

平成 27 年度科学技術重要施策アクションプラン(AP) 個別施策記入様式

提出日 (更新日)		平成 27 年 4 月 2 日 (平成 27 年 4 月 1 日)		府省庁名	文部科学省			
				部局課室名	研究開発局環境エネルギー課			
第 2 章 第 1 節	重点的課題	新規技術によるエネルギー利用効率の向上と消費の削減 (消費)		担当者名				
	重点的取組	(4) 革新的デバイスの開発による効率的エネルギー利用		電話(代表/内線)				
第 2 章 第 2 節	分野横断技術	ICT (3) 新たな価値を提供するためのより高度な基盤、ネットワーク		電話 (直通)				
	コア技術	センシングデバイス技術		E-mail				
H27AP 施策番号		I・文 04		H26 施策番号	エ・文 07			
H27AP 提案施策名 (H26AP 施策名)		創発現象を利用した革新的超低消費電力デバイスの開発 (創発現象を利用した革新的超低消費電力デバイスの開発)						
AP 施策の新規・継続		新規・ <u>継続</u>		各省施策実施期間	H25 年度～H34 年度			
研究開発課題の公募の有無		あり・ <u>なし</u>		実施主体	理化学研究所			
各省施策実施期間中の総事業費 (概算) ※予算の単位はすべて百万円		調整中	H27 年度 概算要求時予算	2,001 百万円の内数	うち、特別会計	—	うち、独法予算	2,001 百万円の内数
			H27 年度 政府予算案	1,977 百万円の内数	うち、特別会計		うち、独法予算	1,977 百万円の内数
			H26 年度 施策予算	1,962 百万円の内数	うち、特別会計		うち、独法予算	1,962 百万円の内数
1. AP 施策内の個別施策 (府省連携等複数の施策から構成される場合)								
個別施策名	概要及び最終的な到達目標・時期	担当府省/ 実施主体	実施期間	H27 予算 (H26 予算)	総事業費	H26 行政 事業レ ビュー事業 番号		
1								
2								
3								
2. AP 連携施策等、提案施策に関連する他の施策・事業								
施策番号	関連施策・事業名			担当府省	実施期間	H27 予算		
I・文 03	スピントロニクス技術の応用等による極低消費エネルギー ICT 基盤技術の開発・実用化			文部科学省	H24-H28	120 百万円		
I・経 03	ノーマリーオフコンピューティング基盤技術開発			経済産業省	H23-H27	500 百万円		
3. 科学技術イノベーション総合戦略 2014 との関係								
第 2 章及び工程表における記述	①本文 第 2 章 第 1 節 16 ページ (4) 革新的デバイスの開発による効率的エネルギー利用 この取組では、モーターや情報機器等の消費電力を大幅に低減する超低損失パワーデバイス (SiC、GaN 等)、超低消費電力半導体デバイス (三次元半導体、不揮発性素子等)、光デバイス等の研究開発及びシステム化を推進し、電力の有効利用技術の高度化を図るとともに、当該技術の運輸・産業・民生部門機器への適用を拡大することで、エネルギー消費量の大幅削減に寄与する。 ②工程表 16 ページ 革新的デバイスの開発による効率的エネルギー利用							
SIP 施策との関係	—							
第 2 章第 2 節 (分野横断技術) への提案の場合、貢献する政策課題 (第 2 章第 1 節)	①エネルギー (4): 革新的デバイスの開発による効率的エネルギー利用 不揮発性素子による超低消費電力半導体デバイスの研究開発及びシステム化を推進し、情報機器等の消費電力を大幅に削減することで、電力の有効利用技術の高度化を図り、エネルギー消費量の大幅削減への寄与に貢献する。							

第2章第3節との関係	－
第3章の反映 (施策推進における工夫点)	<p>②研究力・人材力の強化に向けた大学・研究開発法人の機能の強化<主な関連施策></p> <ul style="list-style-type: none"> ・我が国の産業政策にとっては重要な基盤技術でありながら、学術研究活動の縮小や人材の減少が懸念される技術分野において、産業界の積極的な取組と連携しつつ、民間企業の研究ニーズ・雇用ニーズの明確化と、認識を共有するための産学官の対話の場の設置・活用等を推進(62ページ) ・企業等と、原理実験の時点からの連携、共同研究により、早期にプロトタイプに必要な条件を共有し、企業への橋渡し研究を行っている。

4. 提案施策の実施内容（バックキャストによるありたい社会の姿までの取組）【本項目は1ページ以内に収めること】

<p>ありたい社会の姿 (背景、アウトカム、課題)</p>	<p>現在、あらゆる「モノ」が無線通信でつながる(Internet of Things)、ICT 社会の実現により、エネルギー、健康寿命、安全安心社会の様々な場面で機器が無線通信でつながり、意識せず豊かさを享受できる社会生活の形成に貢献することが期待される。一方、現在の ICT 技術のままだと現在 1,500 億 kWh 規模の消費電力が 2050 年には 4,400 億 kWh まで増加すると予想され、抜本的な省電力化が不可欠である。この解決のためには、従来の半導体技術とは異なる全く新しい学理に基づいた省電力エレクトロニクスの開拓が必要である。</p>
<p>施策の概要</p>	<p>既存半導体技術の限界を超える省電力エレクトロニクスの開拓に向け、強相関電子系物質を用いた革新的な以下の3つのアプローチによってエネルギー消費低減に資する新学理・原理を構築、プロトタイプデバイスで実証し、熱損失などによるエネルギー損失が極小のエレクトロニクスを開拓する。</p> <p>(1) 電子集団が規定する金属や絶縁体という電子相を情報担体とするモットロニクス、 (2) エネルギー消費を伴わないスピン流やトポロジカル流を用いたエネルギー非散逸エレクトロニクス、 (3) 電気分極の磁場制御や磁気特性の電界制御を可能にするマルチフェロイクス、</p> <p>また情報担体として優れた磁化を、散逸の少ない電界で制御することを目指す。なお、実用化の面に関して、既存半導体と革新的超低消費電力デバイスとのハイブリッド化が必須となるため、早期から企業と共同研究を実施する。</p>
<p>最終目標 (アウトプット)</p>	<p>2020 年以降に、モットロニクスデバイスおよび(2)トポロジカル流デバイスの実現によって、同機能を持った既存半導体素子のエネルギー消費を 1/1000 に抑制する技術を確認する。さらに既存のスピン磁化反転素子のエネルギー消費を 1/1000 以下とする電界磁化制御技術を確認する。また、革新的超低消費電力デバイスの製造コストに関しては、既存の大量生産技術を適用することで既存半導体の製造コストと同程度かそれ以下を目指す。また、実用化を意識したスイッチング動作の繰り返し耐性についても検討を行う。原理構築、実証実験、知財権確保をバランス良く進め、確立した技術をもとに革新的アプローチの方向性の明確化およびデバイス設計指針について企業へ効率的に橋渡しを行うことで、2030 年を目途に電力ロスを極小化したハイブリッド型の電子デバイス等の商業出荷を目指す。</p>
<p>ありたい社会の姿に向け取組むべき事項</p>	<p>産・官とも密接に連携し、新原理に基づくデバイスの性能基準等を策定し、安定的かつ高効率な省エネ社会の実現を目指す。また、応用システムの側面からは、革新的超低消費電力デバイスだけの電子機器の実現は不可能であるために、既存半導体とのハイブリッド化が必須となる。そのため、早期から企業と共同研究を実施することで、プロトタイプデバイスが満たすべき条件を共有して革新的アプローチの方向性の明確化およびデバイス設計指針を抽出し、その方向性・指針に沿った研究を実施する。</p>
<p>国費投入の必要性、事業推進の工夫(効率性・有効性)</p>	<p>未来型 ICT 社会の実現のためには、従来の延長ではない全く新しい学理を創成することで抜本的な省電力を目指した総合的な研究を推進する必要がある。しかしながら、民間企業が一から学理を構築するような革新的な基礎研究を行うにはリスクが大きすぎるため、国が主導して学理を構築することが適当である。「国際半導体技術ロードマップ 2011 年版」においては、次世代を担う新しい技術として強誘電体メモリやモットメモリが挙げられており、本施策はその実現を目指すものであり、国際的な研究指針・企業からの要望に合致している。また実用化に向けては、この基礎研究の成果をいち早く社会で実装させるために、Pre-competitive な段階から企業と共同研究を実施し、プロトタイプデバイスが満たすべき条件を共有して、革新的アプローチの明確化およびデバイス設計指針を含めた企業への効率的な橋渡しを行う。</p>
<p>実施体制</p>	<p>理化学研究所 創発物性科学研究センター ※Pre-competitive な段階にある研究開発においては、複数企業からの研究員を受け入れ集中的な研究開発を推進中。また、国内外の大学、研究機関(スタンフォード大(米)、マックスプランク研究所(独)、清華大学(中)、東京大学、産総研等)とも共同研究を実施。</p>

