、特に試料表面で電界ゼロにできる対物レンズは、従来測定できなかった試料にも適用でき、測定試料の範囲を大幅に広げた。これらは国産技術、国内産業の育成という点からも高く評価できる。今後の進展により、国産の新しい表面解析装置の商品化も期待される。</p> <p>SR は、励起光エネルギーが可変で、深さ方向の情報も得られる等、他の手法にない優れた特徴がある。今後、これらの優れた計測技術を活用し、広く物質科学およびナノテクノロジーなどの先端技術での発展を推進すべきである。</p>
<p>[研究の成果] 新事実の発見、新しい研究手法の確立、新理</p>	<p>独自に開発した YB₆₆ を分光結晶として高品質化し、広いエネルギー領域で高分解能 (バンド幅 10⁻⁴) の分光系が完成した。特に、1~2keV の結晶分光ができる YB₆₆ の実用化は注目に値する。このエネルギー領域は内殻励起、コインシデンス</p>

<p>論・仮説の提案、長年の懸案の解決、社会的問題の解決、産業界への効果、成果の発表状況など</p>	<p>分光などで重要な範囲であり、装置の基本が完了したといえる。</p> <p>1～5 keV 領域での電子分光、発光分光などの分光技術は、材料科学、電子デバイス等に非常に重要であり、今後、大きな発展が期待できる。</p> <p>高エネルギー励起により、低バックグラウンドで干渉の少ないスペクトロスコピーが可能になり、内殻光電子分光、しきい値励起分光、元素吸収端分光の精度向上が確認され、光電子分光の定量性追及による標準光電子分光の確立の見通しを得た。派生的研究として実施された高分解能特性 X 線分光を、平行して進めることは意義あることである。しきい励起スペクトルの形状変化解析による高度化分析が期待される。</p> <p>高分解能光電子顕微鏡は、独創的な磁場重畳型加速静電レンズを設計・試作し、50nm の空間分解能を実現したのはすばらしい。今後さらに改良を加えることにより、世界最高性能を実現することも夢ではない。見事な成果である。部分電子収量を行えば、数 nm の高分解能は得られると思われる。</p> <p>試料面で電界ゼロにできる対物レンズ系は、これまで観察に支障があった多くの材料の XPEEM 観察を可能にする優れた発明である。</p> <p>すでにナノテクノロジー研究支援事業へ参加するテーマも多く、全体として優れた成果があがった研究とみなせる。成果の発表はオリジナル論文 19 編とともに、学会等講演も多く研究活動は活発である。</p>			
<p>[発展性] 研究手法・実験装置の他の問題への利用、得られた結果の他の問題への影響、新規研究分野の開拓など</p>	<p>定量的な光電子スペクトルのデータベース化は、物質・材料研究機構が開発した SPring-8 エネルギー領域ビームラインにおいて、はじめて実現される期待は大きい。面目一新の絶好の機会である。未だ成果は出ていないが、広いエネルギー領域にわたる光電子スペクトルのデータベースの構築は長年の課題であり、はじめて実現が可能になった。</p> <p>ナノ領域の表面のキャラクタリゼーションは、次世代の表面評価技術として最も重視されるが、開発された高分解能光電子顕微鏡はその最有力手段として期待される。</p> <p>多様な物質の電子構造について「標準スペクトル」を得るとする方針は、現在、ほとんど信頼すべきデータがない状況では、極めて重要である。わが国の戦略的プロジェクトとして、重点研究課題とすべきである。</p> <p>光電子顕微鏡は、わが国独自の最先端技術であると同時に、ナノテクノロジーに不可欠の評価技術であり、発展性、波及性が大きい。戦略的重点課題とすべきである。</p>			
<p>[総合評価]</p>	<p>本研究は SPring-8 の特長をフルに活用するため、リボルバー型アンジュレータを光源として採用し、ビームライン設計でも YB₆₆ の採用をはじめ新しい要素技術の開発、また高分解能光電子顕微鏡の開発など、先進的なハードウェアに意欲的に取り組み、優れた成果をあげている。今後の展開を考えるとビームラインの保守・維持に留まらず高度化も必要となるであろう。</p> <p>XPEEM は空間分解能 nm オーダーの評価に適用できることが実証され、電子状態分布のイメージング等デバイス材料への適用が期待できる。</p> <p>分光器や測定系の基本は開発が完了し、その性能も実証された。微小領域のスペクトル測定などの残された課題はあるものの、エネルギー分解能等から成功が期待できる状況に達した。</p> <p>独創技術を核とし開発された新装置である。空間分解能 nm オーダーで、電子状態の分布を高い (10^{-4}) エネルギー分解能で観察できる技術は、科学的・産業的にも急がれる。</p> <p>データベース構築に対する日本の貢献度の低さは目をおおう状態にあり、SPring-8 としても基本方針の一環として明確にその取り組みを打ち出すべきではないか。戦略無き科学技術行政への継承として申し上げる。</p> <p>研究内容の成果の素晴らしさに比べて担当する正規職員数が少なすぎる。このままでは、今後の飛躍的な進展は難しいのではないかと。独立行政法人へ移行されたメリットを発揮してスタッフの充実を実現されるよう、強く要望するものである。</p>			
<p>[評点]</p>	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 33%;">○A</td> <td style="width: 33%;">B</td> <td style="width: 33%;">C</td> </tr> </table>	○A	B	C
○A	B	C		

注) 評価基準 A: 優れている。 B: 普通である。 C: 劣っている