

プロジェクト事後評価報告書

評価委員会開催日：平成24年2月14日

評価委員：（敬称略、五十音順）

野口博司 九州大学工学研究院 機械工学部門 教授

福田 博 東京理科大学 基礎工学部 教授

村山宣光 産業技術総合研究所 先進製造プロセス研究部門 研究部門長・所長代理

確定年月日：平成24年3月14日

プロジェクト名	インテリジェントセンサーデバイスに関する基盤研究
研究責任者の所属・役職・氏名	企画部門長（元センサ材料センター長） 羽田 肇
実施期間	平成18年度～平成22年度
研究目的と意義	<p>本プロジェクトでは、社会の安全・安心形成・維持に障害となる事象、化学物質、病原体等のセンシング技術を開発する際に必要となる基盤的研究を行う。</p> <p>センサーの基本であるレセプター機能、トランスデューサー機能は、究極的にはインターフェースに関わる問題である。それゆえ本プロジェクトでは、固体表面・界面での反応・事象に着目し、それらに関わる基盤的研究を推進する。その知見に基づき、新興・再興のリスクの危険性を自ら判断し、警報することにより安全・安心社会形成に寄与する、光・電気・音響信号を検知する新しいタイプのセンサーを開発し、インテリジェントセンサーシステムとしての可能性を確認する。また、インテリジェントセンサーシステムにおいて個々のセンシング機能を効果的に活用するために、新規アクチュエータの開発を併せて行う。</p>
研究内容	<p>目標を達成するため、（サブテーマ1）オプティカルセンシング、（サブテーマ2）電気リカルセンシング、（サブテーマ3）アコースティックセンシングの各サブテーマにおいて基礎的な研究を行っていく。また、これらの機能を制御する仕組みとして、（サブテーマ4）アクチュエータ機能に関するサブテーマを設け、研究を推進する。</p> <p>さらに各サブテーマでは、（サブテーマ1）ダイヤモンド等ワイドバンドギャップ半導体を利用した紫外(UV)光応用、（サブテーマ2）ナノ粒子配列を利用した化学センシング応用、（サブテーマ3）非鉛系圧電体の開発、（サブテーマ4）形状記憶合金を利用した新規アクチュエータ材料の開発、を行うと共に、センサーのインテリジェント化に不可欠な要素の洗い出しを図る。</p>
ミッションステートメント（具体的な達成目標）	<p>新興・再興のリスクの危険性を自ら判断し、警報することにより安全・安心社会形成に寄与する、光・電気・音響信号を検知する新しいタイプの深紫外(DUV)光センサー・化学センサー・圧電センサーを開発し、インテリジェントセンサーシステムとしての可能性を確認する。また、インテリジェントセンサーシステムにおいて個々のセンシング機能を効果的に活用するために、新規アクチュエータの開発を併せて行う。</p>
平成18年度～平成22年度までの主な研究成果（アウトプット）及び研究成果から生み出された（生み出される）効果・効用（アウトカム）、波及効果（インパクト）	<p>1) 主な研究成果（アウトプット）：</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ダイヤモンド薄膜が、DUV領域（260nm）で、十分なソーラーブラインド性を持って紫外線検出器として機能する事が確認された。 ・SPR（表面プラズモン共鳴）センサーが気相化学種の検知に有効であることが判明するとともに、ハイスループット評価法としても応用しうることが示された。 ・PZT（チタン酸ジルコン酸鉛）の性能を凌駕する性能を有する圧電材料が発見された。 ・形状記憶合金を薄膜化する事によりアクチュエータとしての欠点であった遅応答性を克服する事ができた。 <p>2) 研究成果から生み出された（生み出される）効果・効用（アウトカム）、波及効果（インパクト）：</p>