府省連携等	<p>経済産業省「ノーマリーオフコンピューティング基盤技術開発」等と連携して、基礎研究段階においては論文発表や事業の進捗状況等について随時情報共有を行い、それぞれの施策へのフィードバックしつつ効率的に事業を進めていく。また、初期段階から共同研究機関及び企業と綿密な情報共有を実施し目標等の具体化を図る。さらに国内外研究者及び企業研究員を交えた国際シンポジウムの開催や、公開セミナーを定期的に行っており、これらの枠組みを生かして情報共有を促進していく。</p>
H26AP 助言内容及び対応（対象施策のみ）	<p><助言内容></p> <ul style="list-style-type: none"> ・現状実力でデバイスとしての達成（可能）数値、および目標数値を記述すべき。 ・実用化に向けたプロトタイプデバイスの最低限の基本性能や動作条件を明らかにし、橋渡し研究への円滑な移行につなげることが望まれる。 <p><対応方針></p> <ul style="list-style-type: none"> ・10年後に（サンプル出荷で）消費エネルギーを同機能半導体素子の1/1000に抑制する等の到達目標を設定。 <p><デバイス機能の数値目標></p> <ul style="list-style-type: none"> ●熱損失のないトポロジカルカレントの受ける抵抗 現状：量子化抵抗（約25kΩ）の1/50以下→5年後：同1/100以下、サンプル：同1/1000以下 ●マルチフェロイクスの磁化反転に要するエネルギー 現状：スピン磁化反転を用いた既存素子で要するエネルギー（10⁻⁹J）の1/50以下、 →5年後：同1/100以下、サンプル：同1/1000以下 <ul style="list-style-type: none"> ・企業等と、原理実験の時点からの連携、共同研究により、早期にプロトタイプに必要な条件を共有し、企業への橋渡しを円滑に行うよう努める。

5. 過去2年間の検証可能な達成目標、取組及び成果		
時期	目標 (検証可能で定量的な目標)	成果と要因分析
H25 年度末 (H25 対象施策)	モデル物質について理論的検証を実施。	【達成】スケーリング理論によって非散逸トポロジカル流を生み出す条件を明らかにし、その起源となる界面磁性を1kV/cm程度の電場で制御できることを見出した。また、界面電子系のトポロジカルな性質の理論的検証を行い、実証実験の指針を確立した。
	—	—
	—	—
H26 年度末 (H26 対象施策)	電界による磁化反転の実証等	【達成】新型ゲート技術の確立により、1V以下の電圧で絶縁体-金属相転移を誘起するモットランジスタを実現し、その動作機構を明らかにした。また、磁化と分極が強く結合したマルチフェロイクス物質において、ゼロ磁場下での電界磁化反転を実証し、磁場による電気分極曲線のバイアスという新機能を見出した。
	—	—
	—	—
6. 今後3年間の検証可能な達成目標及び取組予定		
時期	目標 (検証可能で定量的な目標)	達成に向けた取組予定
H27 年度末	1 新材料に基づくデバイス要素技術の確立	既存半導体基板上に原子レベル平坦なトポロジカル物質の薄膜を合成し、トランジスタを構成する界面技術を確立する。
	2 —	—
	3 —	—
H28 年度末	1 高速電界磁化反転の実現等	電界による磁化の反転の速度を決める要因を明らかにし、高速化の指針を確立する。
	2 —	—
	3 —	—
H29 年度末	1 強磁性トポロジカル物質によるエネルギー散逸極小の論理素子実証	キャリア数制御された薄膜を作製し、強磁性のドメイン壁に生じる非散逸電子流を検出する。電界や磁場によるドメイン壁の制御により、論理素子の基本動作を確認する。
	2 —	—
	3 —	—
【参考】関係する計画、通知等		【参考】添付資料
日本再興戦略（平成25年6月） P73 第Ⅱ. 3つのアクションプラン 二. 戦略市場創造プラン テーマ2：クリーン・経済的なエネルギー需給の実現 科学技術イノベーション総合戦略（平成25年6月） P14 第2章-I-3 第4期科学技術基本計画（平成23年8月） P12 II-3-（3）		エ・文 09-1 創発現象を利用した革新的超低消費電力デバイスの開発

平成 27 年度科学技術重要施策アクションプラン(AP) 個別施策記入様式

提出日 (更新日)	平成 26 年 7 月 28 日 (平成 27 年 4 月 3 日)	府省庁名 部局課室名	経済産業省 商務情報政策局情報通信機器課				
第 2 章 第 1 節	重点的課題	新規技術によるエネルギー利用効率の向上と消費の削減(消費)					
	重点的取組	(4) 革新的デバイスの開発による効率的エネルギー利用					
第 2 章 第 2 節	分野横断技術	ICT (3) 新たな価値を提供するためのより高度な基盤・ネットワーク					
	コア技術	センシングデバイス技術					
H27AP 施策番号	I・経 03	H26 施策番号	エ・経 01				
H27AP 提案施策名 (H26AP 施策名)	ノーマリーオフコンピューティング基盤技術開発 (H26AP 施策名: 同上)						
AP 施策の新規・継続	継続	各省施策 実施期間	H23 年度～H27 年度				
研究開発課題の 公募の有無	なし	実施主体	新エネルギー・産業技術総合開発 機構				
各省施策実施期間中の 総事業費(概算) ※予算の単位は すべて百万円	数十億円	H27 年度 概算要求時予算	590	うち、 特別会計	590	うち、 独法予算	590
		H27 年度 政府予算案	500	うち、 特別会計	500	うち、 独法予算	500
		H26 年度 施策予算	668	うち、 特別会計	668	うち、 独法予算	668

1. AP 施策内の個別施策(府省連携等複数の施策から構成される場合)

個別施策名	概要及び最終的な 到達目標・時期	担当府省/ 実施主体	実施期間	H27 予算 (H26 予算)	総事業費	H26 行政 事業レビ ュー事業 番号
1						0416
2						
3						

2. AP 連携施策等、提案施策に関連する他の施策・事業

施策番号	関連施策・事業名	担当府省	実施期間	H27 予算
I・文 03	スピントロニクス技術の応用等による極低消費エネルギー ICT 基盤技術の開発・実用化	文部科学 省	H24-H28	120
I・文 04	創発現象を利用した革新的超低消費電力デバイスの開発	文部科学 省	H25-H34	1,977 百 万円の 内数
I・経 04	次世代型超低消費電力デバイス開発プロジェクト	経済産業 省	H22-H27	2,000

3. 科学技術イノベーション総合戦略 2014 との関係

第 2 章及び工程表にお ける記述	<p>①本文 第 2 章 第 1 節 16 ページ 下から 8 行目 (4) 革新的デバイスの開発による効率的エネルギー利用 ①取組の内容 この取組では、モーターや情報機器等の消費電力を大幅に低減する超低損失パワーデバイス(SiC、GaN等)、超低消費電力半導体デバイス(三次元半導体、不揮発性素子等)、光デバイス等の研究開発及びシステム化を推進し、電力の有効利用技術の高度化を図るとともに、当該技術の運輸・産業・民生部門機器への適用を拡大することで、エネルギー消費量の大幅削減に寄与する。</p> <p>②工程表 16 ページ 革新的電子デバイス(情報機器、照明等)(1) 超低消費電力デバイスの開発 不揮発性素子とその利用技術の開発</p> <p>③本文 第 2 章 第 2 節 50 ページ 下から 5 行目 (3) 新たな価値を提供するためのより高度な基盤・ネットワーク ①コア技術 政策課題解決における産業競争力強化策を実現するためのコア技術として、センサネットワークにおいて待機電力が不要な革新的集積回路や自律的なセンサノード、センシングと通信機能を兼ね備えた低コスト無給電や高効率なデバイス等を実現する「センシングデバイス技術」、(省</p>
----------------------	--

