

事後評価報告書

評価委員会開催日：平成18年8月9日

評価委員：（敬称略、順不同）

組頭広志 東京大学大学院工学系研究科 講師 （主査）

齋藤弥八 名古屋大学大学院工学研究科 教授

塩原 融 超電導工学研究所 副所長・部長

楠 美智子 ファインセラミックスセンター材料技術研究所 マネジャー

記入年月日：平成18年11月28日

課題名	コンビナトリアル材料科学の創製と先端産業への展開（COMET）
研究責任者名及び所属・役職	知京豊裕 ナノマテリアル研究所ナノマテリアル立体配置グループ ディレクター （現在：半導体材料センター センター長）
【実施期間、使用研究費、参加人数】	実施期間：平成11年度～平成17年度 使用研究費（期間合計：運営費交付金：1630.5百万円、外部資金：76.6百万円） 参加人数：（平成17年度）38人（専任：11人、併任：4人、ポスドク：12人、外来：5人、技術補助：2人、事務補助等：4人）
【研究全体の目的、目標、概要】	<p>研究目的及び具体的な研究目標：</p> <p>未来の科学技術や産業にインパクトをもたらす物質・物性の発見、あるいはそれらの実用材料化や新機能デバイスの開発を加速的に推進する研究手法の開発に向け、コンビナトリアル化学の概念をセラミックス合成に適用するための基本理念を構築し、各種反応手法に適用して従来よりも100-1000倍高速高効率な合成プロセスを確立する。それにより半導体材料や各種機能性セラミックスあるいは新デバイス等の創出に向けての基盤技術を開発することを目的とする。</p> <p>そのためにここでは汎用性の高いコンビナトリアル薄膜合成システム、汎用コンビナトリアルバルク合成システム、複数の特性を同時に計測するシステムを開発し高速スクリーニングを目指す。これらの装置を使って、次世代集積回路用材料を含む各種電子薄膜材料、ガラス材料、2次電池用電極材料などの開発を通じて系統的な材料データを蓄積し、産業への展開を図ると同時に、これらのデータを使って情報工学と材料工学の融合であるマテリアルインフォマティックスの構築を目指す。</p> <p>研究計画概要：</p> <p>ここではコンビナトリアル材料合成手法と高速評価技術を使って</p> <ol style="list-style-type: none"> ① ゲートスタック材料（ゲート酸化膜、金属ゲートなど）の材料開発、 ② Si上の各種電子材料の開発、 ③ 酸化物を中心とした各種機能性薄膜の材料開発、 ④ 各種薄膜評価装置の開発 ⑤ ガラスコンビナトリアル合成装置とガラスデータベースの作成 ⑥ ガラス特性評価装置開発 ⑦ 湿式コンビナトリアル合成装置の2次電池電極材料開発 ⑧ 電池電極材料評価システム ⑨ イオン注入コンビナトリアル技術開発と光学材料への応用 ⑩ マテリアルインフォマティックスの構築 <p>に関する研究を行う。</p>

