

プレ終了評価報告書

研究課題名 : 超常環境を利用した新半導性物質の創製・材料化に関する研究

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 教授 (委員長)
坂 公恭	名古屋大学工学部 教授
藤森 直治	住友電気工業 (株) 研究開発部門 技師長
川原田 洋	早稲田大学理工学部 教授

記入年月日: 平成14年10月1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>超高圧、超高温、超微細と言った超常的な環境技術を世界最高レベルにまで到達させ、それらの極限技術を利用して、新半導性物質や新高硬度物質の探索・創成を行う。超高圧発生技術では、ベルト型、衝撃圧縮、ダイヤモンドアンビルなどの超高圧発生技術を確立し、C3N4、スピネル型 Si3N4 等の新高硬度物質の合成を行う。超高温発生技術では、半導体ダイヤモンド薄膜を合成し、pn 接合による紫外線発光を行う。また、高品質な cBN 薄膜の合成を行う。</p> <p>超微細技術では、エネルギーフィルターを用いた世界最高性能の原子識別電子顕微鏡を開発する。また、電子顕微鏡、イオン散乱や SIMS 等の分析手法を用いた先端的な材料解析研究を行う。これらの研究開発を通じて当該分野の COE 化を実現する。</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>	<ul style="list-style-type: none"> ・対象となっているダイヤモンドは、単に社会産業等に止まらず文化面での貢献も大きいことを指摘したい。また、超微細技術において先端的な材料解析技術の確立は、本課題を遂行する上で必須である。 ・世界最高レベルの超高圧を発生させる装置を開発し、実現できる材料開発を幅広く扱っている。装置開発を確実に進めてゆくことが最も重要と考えられる。 ベルト型、衝撃圧縮、ダイヤモンドアンビルの3種類の装置を扱うことは、resource の分散を招き、必要な人材を養成するという観点からも、再検討が必要と考えられる。 ・ダイヤモンド及びcBNの半導体としての応用は、世界的に見てこの研究が最先端に位置することから、往々にして目標設定は目先のものとなる傾向にあるが、やむをえないことと考える。
<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>	<ul style="list-style-type: none"> ・超高温環境下でのダイヤモンド合成は、世界に先駆けて開発した技術であり、n型ダイヤモンドの製作に成功したことは、高く評価する。特にダイヤモンドのpn接合による紫外線発光を確認したことは、ダイヤモンドデバイスの実現に向けて大きな第一歩を踏み出したといえる。しかし、デバイス設計に基づく、新たな実験方法、精度の高い材料作製技術の開発が必要であり、新たな飛躍が望まれる。 cBNは格子振動レベルにおいて評価しており、今後の結晶性向上を視野に入れた研究の緻密さと、妥当性が見られる。ダイヤモンドの薄膜合成で培った精緻さの伝統をcBN合成の検証に適應している。合成装置の研究は、他の研究機関との交流・提携を行って、研究の進捗を加速することが望ましい。着眼点に相應の広がりをもたせることは重要である。新物質合成、新物質の物性計測及び新物質の応用を目指した実用特性の把握を行っており、散漫な研究となっているきらいがある。期間や人で区切ってターゲットを明確にした研究とすることが望ましい。 ・色中心に関する研究は、他材料の研究に見られる通常の研究手法を取り入れるべきである。ダイヤモンドの特殊性を意識しすぎた進め方になっており、物性研究としては十分な内容となっていない。 装置面からいえば、手法・装置はすでに確立されたものの延長上にあり、独自の技術開発がみられないのは残念である。
<p>[研究の成果] 新事実の発見、新しい研</p>	<p>得られた研究成果は世界第一級であり、新しい研究手法を開発している。特に、原子識別電子顕微鏡の開発は高く評価される。また、新材料の創製に貢献しており、</p>