	略)、を位置づけ、技術開発段階からの国際標準化及び国際展開等も含め推進する。 ④工程表 104 ページ センシングデバイス 超低消費電力デバイスの開発 不揮発性素子とその利用技術の開発
SIP 施策との関係	-
第 2 章第 2 節(分野横断技術)への提案の場合、貢献する政策課題(第 2 章第 1 節)	①エネルギー(4)革新的デバイスの開発による効率的エネルギー利用: 不揮発性素子による超低消費電力半導体デバイスの研究開発及びシステム化を推進し、情報機器等の消費電力を大幅に削減することで、電力の有効利用技術の高度化を図り、エネルギー消費量の大幅削減への寄与に貢献する。
第 2 章第 3 節との関係	-
第 3 章の反映(施策推進における工夫点)	重点的に取り組むべき課題中の重点的課題:(2)イノベーションシステムを駆動する重点的取組:②「橋渡し」を担う公的研究機関等における機能の強化(合致する内容) 「NEDOにおいて、大幅に権限を付与されたプロジェクト管理を行う人材の下で、適切なステージゲートを設定し、複数の選択肢に並行的に取り組む、有力技術の取捨選択や技術の融合、必要な実施体制の見直し等を柔軟に行うマネジメントの導入・拡大を図る。」 さらに、本事業ではプロジェクトリーダー職を設け、目標の達成に向けて、専門的知見を活用し技術的観点から技術目標の更なる詳細化や研究手法の具体的内容等について共同研究先に指示・指導している。また、研究開発の進捗状況、研究成果の実用化見通し、国内外の技術・市場動向等を把握・評価した上で、基本計画の見直し、変更等も含む目標達成に向けた柔軟な措置を必要に応じて提案している。

4. 提案施策の実施内容（バックキャストによるありたい社会の姿までの取組）【本項目は1ページ以内に収めること】

<p>ありたい社会の姿 （背景、アウトカム、課題）</p>	<p>我が国にとって省エネルギー化は大きな課題となっている。クラウド・コンピューティングの進展等によりデータセンタの情報処理の大規模化が進み、情報処理量や通信トラフィックは指数関数的に増大しつつあり、2025年にはIT機器の消費電力量は2010年の2倍になると予想されている。国民生活及び産業界において多く使用されている電子機器の革新的な省エネルギー化のためには、エネルギー削減効果の高い超低消費電力情報通信機器・システムの普及を促進する必要があることから、電源を切っても書き込んだ情報が保持され処理が必要とときだけ電力を消費する不揮発性素子を前提としたノーマリーオフコンピューティングに新しく設計することで、従来の電子機器の消費電力をさらに削減した超低消費電力型コンピュータを実現する。</p> <p>我が国が優位性を持つ不揮発性素子に関わるハードウェア技術の更なる高度化と併せて、不揮発性素子を用いる機器等のアーキテクチャ、ソフトウェア及びシステム化の要素技術を世界に先駆けて確立することにより、同素子の特性を活かした新市場を創出可能。</p>
<p>施策の概要</p>	<p>電源を切っても書き込んだ情報が保持される不揮発性素子を構成要素として取り入れ、処理が必要とときだけ電力を消費する新たな情報処理システム「ノーマリーオフコンピューティング」を実現するための基盤となる技術を確立する。</p> <p>これにより、情報通信分野において革新的な省エネルギーを実現できるとともに、無給電で長期間使用できる電子機器を実現することで、これまでにない製品開発ひいては新たな市場の創出が期待される。</p>
<p>最終目標 （アウトプット）</p>	<p>2020年までに、ノーマリーオフコンピューティングの実現により半導体部分の消費電力を1/10以下にした電子機器の実用化を目指す。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・不揮発性素子を用いたハードウェア技術、制御用ソフトウェア技術、コンピュータアーキテクチャを一体的に開発する。 ・不揮発性素子を用いた電子機器システムの半導体部分の消費電力を1/10（例えばコンピュータ全体では1/4）に低減する。 <p>コンピュータシステムの開発については独自の取り組みであると評価されており、最終年度には本システムの汎用設計理論の確立を目指している。</p>
<p>ありたい社会の姿に向け 取組むべき事項</p>	<p>プロジェクト実施者がそれぞれ想定する出口分野における活用のための規格・標準化、製品ニーズを視野に入れ、出口製品の実用化に向けて、アプリケーションがデバイスに求めるデザインルールを認識した、試作品開発とシステム開発の連携への取組を行う。</p>
<p>国費投入の必要性、 事業推進の工夫（効率性・有効性）</p>	<p>「ノーマリーオフコンピューティング」の実現には、これまでとは違う不揮発性素子を前提としたアーキテクチャ及び制御用ソフトウェアを一体的に開発することが必要で、不揮発性素子も既存のものでは必要な性能（速度・書込回数など）がまだ不足している、コンピューティング技術のキャッシュメモリ、主記憶メモリ等システムの階層毎での効率化の検討が必要など、システムの根本から設計することになり、研究開発リスクが大きく、民間が開発に着手し難い。</p> <p>事業を推進するにあたり、実施主体において中間評価を実施し、事業の加速・縮小や必要な体制の再構築などを含め、後年度の研究開発に反映する。</p>
<p>実施体制</p>	<p>新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）が実施することで、同機構が保有する技術テーマに関する蓄積や関連企業・研究者とのネットワークを積極的に活用し、効率的・効果的に実施する。施策の実施責任者としてプロジェクトリーダーを設置し、プロジェクト終了後に成果を基に事業化することを想定した半導体メーカー企業及びコンピューティング技術開発の知見を有する大学等の構成によりプロジェクトを推進している。</p>
<p>府省連携等</p>	<p>文部科学省「スピントロニクス技術の応用等による極低消費エネルギーICT基盤技術の開発・実用化」等と事業の進捗状況等について随時情報共有を行い、それぞれの施策にフィードバックしていくことを想定している。</p>

H26AP 助言内容及び対応 (対象施策のみ)	<p><助言内容> 半導体のデザインルールからの制約を緩め、出口を広げる戦略として有用であり、異分野からの「要望」をサーチする機会が重要である。</p> <p><対応方針> アプリケーションがデバイスに求めるデザインルールを認識した、試作品開発とシステム開発の連携を目指す。 25年度では、本施策でセンサーネットワーク・マイコンシステムでタスクスケジューリング技術によるアクティビティ局所化手法の提案を行い、ソフトウェア視点でのノーマリーオフ電力最適化技術の適用により従来比8割減の低電力化を達成した。</p>
----------------------------	---

5. 過去2年間の検証可能な達成目標、取組及び成果

時期	目標 (検証可能で定量的な目標)	成果と要因分析
H25 年度末 (H25 対象施策)	ノーマリーオフコンピューティングの評価基盤構築及び想定アプリケーションの個別動作検証	<p>【達成】 ノーマリーオフコンピューティング技術の実現に向けて継続した課題抽出を行い、併せてデモシステムの電力消費性能の評価基盤の構築を実施した。また、想定アプリケーションにおける基本ソフトウェアのデザイン等を提示すると共に、電力消費性能を10倍にするシミュレーションを行った。 さらに、大学中心で取り組んでいる「飛躍的なノーマリーオフ化を実現する新しいコンピューティング技術」について、具体的に企業の事業化への貢献とともに汎用的な設計方法論の開発のために研究開発の統合的推進を実施した。</p>
H26 年度末 (H26 対象施策)	ノーマリーオフコンピューティング技術動作検証及び想定アプリケーションの間隙動作による動作検証	<p>【達成】 ノーマリーオフコンピューティング技術の実現に向けて実用化に向けた課題抽出を行い、併せてデモシステムの電力消費性能の評価基盤の構築を確立した。また、想定アプリケーションで必要となる次世代不揮発素子の性能要求を実証に反映すると共に、評価基盤を用いてコンピューティングシステムとしての電力消費の実証実験を行った。 また継続して、大学中心で取り組んでいる「飛躍的なノーマリーオフ化を実現する新しいコンピューティング技術」について、具体的に企業の事業化への貢献とともに汎用的な設計方法論の開発のために研究開発の統合的推進を実施した。</p>

6. 今後3年間の検証可能な達成目標及び取組予定

時期	目標 (検証可能で定量的な目標)	達成に向けた取組予定
H27 年度末	1 ノーマリーオフコンピューティング技術の電力消費性能検証	間隙動作指向のコンピューティング手法を確立すると共に、デモを含む複数アプリケーションにおいて評価基盤プラットフォームによりシステム電力消費性能が10倍となることを検証する。
	2	
	3	
H28 年度末	1	
	2	
	3	
H29 年度末	1	
	2	
	3	