	<ul style="list-style-type: none"> ・ダイヤモンド薄膜をUV光センサー化することで、全固体のUV光検知器が可能となり、これを使用した火炎センサーデバイス開発に繋がった。さらに、太陽観測衛星用のUV光センサーとしても搭載された。 ・気相SPRセンサーが可能になったことから、無配線のマルチ化学センサーが可能となった。 ・PZTの特性を凌駕する材料の開発により、非鉛圧電体開発の見通しが立ちつつある。 ・ストローク、高力の形状記憶合金薄膜アクチュエータを得たことから、気相中でも使用可能なインテリジェント化学センサーの可能性が拓けた。
<p>プロジェクトの目標の達成度合い及び自己点検・評価</p>	<p>プロジェクトの目標の達成度合い： プロジェクト全体では、インテリジェントセンサーの考え方の確立という目標を立てたが、センサーの機能を、単に対象を検出するだけでなくその効果を見るという定質性の観点から整理することで、実用的にも有効な概念を構築できたことから、目標は達成したものと判断する。各サブテーマについては、数値目標も含め目標としていた点については、達成したと判断している。</p> <p>自己点検・評価： プロジェクト全体としては、目標としてあがった項目については達成したものの、実用化に向けて重要なシステム化という観点からは不十分であった。サブテーマ2の電気的センシングでは、UV光利用デバイス形成までには至らなかったものの、目標として掲げたものは概ね達成した。サブテーマ3のアコースティックセンシングでは、新規非鉛圧電体を見出したのに留まらず、フェロイック材料への見通しをつけることができたことから、目標以上の成果を達成した。サブテーマ4のアクチュエータでは、形状記憶合金の難点を克服しただけでなく、これがセンサーとして機能するという新たな知見が得られた。</p>
<p>【評価項目】</p>	<p>コメント</p>
<p>①研究計画、実施体制、マネージメント、連携 (計画はきめ細かったか、ロードマップに問題はなかったか、実施体制は十分だったか、マネージメントの是非、連携の範囲や連携課題、連携の成果はどうだったか、どこが問題なのか、ほか)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・計画は具体的で、目標も定量的に示すなど明確である。ロードマップも適切であったと判断される。 ・センサーに有望な材料開発については、各サブテーマそれぞれのオリジナリティを発揮する研究マネージメントがなされたと判断される。 ・個々のサブテーマの計画・実施・マネージメントは十分であった。サブテーマを統合したものがほしかった。 ・インテリジェントセンサーとして統合化するための実施体制およびマネージメントについては、改善の余地があったと思われる。 ・研究責任者自らが反省点として指摘しているように、実際のデバイス作製のために必要なMEMS(微小電子機械システム)技術については、先行する他の研究機関や企業との連携をとる必要があったと思われる。
<p>②研究開発の進捗状況及び具体的目標の達成度 (研究責任者の自己点検・評価を踏まえて、進み具合はどうだったか、目標は達成されたか、目標は具体的であったか、世界レベルで見て目標は高かったか・低かったか、問題点は何か、ほか)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・個々のサブテーマの学問的レベルは世界的レベルである。 ・自己点検・評価では「ほぼ計画通り進んだ」とあるが、やや控えめな評価かも知れない。 ・特に材料開発という観点では、PZTの圧電特性を超える非鉛圧電材料の発見が特筆に値する。 ・材料探索のためのプロセスとして、SPRによるセンサー材料の高速探索はユニークな成果である。 ・センサーデバイスとしての特性評価まで含めて、ダイヤモンドDUV光センサーの成果は高く評価される。その他のサブテーマは、センサーデバイスとしての特性評価にまでは至っていないが、革新的なセンサーデバイスに有用な新材料や新プロセスを開発しており、その点は評価される。

<p>③論文・特許等の直接の成果（アウトプット）、効果・効用（アウトカム）、波及効果（インパクト）</p> <p>（世界レベルの質の成果が出たか、どのような効果・効用あるいは波及効果が出たか（期待されるか）、研究タイプを考慮した費用対効果は、問題点は何か、ほか）</p>	<ul style="list-style-type: none"> 論文、特許ともに十分な成果であると判断される。 学術論文、学会発表、特許等、アウトプットは相当数ある。 投稿したジャーナルはIF（インパクトファクター）が高いものが多い。 発表された論文は、センサー応用に限らず、他の応用にも有用な新規性の高い論文が多い。 インテリジェントセンサーに関する学問的貢献だけでなく、火災センシングシステムの実用化に大きく貢献している。 世界初の成果がいくつかあり、また一定のアウトカムも出ており、さらに波及効果も期待される。 	
<p>④総合評価</p> <p>（研究全体に対する総合的所見、及び上記評価項目①～③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）</p>	<ul style="list-style-type: none"> 安心・安全を標榜した研究で、非鉛圧電材料の開発を始め、各種センサーの開発や材料開発において、すぐれた成果を挙げている。 インテリジェントセンサーに関する学問的発展がなされたので、得られた知見が散逸しないように、しっかり体制で継続してほしい。 欲を言えば、当初計画のセンサーのマルチ化がもう少し進めばよかった。 ダイヤモンドDUV光センサーをコア技術として、新規ガスセンサー材料、新規圧電材料、新規アクチュエータ材料を統合したインテリジェントセンサーを実現してほしい。 	
<p>各委員の総合評価点 （10点満点）</p>	<p>8、9、8（順不同）</p>	
<p>総合評価点平均 （10点満点）</p>	<p>8.3（小数第二位以下四捨五入）</p>	
<p>総合評価点</p>	<p>評価</p>	<p>評価基準</p>
<p>10</p>	<p>S</p>	<p>全ての点において模範的に優れていた。</p>
<p>9</p>	<p>S</p>	<p>多くの点において非常に優れていた。</p>
<p>8</p>	<p>A</p>	<p>総合的に優れていた。</p>
<p>7</p>	<p>A</p>	<p>優れたプロジェクトであった。</p>
<p>6</p>	<p>A</p>	<p>平均的なプロジェクトであった。</p>
<p>5</p>	<p>A</p>	<p>一部の計画の見直しが必要であった。</p>
<p>4</p>	<p>B</p>	<p>期待されたほどではなかった。</p>
<p>3</p>	<p>B</p>	<p>計画を見直して継続すべきであった。</p>
<p>2</p>	<p>B</p>	<p>プロジェクトの見直し、計画の抜本的な変更が必要であった。</p>
<p>1</p>	<p>C</p>	<p>大きな問題があり、プロジェクトを中止すべきであった。</p>