

領域番号	2506	領域略称名	原子層
研究領域名	原子層科学		
研究期間	平成25年度～平成29年度		
領域代表者名 (所属等)	齋藤 理一郎（東北大学・大学院理学研究科・教授）		
領域代表者 からの報告	<p><u>(1) 研究領域の目的及び意義</u></p> <p>本学術領域研究「原子層科学」の目的は、グラフェン（グラファイトの1原子層）を中心として、「原子層が創る科学」を探索する新しい研究領域「原子層科学」の創成である。物質初の「単原子層の物質」であるグラフェンや遷移金属ダイカルコゲナイドなどの原子層物質群は、従来の半導体物質を凌駕する著しい性質をもつ。各国で大きなプロジェクトが始動するなど、原子層科学の有用性は世界の認めるところである。しかしながら、2004年に始まったグラフェンの研究が物質科学の大きな世界的潮流となっていた中で、当初日本はその世界的潮流からは後塵を拝してきた。本物質群に関して我が国の学術水準を向上・強化することは、炭素材料科学において長年世界をリードしてきた日本にとって急務の課題であり、本領域の創成を切望するものである。研究目標は、(1)原子層の合成法の探索(化学、工学)、(2)原子層固有の物性の探求(物理、工学)、(3)原子層デバイスへの応用(工学、物理)、(4)原子層電子状態の理論の構築(物理、化学)、の4つの分野を有機的に連携させ、他の原子層(h-BN, MoS<sub>2</sub>など)との複合層を含め原子層物質の探求を行うことである。本申請の目標は、原子層科学を創成し、新たな学理と産業の創出を目指すことである。本領域の意義は、領域の創成によって異なる分野の研究者をつなぎ、効率よく共同研究を実施することで、原子層物質に関して、世界に日本の研究をアピールすることである。</p>		
	<p><u>(2) 研究成果の概要</u></p> <p>本領域は合成班、物性班、応用班、理論班の4つの計画班からなる。総括班は、班間の共同研究を活性化し、研究の効率を著しく上げた。その結果、大きな研究成果（発表論文総数 836 件(査読有り)）を得た。発表論文のうち 60%に相当する 499 件は、領域内外もしくは国際共同研究である。合成班は、従来の「剥離による原子層物質合成」でなく、気相成長や SIC の熱分解法による高品質の原子層物質の各種合成を実現した。その結果、多様な原子層物質を高品質かつ大面積で供給することができ、その他の班に試料提供し多くの共同研究を実現した。実際、合成班は共同研究 499 件の 48%に相当する 241 件に関わっている。物性班は、合成班から提供された高品質試料と応用班から提供された「原子レベルで平面である h-BN 基板」を用いて、精密物性測定を実現した。その結果、バレーホール効果、2次元高温超伝導、超伝導接合や弾道的な電子の運動を観測した。応用班は、h-BN 基板上の大面積の試料を用いて、理想的な2次元の電界効果トランジスタを実現するだけでなく、有機 EL、NEMS、THz アンテナなど多岐にわたる応用の成果を生み出し、一部企業に対してライセンス提供を行った。理論班は、共同研究において実験で観測される顕著な量子的効果を理論的に解析し、モアレ原子層、ラマン分光解析、熱電性能など波及効果の大きな成果を出した。これらの結果、領域全体は大きな一つのコミュニティとなる新たな境界領域になった。</p>		

<p>科学研究費補助金審査部会 における所見</p>	<p>A (研究領域の設定目的に照らして、期待どおりの成果があった)</p>
	<p>本研究領域は、グラフェンを中心とした原子層の合成法探索、原子層固有の物性探求、原子層デバイスへの応用、原子層電子状態の理論構築の四つの分野を有機的に連携し、MoS<sub>2</sub>やh-BN等の原子層との複合層を含めた原子層物質の探求と機能開拓を目指すことを目的とした。</p> <p>総括班のリーダーシップの下、合成・物性・応用・理論の各計画研究の強力な有機的連携により原子層科学の学理の構築が推進され、当初目的を達成したと判断できる。特に研究領域内外へ多くのサンプルを提供し、国内のみでなく国際的な共同研究も積極的に推進することで、本研究領域の存在感を世界に示すことに成功していることは大いに評価できる。</p> <p>これらの成果を踏まえれば、本研究領域全体で大きなコミュニティとして複数分野にまたがる新たな研究領域を創成し、学問的にも多大な貢献がなされたこと、また、半導体工学分野、スピントロニクス、熱電材料など、様々な実用的な応用展開が期待でき、実際、応用デバイスを試作するなど産業界にもインパクトを与えたことは、評価できる。</p>