【参考】関係する計画、通知等

【参考】添付資料

日本再興戦略（平成 25 年 6 月） 科学技術イノベーション総合戦略（平成 25 年 6 月） 世界最先端 IT 国家創造宣言（平成 25 年 6 月） 平成 25 年度科学技術重要施策アクションプラン（平成 24 年 9 月） 第 4 期科学技術基本計画（平成 23 年 8 月） エネルギー基本計画（平成 26 年 4 月）	① ② ③
--	-------------

変更履歴	
変更時期	変更箇所、理由
H26 施策特定時から H27AP 施策提案時の変更	<ul style="list-style-type: none"> ○（変更箇所）H26 年度 AP 提案施策予算 （変更内容）概算要求額から政府予算案額に修正。 ○（変更箇所）過去 2 年間の検証可能な達成目標、取組及び成果 （変更内容）平成 25 年度末の実際の実績及び成果を追記。 ○（変更箇所）提案施策の実施内容 目標実現に向けた具体的アプローチ、府省連携 （変更内容）助言を踏まえた方針を追記。
平成 26 年 9 月 1 日	概算要求額を記入。
H27AP 施策特定時からフォローアップ時の変更	平成 26 年度の実績及び成果についての変更

平成 27 年度科学技術重要施策アクションプラン(AP) 個別施策記入様式

提出日		平成 26 年 7 月 28 日		府省庁名		経済産業省							
(更新日)		(平成 27 年 4 月 3 日)		部局課室名		商務情報政策局情報通信機器課							
第 2 章 第 1 節	重点的課題	新規技術によるエネルギー利用効率の向上と消費の削減(消費)											
	重点的取組	(4) 革新的デバイスの開発による効率的エネルギー利用											
第 2 章 第 2 節	分野横断技術	ICT (2) 個々人が社会活動へ参画するための周囲の環境からの支援											
	コア技術	小型デバイス技術											
H27AP 施策番号		I・経 04		H26 施策番号		エ・経 13							
H27AP 提案施策名 (H26AP 施策名)		次世代型超低消費電力デバイス開発プロジェクト (H26AP 施策名: 同上)											
AP 施策の新規・継続		継続		各省施策 実施期間		H22 年度～H27 年度							
研究開発課題の 公募の有無		なし		実施主体		新エネルギー・産業技術総合開発 機構							
各省施策実施期間中の 総事業費(概算) ※予算の単位は すべて百万円		数百億円		H27 年度 概算要求時予算	2,400	うち、 特別会計	2,400	うち、 独法予算	2,400				
				H27 年度 政府予算案	2,000	うち、 特別会計	2,000	うち、 独法予算	2,000				
				H26 年度 施策予算	4,197	うち、 特別会計	4,197	うち、 独法予算	4,197				
1. AP 施策内の個別施策(府省連携等複数の施策から構成される場合)													
個別施策名		概要及び最終的な 到達目標・時期		担当府省/ 実施主体		実施期間		H27 予算 (H26 予算)		総事業費		H26 行政 事業レビ ュー事業 番号	
1												0453	
2													
3													
2. AP 連携施策等、提案施策に関連する他の施策・事業													
施策番号		関連施策・事業名				担当府省		実施期間		H27 予算			
I・経 01		超低消費電力型光エレクトロニクス実装システム技術開発				経済産業 省		H24-H33		2,500			
I・経 02		次世代スマートデバイス開発プロジェクト				経済産業 省		H25-H29		1,800			
I・経 03		ノーマリーオフコンピューティング基盤技術開発				経済産業 省		H23-H27		500			
I・総 02		グローバルコミュニケーション計画の推進?多言語音声翻 訳技術の研究開発及び社会実証				総務省		H27-H31		1,383 百 万円及 び運営 費交付 金 2,286 百万円 の内数			
I・文 03		スピントロニクス技術の応用等による極低消費エネルギー ICT 基盤技術の開発・実用化				文部科学 省		H24-H28		120			
3. 科学技術イノベーション総合戦略 2014 との関係													
第 2 章及び工程表にお ける記述		<p>①本文 第 2 章 第 1 節 16 ページ 下から 8 行目 (4) 革新的デバイスの開発による効率的エネルギー利用</p> <p>①取組の内容 この取組では、モーターや情報機器等の消費電力を大幅に低減する超低損失パワーデ バイス(SiC, GaN等)、超低消費電力半導体デバイス(三次元半導体、不揮発性 素子等)、光デバイス等の研究開発及びシステム化を推進し、電力の有効利用技術の高 度化を図るとともに、当該技術の運輸・産業・民生部門機器への適用を拡大することで、 エネルギー消費量の大幅削減に寄与する。</p> <p>②工程表 16 ページ</p>											

	<p>革新的電子デバイス（情報機器、照明等）（１） 超低消費電力デバイスの開発 極端紫外線光（EUV）による微細化・低消費電力技術開発</p> <p>③本文 第２章 第２節 50 ページ 上から１行目 （２）個々人が社会活動へ参画するための周囲の環境からの支援 ①コア技術 政策課題解決における産業競争力強化策を実現するためのコア技術として、（省略）、センサ・バッテリー等の小型化や通信の無線化、消費電力の高効率化等により、インボディ・ウェアラブルなデバイスやあらゆる生活環境から個々人をリアルタイムで支援し、高レベルの安心安全を実現する「小型デバイス技術」を位置づけ、技術開発段階からの国際標準化及び国際展開、個人情報保護をはじめとした社会受容性向上や普及促進のための規制・制度整備等も含め推進する。</p> <p>④工程表 103 ページ 小型デバイス技術 超低消費電力デバイスの開発 極端紫外線光（EUV）による微細化・低消費電力技術開発、革新的な次世代低電圧デバイス開発</p>
SIP 施策との関係	-
第２章第２節（分野横断技術）への提案の場合、貢献する政策課題（第２章第１節）	①エネルギー（４）革新的デバイスの開発による効率的エネルギー利用： 半導体の微細化技術を確立し、情報機器等の消費電力を大幅に削減することで、電力の有効利用技術の高度化を図り、エネルギー消費量の大幅削減への寄与に貢献する。
第２章第３節との関係	-
第３章の反映（施策推進における工夫点）	<p>重点的に取り組むべき課題中の重点的課題：（２）イノベーションシステムを駆動する重点的取組：②「橋渡し」を担う公的研究機関等における機能の強化（合致する内容）</p> <p>「NEDOにおいて、大幅に権限を付与されたプロジェクト管理を行う人材の下で、適切なステージゲートを設定し、複数の選択肢に並行的に取り組み、有力技術の取捨選択や技術の融合、必要な実施体制の見直し等を柔軟に行うマネジメントの導入・拡大を図る。」</p> <p>さらに、本事業ではプロジェクトリーダー職を設け、目標の達成に向けて、専門的知見を活用し技術的観点から技術目標の更なる詳細化や研究手法の具体的内容等について共同研究先に指示・指導している。また、研究開発の進捗状況、研究成果の実用化見通し、国内外の技術・市場動向等を把握・評価した上で、基本計画の見直し、変更等も含む目標達成に向けた柔軟な措置を必要に応じて提案している。</p>