<p>【全研究期間の成果等 (研究全体)】</p>	<p>研究成果（アウトプット）、成果から生み出された効果・効用（アウトカム）、波及効果（インパクト）：</p> <p>本研究プロジェクトでは、新規ゲート絶縁膜材料、金属ゲート材料、Si基板上の各種機能性薄膜、鉛を含まない低融点ガラス、蛍光ガラス、各種色ガラスなど機能性ガラス、新2次電池電極材料、ZnO蛍光材料、TiO₂:Co透明磁性材料、ZnO青色発光ダイオードなど新規機能性材料を短期間で開発した。これらの成果は、Science、Nature、Nature Materialsを含む国際誌に掲載され、コンビナトリアル手法の有効性を示すことができた。また、このプロジェクトの過程で発生した材料、製膜装置や評価装置に関する知的財産も確保された。これらの知的財産の一部はすでに製膜装置や評価装置に組み込まれ市販品として販売されている。また、コンビナトリアル材料合成に関して産学独連携も数多く進みこの手法の有効性を社会に広めることに成功した。さらに、5回の国際会議を通じて将来の材料科学の新分野であるマテリアルインフォマティックスの構築を我が国から提案し、その基盤となるデータ形式に関する国際標準化も進め、すでにwebsiteにてそれを公開している。このように本プロジェクトは多くの成果を生み出しただけでなく、我が国の材料開発を国際標準も含めて戦略的に進めることにも成功している。また、材料科学と情報工学の融合であるマテリアルインフォマティックスやコンビナトリアル材料科学の分野の創製にも貢献し、基礎・基盤技術開発から実用化、さらに新研究領域の創製まで幅広い社会、学問分野への波及効果を実現した。</p> <p>論文：124+65. 89件*、プロシーディングス：32+17. 4件*、総説・解説：42+17. 5件*、招待講演数：18+61. 2件*（*：+の前の数値は平成11-13年の数値、+の後ろは研究の寄与率を考慮した平成14-17年の値）</p> <p>特許出願：80件、登録：23件、実施許諾：0件（平成11-17年）</p>
<p>【評価項目】</p>	<p>コメントおよび評価点</p>
<p>マネジメント 実施体制 (サブテーマ間連係、外部との共同研究の有効性)</p>	<p>コメント： 薄膜、バルク、インフォマティックスのサブテーマ間の連携が非常にうまく機能し、サブテーマの成果を有効に活用できる体制であったと評価できる。また、国内外の公的機関・大学等との共同研究や実用化に関しても連携が有効に働いている。ただ、トライアンドエラーで研究が行われており、今後、理論予測グループと連携することが大事であろう。特に非平衡プロセスでは理論が重要となる。</p>
<p>* 評価点（10点満点）：9 評価基準 9点：研究の効率向上に明確に寄与している 7点：よく考えられている 5点：平均的な体制 3点：もう少し考慮の余地があった 1点：プロジェクト遂行の支障となった</p>	
<p>アウトプット (論文、特許等の直接の成果。費用対効果を考慮)</p>	<p>コメント： 実用化・装置開発研究という比較的アウトプットが出にくいテーマにもかかわらず、非常に多くの論文や特許などが出ている点を高く評価する。外部連携及びサブグループ間の連携の成果と考えられる。また、国際会議でのシンポジウム企画、日米ワークショップの開催など、国際連携・交流の企画も積極的に行われている。今後は企業と連携して、実用化に近い材料や装置の特許も積極的に狙って欲しい。</p>
<p>* 評価点（10点満点）：9 評価基準 9点：質・量共に平均的プロジェクトの水準を大きく上回っている 7点：平均的水準より優れる 5点：平均的水準</p>	

3点：少ない		1点：問題がある	
目標の達成度 その他アウトカム、波及効果	コメント： 本研究では、新規材料創製に関する効率的な手法が開発され、その酸化物・ガラス分野への波及効果は大変大きい。特に世界的規模で協力体制を組めたことは、今後の成果の波及に大いに役立つと思われる。また、実用化が期待できる材料も数例有るので、今後は実用化に向けたメーカーとの積極的なタイアップが重要であり、実用化の具体例を積み上げてほしい。評価手法（コンビナトリアル対応）と情報工学の融合によるインフォマティクスネットワークCOMETに関しては、新しい領域のためさらなる研究が必要と見られる。		
* 評価点（10点満点）：9 評価基準 9点：一つの分野を形成した 7点：目標は十分達成され、当該分野に影響を与えた 5点：目標はなんとか達成された 3点：目標の部分的な達成 1点：目標達成にはほど遠い			
総合評価 研究全体に対する総合的な所見を記入。 また上記設定評価項目に含まれないその他の評価ポイントがあれば追加してコメント。	コメント： コンビナトリアル技術は、最適化と新しい機能の発見という2つの面を持つと考えられる。前者の最適化に関しては、十二分な成果が得られていると考えられる。今後は、実用性、新規性、科学（Basic Science）での貢献に期待する。後者の新しい機能の発見に向けたインフォマティクス研究はインパクトが強く、バイオの分野での成功例があるが、物質・材料分野でも今後とも強く推進すべきである。ただ、独立行政法人や大学においてはデータベースからの研究だけではなく、理論に基づいた研究を今後推進してほしい。また、熱平衡プロセスの平衡状態図に関するTHERMOCALCの中には、粘性、表面張力など、非平衡プロセスに有効なデータがあり、そのデータとの連携を取ることも、価値があると考えられる。 本プロジェクトは、国益の上でも大変優れた成果としてまとめられたと思う。この分野は、標準化で世界的にリード出来る少ない分野であるので、今後この成果を有効に活用してほしい。		
* 総合評価点（10点満点）：9 評価基準 9点：すべての点において模範的に優れている 7点：総合的に優れている 5点：平均的 3点：期待されたほどではなかった 1点：税金の無駄遣いである			

なお評価点は、公表時一般にもわかり易いように、以下のようにS, A, B, Cを併記します。

9、10 S
8 A+
6、7 A
5 A-
3、4 B
0～2 C

評価点まとめ

マネジメント実施体制 (内外連携)	アウトプット	目標達成度、アウトカム 波及効果	総合評価
S	S	S	S