<p>究手法の確立、新理論・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>産業界への貢献は大きい。研究成果の発表もきわめて優れている。</p> <p>単に解析・評価技術に止まらず、電子顕微鏡観察でBN-ナノチューブ、ナノコーンなどを発見し、その構造を明らかにしたことは高く評価される。</p> <p>市販の発光ダイオードは既にpn接合ではなくダブルヘテロ構造となっていることを意識し、より発光効率の高い素子構造への発展が重要である。それには、高品質のcBN膜の合成という成果が利用できる。しかし、この研究は継続的に成果を示すべきチャンスであるが、一連の発表以降進展が見られない。大きな成果こそ継続した研究によって周りを固めると共に、特許出願などによって日本の技術として主張できるような状態に持ってゆくべきである。</p> <p>・天然ダイヤモンド形成のメカニズム解明に向けた大きな前進がみられたことは、単に学術面に止まらず文化という視点でもきわめて貢献度の高い成果である。</p> <p>超硬物質の産業界への波及を考慮した研究内容と成っており、実用的価値のある物質についての検討が行われている。産業界のニーズは刻々と変化しており、技術開発状況を定期的に把握することが重要である。ニーズに立脚しない実用特性の把握は慎重に行うべきである。</p> <p>・n型ダイヤモンドの製作に成功し、ダイヤモンドのpn型接合による紫外線発光を確立したことは素晴らしい。長年の懸案課題であったワイドギャップ半導体デバイスへの大きな第一歩である。</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>・研究手法ならびに実験装置は、利用に当たっては高度な技術が必要である。スタッフがオペレーターになるような事態は絶対避けるべきである。何よりも、技官ポストを確立することが第一である。唯、研究に参加している学生の数が着実に増えているのは心強い。このようにして次の人材を育成していくことの方が、他の研究への利用度を考えるより大切である。</p> <p>ダイヤモンドのドーピングでは、新しい合成方法・装置という観点でより高濃度のドーピング技術にチャレンジして欲しい。また、ダブルヘテロ構造はダイヤモンドを実用的な発光素子に発展させるために非常に重要な素子技術であり、ヘテロエピタキシャル成長およびヘテロ界面の電子物性研究は極めて興味深い。</p> <p>・新物質探索や新規現象の発見を目指した有力な手法と位置付けることが出来、研究内容はその方向に添っていると考えられる。報告書や口頭報告は概要であり、手法や装置がどのような実態になっているかを評価することは難しい。新規物質探索については計算科学との有機的な結合が重要な時期に来ており、相互の交流のみならず、本格的に目的を共通化したテーマを創設すべきである。研究手法を大きく前進させる糸口が見つかる可能性があり、仮定へのFeed Backによって新しい現象をつかむことすら可能性がある。</p> <p>・ワイドバンド半導体研究が全体的に活性化しており、他の材料への展開も考えられる。唯我独尊にならないよう、常に進め方を見直すことが必要。</p>		
<p>[総合評価]</p>	<p>・大型装置の導入にあたっては、単に市販機器を購入するのではなく、研究所で独自に開発した技術を生かした装置を設置するよう要望する。</p> <p>超微細技術の開発は基本的には普遍的な新規技術である。しかし、逆に、新半導体物質の創製・材料化への支援という観点からは必ずしも整合性が十分であったか否かは若干の疑問なしとしない。</p> <p>ワイドバンドギャップ半導体のなかでも、最もその物性値から大きな期待を有するダイヤモンドならびにcBNに果敢に挑戦し、その新しい合成方法、ドーピング技術、基礎デバイス作成を行っているところが高く評価できる。</p> <p>研究のマネジメントは、さらに研究対象を絞ったり、将来の研究体制を見据えた人材育成の視点から、再検討をお願いしたい。日本におけるこの分野のリーダーとしての立場を世界にアピールすることを期待する。また、独立行政法人に移行したのを契機に、ユニークな大型装置には、技官をつけるよう長期戦略の中にいれて欲しい。また、マネジメントについてアドバイザーを得ることを勧める。</p> <p>世界の先端を走る研究として、どの段階までを研究範囲とするかを十分検討し、resourceの投入を決定すべきである。研究者の興味だけでは後世の評価に耐える内容とならない可能性もある。</p>		
<p>[評点]</p>	<p>Ⓐ</p>	<p>B</p>	<p>C</p>

注) 評価基準 A: 優れている。 B: 普通である。 C: 劣っている