4. 提案施策の実施内容（バックキャストによるありたい社会の姿までの取組）【本項目は1ページ以内に収めること】	
ありたい社会の姿 （背景、アウトカム、課題）	我が国にとって省エネルギー化の推進は大きな課題となっている。情報通信の分野では、クラウド・コンピューティングの進展等によりデータセンタの情報処理の大規模化が進み、情報処理量や通信トラフィックは指数関数的に増大しつつあり、2025年にはIT機器の消費電力量は2010年の2倍になると予想されている。医療センシングネットワーク、高齢化社会に対応したセキュリティシステム、エネルギーマネジメントシステムなどのIT機器を活用した市場が拡大する中で、パソコンやデータストレージなどのIT機器の消費電力増加を大幅に抑制することが必要となることから、半導体デバイスの微細化により、素子の高速化・低消費電力化・高集積化を図る。
施策の概要	今後の情報流通量の劇的な増加に伴い、IT機器の消費電力量も急増していくことが予想されていることから、世界の半導体業界が作成する技術ロードマップ（ITRS）では、更なる半導体の微細化を掲げており、各国がこれらの技術開発にしのぎを削っているところ。 そのため、本施策では、IT機器の大幅な小型化・高性能化を図り、消費電力量の増加を抑制するため、EUV（極端紫外線）による微細化・低消費電力技術開発を行う。具体的には、次世代のEUV（極端紫外線）露光システムに必要なマスク及びレジスト材料に係る加工・評価基盤技術を確立することで、10nm台以細の半導体の製造を可能とし、IT機器の大幅な小型化・高性能化の実現を目指す。
最終目標 （アウトプット）	平成27年度末までに回路線幅11nm以細に対応する加工・評価基盤技術を確立する。
ありたい社会の姿に向け 取組むべき事項	国内外の開発動向や市場状況を踏まえたベンチマーク調査を行い、グローバルでの連携・協調を進め、EUV露光システムの実現へ向けた取組を行う。
国費投入の必要性、 事業推進の工夫（効率性・有効性）	本施策で扱うEUV光は、現状のArF光より波長が短いため10nm台以細の微細化が可能となるが、従来の透過型のマスクやレンズは使用できない、反射光学系のマスクやレンズの加工に従来技術の100倍以上の精度が求められる等、技術が高度化・複雑化しており、開発リスクが高いことから民間企業が開発に着手し難い。加えて、実用化にはマスクメーカーやレジストメーカーだけでなくユーザーである半導体デバイスメーカーを含め幅広い分野の英知を集結し、効率的な研究開発マネジメントの下で研究開発を実施することが必要であることから、国が主導して実施する必要がある。 また、海外コンソーシアムと技術開発分野の棲み分けと協力を行うことで技術全体のポトムアップを図っている。 事業を推進するにあたり、実施主体において中間評価を実施し、事業の加速・縮小や必要な体制の再構築などを含め、後年度の研究開発に反映する。
実施体制	独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）が実施することで、同機構が保有する技術テーマに関する蓄積や関連企業・研究者とのネットワークを積極的に活用し、効率的・効果的なマネジメントを実施している。 また、国内の半導体デバイスメーカー、マスク関連メーカー、レジスト関連メーカーの出資によりコンソーシアム企業を設立。製造装置メーカーや海外の半導体デバイスメーカーも開発パートナーに加わることで、幅広い英知の集結を図っている。 具体的には、EUVリソグラフィのユーザーとなる半導体デバイス業界の複数の世界的大手企業とともに課題の抽出や検証等を行っており、本成果の実用化に向けた協力体制を構築している。
府省連携等	経済産業省の施策「超低消費電力型光エレクトロニクス実装システム技術開発」、「次世代スマートデバイス開発プロジェクト」、「ノーマリーオフコンピューティング基盤技術開発」、関係府省の関連施策等と連携し、事業の進捗状況等について随時情報共有を行い、IT機器の消費電力の大幅な抑制を図るとともに、半導体産業の競争力強化に向けてデバイスからアプリケーションまで含めた幅広い議論を行う。

H26AP 助言内容及び対応 (対象施策のみ)	<p><助言内容> 次世代 EUV については、マスク、レジスト材料などに特化しており、戦略として有効であると考えられる。但し、EUV リソグラフィシステムが世界の開発拠点あるいは半導体企業のいずれかでも実現することが大前提であるので、グローバルでの連携・協調をさらに進めて、EUV のトータルシステム実現に貢献いただきたい。</p> <p><対応方針> 本事業では、国内外の開発動向、市場状況を踏まえたベンチマーク調査を行い、国内外企業と共同研究を行うなど、EUV リソグラフィシステムの実現に向けた体制を構築している。引き続き、国内外の共同研究先とグローバルでの連携・協調を進め、EUV のトータルシステムの実現を目指してまいりたい。</p>
----------------------------	---

5. 過去2年間の検証可能な達成目標、取組及び成果

時期	目標 (検証可能で定量的な目標)	成果と要因分析
H25 年度末 (H25 対象施策)	回路線幅 16nm 対応のマスク・レジスト開発	<p>【達成】 (EUV (極端紫外線) による微細化・低消費電力技術開発) 回路線幅 16nm 用マスク欠陥評価技術の実証を行うと共に、同線幅用のレジスト材料組成・プロセスを確立。また同線幅対応のレジストのアウトガス基準を確立した。また、回路線幅 11nm 用のマスク欠陥検査要素技術の検討を開始。</p>
H26 年度末 (H26 対象施策)	回路線幅 11nm 対応のマスク・レジスト開発	<p>【達成】 (EUV (極端紫外線) による微細化・低消費電力技術開発) 回路線幅 11nm 用マスク欠陥検査の要素技術開発を行うと共に、同線幅用のレジストの組成選定とアウトガス評価を含むプロセスでの依存性評価を行った。また、一定の光源パワーでより高効率露光をする高感度レジストの組成検討を追加し、有効性を確認した。</p>

6. 今後3年間の検証可能な達成目標及び取組予定

時期	目標 (検証可能で定量的な目標)	達成に向けた取組予定
H27 年度末	1 回路線幅 11nm 対応の検証	パソコン、データストレージなど様々な製品で使用されるメモリを中心とした応用展開を図るため、回路線幅 11nm 用のマスク欠陥検査の実証を行い、同線幅用のレジスト組成・プロセス及びアウトガスの基準と併せて、EUV レジストをベースとした 11nm 以細の微細加工技術を確立する。
	2	
	3	
H28 年度末	1	
	2	
	3	
H29 年度末	1	
	2	
	3	

【参考】関係する計画、通知等

日本再興戦略 (平成 25 年 6 月)
 科学技術イノベーション総合戦略 (平成 25 年 6 月)
 世界最先端 IT 国家創造宣言 (平成 25 年 6 月)
 第 4 期科学技術基本計画 (平成 23 年 8 月)
 エネルギー基本計画 (平成 26 年 4 月)

【参考】添付資料

- ①
- ②
- ③

平成 27 年度科学技術重要施策アクションプラン(AP) 個別施策記入様式

提出日	平成 26 年 7 月 28 日		府省庁名	経済産業省			
(更新日)	(平成 27 年 4 月 3 日)		部局課室名	商務情報政策局情報通信機器課			
第 2 章 第 1 節	重点的課題	新規技術によるエネルギー利用効率の向上と消費の削減 (消費)					
	重点的取組	(4) 革新的デバイスの開発による効率的エネルギー利用					
第 2 章 第 2 節	分野横断技術	ICT (1) 社会経済活動へ貢献するための知の創造					
	コア技術	高度ネットワーク技術 (2)					
H27AP 施策番号	I・経 01		H26 施策番号	エ・経 05			
H27AP 提案施策名 (H26AP 施策名)	超低消費電力型光エレクトロニクス実装システム技術開発 (H26AP 施策名: 同上)						
AP 施策の新規・継続	継続		各省施策 実施期間	H24 年度~H33 年度			
研究開発課題の 公募の有無	なし		実施主体	新エネルギー・産業技術総合開発 機構			
各省施策実施期間中の 総事業費 (概算) ※予算の単位は すべて百万円	数百億円	H27 年度 概算要求時予算	2,611	うち、 特別会計	2,611	うち、 独法予算	2,611
		H27 年度 政府予算案	2,500	うち、 特別会計	2,500	うち、 独法予算	2,500
		H26 年度 施策予算	2,777	うち、 特別会計	2,777	うち、 独法予算	2,777

1. AP 施策内の個別施策 (府省連携等複数の施策から構成される場合)

個別施策名	概要及び最終的な 到達目標・時期	担当府省/ 実施主体	実施期間	H27 予算 (H26 予算)	総事業費	H26 行政 事業レビ ュー事業 番号
1						0471
2						
3						

2. AP 連携施策等、提案施策に関連する他の施策・事業

施策番号	関連施策・事業名	担当府省	実施期間	H27 予算
I・総 06	「フォトリックネットワーク技術に関する研究開発」及び「巨大データ流通を支える次世代光ネットワーク技術の研究開発」	総務省	H18-H29	600 百万円及び運営費交付金のうち 3,797 百万円の内数
I・総 07	「超高周波 ICT の研究開発」及び「テラヘルツ波デバイス基盤技術の研究開発」	総務省	H26-H30	576 百万円及び運営費交付金のうち 580 百万円の内数
I・経 04	次世代型超低消費電力デバイス開発プロジェクト	経済産業省	H22-H27	2,000

3. 科学技術イノベーション総合戦略 2014 との関係

第 2 章及び工程表における記述	<p>①本文 第 2 章 第 1 節 16 ページ 下から 8 行目 (4) 革新的デバイスの開発による効率的エネルギー利用</p> <p>①取組の内容 この取組では、モーターや情報機器等の消費電力を大幅に低減する超低損失パワーデバイス (SiC、GaN 等)、超低消費電力半導体デバイス (三次元半導体、不揮発性素子等)、光デバイス等の研究開発及びシステム化を推進し、電力の有効利用技術の高度化を図るとともに、当該技術の運輸・産業・民生部門機器への適用を拡大することで、エネルギー消費量の大幅削減に寄与する。</p>
------------------	---

	<p>②工程表 17 ページ 革新的電子デバイス（情報機器、照明等）（2） 超低消費電力通信技術の開発 光電子ハイブリッド回路集積技術開発</p> <p>③本文 第2章 第2節 48 ページ 下から6行目 （1）社会経済活動へ貢献するための知の創造 ①コア技術 政策課題解決における産業競争力強化策を実現するためのコア技術として、（省略）、デバイス・装置・通信方法の革新や適切な伝送路の自動選択等により、高効率かつ低消費電力な大容量通信や、災害に強い柔軟性を実現する「高度ネットワーク技術」、（省略）を位置づけ、検証環境の構築、技術開発段階からの国際標準化及び国際展開、個人情報保護をはじめとした社会受容性向上や普及促進のための規制・制度整備、多様なデータから価値を見だし、現実社会での意志決定に活かす人材育成等も含め推進する。</p> <p>④工程表 99 ページ 高度ネットワーク技術（2） 超低消費電力通信技術の開発 光電子ハイブリッド回路集積技術開発</p>
SIP 施策との関係	—
第2章第2節（分野横断技術）への提案の場合、貢献する政策課題（第2章第1節）	①エネルギー（4）革新的デバイスの開発による効率的エネルギー利用： 光電子ハイブリッド回路技術の研究開発及びシステム化を確立し、情報機器等の消費電力を大幅に削減することで電力の有効利用技術の高度化を図り、エネルギー消費量の大幅削減への寄与に貢献する。
第2章第3節との関係	—
第3章の反映（施策推進における工夫点）	<p>重点的に取り組むべき課題中の重点的課題：（2）イノベーションシステムを駆動する重点的取組：②「橋渡し」を担う公的研究機関等における機能の強化（合致する内容）</p> <p>「NEDOにおいて、大幅に権限を付与されたプロジェクト管理を行う人材の下で、適切なステージゲートを設定し、複数の選択肢を並行的に取り組み、有力技術の取捨選択や技術の融合、必要な実施体制の見直し等を柔軟に行うマネジメントの導入・拡大を図る。」</p> <p>さらに、本事業ではプロジェクトリーダー職を設け、目標の達成に向けて、専門的知見を活用し技術的観点から技術目標の更なる詳細化や研究手法の具体的内容等について委託先に指示・指導している。また、研究開発の進捗状況、研究成果の実用化見通し、国内外の技術・市場動向等を把握・評価した上で、基本計画の見直し、変更等も含む目標達成に向けた柔軟な措置を必要に応じて提案している。</p>

4. 提案施策の実施内容（バックキャストによるありたい社会の姿までの取組）【本項目は1ページ以内に収めること】	
ありたい社会の姿 （背景、アウトカム、課題）	我が国にとって省エネルギー化は大きな課題となっている。クラウド・コンピューティングの進展等によりデータセンタの情報処理の大規模化が進み、情報処理量や通信トラフィックは指数関数的に増大しつつあり、2025年にはIT機器の消費電力量は2010年の2倍になると予想されている。快適な生活を担保しながら省エネを実現するためには、今後も増大することが見込まれるIT機器の消費電力の大幅抑制が必要となることから、省電力、高速で小型な光接続を可能にする光電子ハイブリッド回路技術を開発する。
施策の概要	IT機器の消費電力の大幅抑制を目的として、電子回路のインターフェース及び配線機能の一部をシリコンなどの半導体を用いた集積型光インターフェース及び光配線に置き換え、電子回路と光回路をハイブリッド集積した、光電子ハイブリッド回路技術を開発する。さらにその技術を応用し、デバイス集積・実用化技術の開発、データセンタを構成するルータ、サーバ等の筐体間を接続する中距離超高速通信インターフェースを小型、省電力、低コスト化する。
最終目標 （アウトプット）	最終目標（2021年度）としては、LSI間の接続において、光スイッチング及び半導体集積型光インターフェース技術を開発し、省エネ・高速・高密度・柔軟な光電子ハイブリッド回路インターフェースとなるシリフォトインターポーザを実現する。現状の10mW/Gbpsから1mW/Gbps以下の低消費電力化・高速化と従来面積比で約1/100以下の小型化・高密度配線化を実現する技術を開発し、LSIを高集積化する。さらに、GPU/メモリ/アプリケーションなどを含む積層構造LSIを、高速で柔軟な光配線層を含む基板上にハイブリッド集積し、高速情報処理向けの高機能集積システムの実現可能性を検証する。2020年に市場規模約2.8兆円が見込まれるサーバのLSI間接続（入出力）において、本技術を活用した製品の事業化を目指す。 本施策の実施計画書においては、最終目標として、平成33年度における1mW/Gbpsの実現を掲げている。これは、国際学会等で一致した技術目標となっている。米国大手企業も同等のオーダーの目標を掲げており、国際的水準を意識した目標となっている。
ありたい社会の姿に向け 取組むべき事項	省電力、高速で小型な光接続を可能にするため、半導体LSIチップを実装するシリコンフォトニクスインターポーザでは、光インターフェースとなる光素子や光導波路、シリコンレンズをシリコンウェーハ上に集積するため、これらの基盤技術を統合システム化する技術や、これと接続する光電子ハイブリッド回路基板を実現。さらに、大口径300mmウェーハによる量産化技術で事業化に向けてとともに光インターコネク関係などの国際標準化への取組を行う。 光インターコネクに関する標準化団体（OIF）に参画し、本施策の成果である光実装部品における各種インターフェース等の標準化提案活動を行い、実用化する開発成果の事業化に必要な標準の提案を行なっている。これにより、より多くのIT機器への本技術の実装が期待される。
国費投入の必要性、 事業推進の工夫（効率性・有効性）	データセンタでの情報処理量と伝送量の爆発的な増大によるデータ伝送損失と消費電力増大の問題を同時に解決できるため、我が国社会への便益が大きく優先度は高い。しかし、多岐にわたる技術階層を跨ぐために技術開発を一体的に遂行する必要があり、開発リスクが高いことから民間等が開発に着手し難い。 事業を推進するにあたり、実施主体において中間評価を実施し、事業の加速・縮小や必要な体制の再構築などを含め、後年度の研究開発に反映する。
実施体制	新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）が実施することで、同機構が保有する技術テーマに関する蓄積や関連企業・研究者とのネットワークを積極的に活用し、効率的・効果的に実施する。施策の実施責任者としてプロジェクトリーダーを設置し、対象分野について優れた技術を有する企業等からなる技術研究組合及び革新的な技術の実現を目指す大学が連携し実施している。
府省連携等	総務省の施策「「フォトニックネットワーク技術に関する研究開発」及び「巨大データ流通を支える次世代光ネットワーク技術の研究開発」及び「超高周波ICTの研究開発」及び「テラヘルツ波デバイス基盤技術の研究開発」と連携し、事業の進捗状況等について随時情報共有を行い、光エレクトロニクスを活用して、情報通信機器の更なる低消費電力化、高機能化に資する。

H26AP 助言内容及び対応 (対象施策のみ)	<p><助言内容 1> 基板間での光エレクトロニクス化の効果は実証されている。また、半導体チップ内にまで及ぶ開発目的については「光エレクトロニクス化」と「従来の電子回路及び金属配線」の優位について、いくつかの典型的な応用事例（例えば、LSI チップ内の回路ブロック間データ転送では、転送速度の向上と同時に電力消費の低減が問われている、など）を具体的に設定するなどのベンチマークを行うことで、実用化へ向けて開発テーマを適宜見直す際に有効である。</p> <p><対応方針 1> 本事業の実施に当たっては、中間評価等での見直しにより、常に実施内容の有効性を確認することとしており、アドバイスを頂いたような、集積回路中のブロック間データ転送に関する、光と電気両方式の性能ベンチマーク比較についても、光電子集積回路基板における光信号伝送の優位性を確認する手法として取り入れることを検討したい。 具体的にはベンチマーク比較を進めチップ内の通信においては電気が有効であり、チップ間の通信については光が有効であると結論付けられた。</p> <p><助言内容 2> 第 2 期の光ケーブル付 LSI 基板や第 3 期の光電子集積インターポーザに求められる性能やコストの目標設定に関しては、サーバ機器製造メーカーと連携し、単に、開発対象の集積回路チップ性能のみを注力するのではなく、適用対象全体のシステムレベルからトップダウンで目標設定を適切に行うことが重要。さらに、技術レベル主導のみならず、国策の一環として、国産製品を優先してインフラする方策などの、産学官協働で推進する体制を構築することで、サーバの国際競争力が強化されると考えられる。</p> <p><対応方針 2> 第 2 期、第 3 期の出口製品に求められる性能やコストについては、サーバ機器製造メーカー等と連携し、適用対象全体のシステムレベルからのトップダウンにより目標の再設定を行う。さらに、国内外の開発状況を踏まえ、必要に応じた開発体制の構築を検討する。 具体的には、目標の再設定を行い、ハイパフォーマンスコンピューティングの想定要求仕様から、1mW/Gbps を目標として定めた。</p>
----------------------------	---

5. 過去 2 年間の検証可能な達成目標、取組及び成果

時期	目標 (検証可能で定量的な目標)	成果と要因分析
H25 年度末 (H25 対象施策)	基盤技術に係るチップ試作、動作確認とシステム化技術に係る基本設計	【達成】基盤技術開発として、H24 年度に行った小型光電子変換チップの基本設計に基づいて試作を行うとともに、試作したチップの動作を確認した。システム化技術開発として、サーバ間、CPU 間、CPU-記憶素子間の光化に係る光電子変換ケーブルや電子回路基板上に形成する光導波路等の基本設計を行った。
H26 年度末 (H26 対象施策)	量産技術開発の推進と高信頼性、低消費電力性能の追求	【達成】シリコンフォトン技術を用いた超小型光トランシーバの開発において、送・受信用の光 I/O (Input/Output) コアを試作し、世界最小の消費電力 5mW/Gbps で伝送速度 25Gbps、300m のマルチモードファイバを経由したエラーフリー伝送を達成し、高信頼性、低消費電力性能を実証するとともに、300mm ウェーハ対応プロセスに着手し、変調器等の集積化プロセスによる量産技術開発を推進した。

6. 今後 3 年間の検証可能な達成目標及び取組予定

時期	目標 (検証可能で定量的な目標)	達成に向けた取組予定
H27 年度末	1 アクティブオプティカルケーブルの開発	本事業で開発した技術を適用した小型光電子変換チップを搭載したアクティブオプティカルケーブルを開発する。
H28 年度末	1 光 I/O 付 LSI 基板の設計と試作	小型光電子変換チップを実装した光 I/O 付 LSI 基板の基本設計・試作に着手する。
H29 年度末	1 光 I/O 付 LSI 基板の動作実証	小型光電子変換チップを実装した光 I/O 付 LSI 基板を用いた光インターコネクタ動作を実証する。

【参考】関係する計画、通知等

日本再興戦略（平成 25 年 6 月）
 科学技術イノベーション総合戦略（平成 25 年 6 月）
 世界最先端 IT 国家創造宣言（平成 25 年 6 月）
 平成 25 年度科学技術重要施策アクションプラン（平成 24 年 9 月）
 第 4 期科学技術基本計画（平成 23 年 8 月）
 エネルギー基本計画（平成 26 年 4 月）

【参考】添付資料

- ①
- ②
- ③

平成 27 年度科学技術重要施策アクションプラン(AP) 個別施策記入様式

提出日	平成 26 年 7 月 16 日		府省庁名	総務省		
(更新日)	(平成 26 年 9 月 1 日)		部局課室名	情報通信国際戦略局技術政策課 研究推進室		
第 2 章 第 1 節	重点的課題	クリーンで経済的なエネルギーシステムの実現				
	重点的取組	(4) 革新的デバイスの開発による効率的エネルギー利用				
第 2 章 第 2 節	分野横断技術	ICT				
	コア技術	高度ネットワーク技術 (1)				
H27AP 施策番号	I・総 06		H26 施策番号	エ・総 01		
H27AP 提案施策名 (H26AP 施策名)	「フォトリックネットワーク技術に関する研究開発」及び 「巨大データ流通を支える次世代光ネットワーク技術の研究開発」 (H26AP 施策名:「フォトリックネットワーク技術に関する研究開発」及び「超高速・低消費電力光ネットワーク技術の研究開発」)					
AP 施策の新規・継続	継続		各省施策 実施期間	H18 年度～H29 年度		
研究開発課題の 公募の有無	なし		実施主体	総務省及び 独立行政法人情報通信研究機構		
各省施策実施期間中の 総事業費 (概算) ※予算の単位は すべて百万円	9,000 百万円 (見込み) 及び 運営費交付金の 内数	H27 年度 概算要求時予算	1,000 百万円及び 運営費交付金のうち 3,815 百万円の内数	うち、 特別会計	うち、 独法予算	運営費交付金のうち 3,815 百万円の内数
		H27 年度 政府予算案	600 百万円及び運営費 交付金のうち 3,797 百万円の内数	うち、 特別会計	うち、 独法予算	運営費交付金のうち 3,797 百万円の内数
		H26 年度 施策予算	450 百万円 (H25 補正) 及び 運営費交付金 3831 百万 円の内数	うち、 特別会計	うち、 独法予算	運営費交付金 3831 百万円の内数

1. AP 施策内の個別施策 (府省連携等複数の施策から構成される場合)

個別施策名	概要及び最終的な 到達目標・時期	担当府省/ 実施主体	実施期間	H27 予算 (H26 予算)	総事業費	H26 行政 事業レビ ュー事業 番号
1 フォトリック ネットワーク 技術に関する 研究開発	現在の電気通信ネットワークから、超高速かつ超低消費電力なオール光ネットワークへの抜本的な転換を 2020 年頃までに可能とするために必要な各種の基本技術の確立を図る。	独立行政法人 情報通信研究機構	H18-H27	運営費交付金のうち 3797 百万円の内数 (運営費交付金のうち 3831 百万円の内数)	運営費交付金の内数 (見込み)	
2 超高速・低消費 電力光ネットワーク 技術の研究開発	毎秒 400 ギガビットの高速大容量伝送を実現し、過去の施策との総合効果により 78 億 kWh の消費電力を削減可能な伝送方式を 2014 年頃までに実現し、2017 年頃の市場展開を目指す。	総務省	H24-H26	なし (450 百万円 (H25 補正))	6000 百万円	0064

3	巨大データ流通を支える次世代光ネットワーク技術の研究開発	毎秒1テラビットの高速大容量伝送技術を2017年頃までに確立し、2019年頃の国際標準化・市場展開を目指す。	総務省	H27-H29	600百万円 (なし)	1800百万円 (見込み)	新 27-0008
---	------------------------------	--	-----	---------	----------------	------------------	--------------

2. AP連携施策等、提案施策に関連する他の施策・事業

施策番号	関連施策・事業名	担当府省	実施期間	H27 予算
I・経01	超低消費電力型光エレクトロニクス実装システム技術開発	経済産業省	H24-H33	2,500

3. 科学技術イノベーション総合戦略2014との関係

第2章及び工程表における記述	<p>①本文 第2章 第1節 16ページ 30行目 この取組では、モーターや情報機器等の消費電力を大幅に低減する超低損失パワーデバイス（SiC、GaN等）、超低消費電力半導体デバイス（三次元半導体、不揮発性素子等）、光デバイス等の研究開発及びシステム化を推進し、電力の有効利用技術の高度化を図るとともに、当該技術の運輸・産業・民生部門機器への適用を拡大することで、エネルギー消費量の大幅削減に寄与する。さらに技術の国際展開を念頭に、技術開発と並行して国際標準化の推進等の普及促進に係る取組を行うことにより、革新的デバイスを用いた製品による新市場の創出及び我が国の国際競争力強化を図る。これにより、エネルギーの効率的な利用と国際展開をねらう先端技術を有する社会を実現する。</p> <p>②本文 第2章 第2節 48ページ 8行目 政策課題解決における産業競争力強化策を実現するためのコア技術として、安心な情報管理や確実な認証を実現する「情報セキュリティ技術」、デバイス・装置・通信方法の革新や適切な伝送路の自動選択等により、高効率かつ低消費電力な大容量通信や、災害に強い柔軟性を実現する「高度ネットワーク技術」、基礎科学やゲノム解析等に必要なHPCの活用や、複雑な現象等を解明するためのデータ分析技術を含む「ビッグデータ解析技術」、人の潜在的な認知情報から深層心理を読み取り表層的な意識へフィードバックする「脳情報処理技術」を位置づけ、検証環境の構築、技術開発段階からの国際標準化及び国際展開、個人情報保護をはじめとした社会受容性向上や普及促進のための規制・制度整備、多様なデータから価値を見だし、現実社会での意志決定に活かす人材育成等も含め推進する。</p> <p>③工程表 17ページ 超高速・低消費電力光通信技術の開発</p> <p>④工程表 98ページ 超高速・低消費電力光通信技術の開発</p>
SIP 施策との関係	
第2章第2節（分野横断技術）への提案の場合、貢献する政策課題（第2章第1節）	①エネルギー（4）：（オール光ネットワークの実現により、今後も増大が予測されるトラヒック需要に対応しつつ、ネットワーク全体の消費電力を現状よりさらに抑制する。）
第2章第3節との関係	本施策の成果により、2020年には来訪者に、本施策の成果である高速大容量・低消費電力なネットワークを用いた快適なデータ通信を実体験してもらうことができるものと予想されることから、第3節（2）に記述されている、最新の科学技術が課題を解決した社会を世界へ発信することに貢献できる。
第3章の反映（施策推進における工夫点）	<p>本施策の推進に当たっては、高度な技術開発力を備えた研究開発体制を構築するために、オープンイノベーションにより、複数の民間事業者がそれぞれ有する技術を密に統合して技術的ブレークスルーを突破することを計画していることから、下記の項目が適合する。</p> <p>第3章「科学技術イノベーションに適した環境創出」 3. 重点的取組のうち、（2）イノベーションシステムを駆動する～分野や組織の枠を超えた共創環境の実現～</p>

4. 提案施策の実施内容（バックキャストによるありたい社会の姿までの取組）【本項目は1ページ以内に収めること】

<p>ありたい社会の姿 (背景、アウトカム、課題)</p>	<p>ICTの発展・普及により、2020年頃には人・モノ・データなどあらゆる物がネットワークに接続されるようになり、これらが有機的に結合することによって新たな価値が次々と創出されるようになると期待される。一方で、このような動きに伴い、通信ネットワーク上を流れるトラフィックの爆発的な増加が懸念されており、トラフィック増加に持続的に対応可能な通信ネットワークの実現が望まれる。既存技術の単純適用により高速大容量化を進めた場合、ネットワーク全体の消費電力が著しく増加するため、通信ネットワークを持続的に維持・発展させるには、高速大容量かつ低消費電力を実現する革新的な光ネットワーク技術の開発が必要となる。2020年頃に約2兆円規模の光伝送装置関連市場の創出に寄与することを目指して、2017年頃に1テラビット級伝送技術を確立し、国内外の市場への展開を進める。</p>
<p>施策の概要</p>	<p>光信号のまま伝送・交換を行うネットワーク(オール光ネットワーク)は、高速大容量化を果たしつつ消費電力を飛躍的に削減する革新的ネットワークである。本施策では、オール光ネットワークの実現に向けた研究開発を実施する。将来に渡るトラフィック増大に対応するためには、継続的な高速大容量化・低消費電力化に取り組む必要があるため、短中期的及び長期的な研究開発を並行して実施する。本分野では、世界的に熾烈な開発競争が展開されており、また、高度な技術開発力を備えた研究開発体制が求められることから、オープンイノベーションにより、複数の民間事業者がそれぞれ有する技術を密に統合して技術的ブレークスルーを実現するとともに、官民一体となって研究開発成果の国際標準化・製品化を推進し、我が国の国際競争力を強化する。</p>
<p>最終目標 (アウトプット)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 「フォトニックネットワーク技術に関する研究開発」 超高速大容量化(通信機器1端子あたり毎秒10テラビット級)及び低消費電力化(ネットワーク全体の消費電力量を2012年時点の技術と比較して169億kWh程度削減)が可能なネットワークを2020年頃までに提供可能とすべく、オール光ネットワークの実現に必要な各種の基本技術を確立する(一部の要素技術は、2020年以前に市場展開)。 「超高速・低消費電力光ネットワーク技術の研究開発」 毎秒400ギガビット級(現在は100ギガビット級の伝送装置の普及が始まっているところ)の高速大容量伝送を実現し、2009年～2011年に実施した施策との総合効果により、78億kWh(2012年の情報通信に要する電力の3割に相当)の消費電力を削減可能な伝送方式を2014年頃までに実現する。2016年頃に海底ケーブル、陸上基幹ネットワークなどへの市場展開を目指す。(2014年までの目標については達成見込み)。 「巨大データ流通を支える次世代光ネットワーク技術の研究開発」 現在普及しつつある毎秒100ギガビット級の伝送技術と比較して、伝送速度10倍、ビット当たりの電力利用効率3倍以上を実現する、世界最高レベルの毎秒1テラビット級の高速大容量伝送技術を2017年頃までに確立する。その後、通信機器メーカーが製品開発を行い、2019年頃の国際標準化・市場展開を図る。
<p>ありたい社会の姿に向け 取り組むべき事項</p>	<p>研究成果を基に開発された製品の社会実装に向けて、研究開発段階から戦略的に国際標準化に取り組む必要がある。また、海外市場展開を有利に進めるために、製品化後には省内および関係省庁と連携して、国外の通信事業者へ製品が採用されるよう働きかけを行うことも重要である。また、実用ネットワークへのスムーズな技術導入のために、テストベッドネットワークによる技術の有効性の実証や、ユーザーに極力影響を与えない移行措置の実施が重要である。</p>
<p>国費投入の必要性、 事業推進の工夫(効率性・有効性)</p>	<p>現在、本分野では世界的な研究開発競争が展開されており、EUのHORIZON2020のICT27プログラム(予算4400万ユーロ(2015年))や米国DARPAによるInPhoプログラム(予算2500万ドル(2010年～2014年))などの大規模な研究開発プロジェクトが実施されている。また、高度な情報通信システムの研究開発には先進的な技術や大きな投資が必要であり、リスクが高く民間企業単独では困難である。このため、我が国でも国費を投じて官民一体となった研究開発を実施しなければ、技術開発力は大きく後退し、標準化競争の主導権を失い、市場獲得が困難になる。研究開発を実施するにあたっては、外部有識者からなる評価会において最も優れた研究提案を採択する企画競争方式により競争性を担保し、委託経費の支出先の選定を妥当なものとしている。さらに事業開始前に評価会において実施計画・予算計画を評価し、効率的な予算の執行を担保している。</p>
<p>実施体制</p>	<p>情報通信研究機構では、基本技術の確立のために長期的な研究開発に取り組む。総務省では、基本技術のうち、早期に実用化可能と見込まれる技術を選択し、民間企業に研究開発を委託し、民間企業は研究開発終了後に製品化・市場展開を図る。</p> <ol style="list-style-type: none"> 「フォトニックネットワーク技術に関する研究開発」 実施機関：独立行政法人情報通信研究機構(民間企業への委託研究及び自主研究) 「超高速・低消費電力光ネットワーク技術の研究開発」 「巨大データ流通を支える次世代光ネットワーク技術の研究開発」 実施機関：総務省(民間企業への委託研究)
<p>府省連携等</p>	<p>【責任省庁：総務省】経済産業省の施策「超低消費電力型光エレクトロニクス実装システム技術開発」と連携し、随時情報共有を行う。光エレクトロニクス実装システム技術を活用して、複数の光伝送用チップを高密度結合することで、更なる低消費電力化・高機能化が可能となる。</p>

H26AP 助言内容及び対応 (対象施策のみ)	<p>(助言内容) 国は世界に先駆けて開発すべき技術項目の選定を行い、同時に民間が研究開発しやすい環境を機動的に設定し、成果の世界的な普及に最適な体制を随時、構築することが重要。また、海外市場獲得に向け、海外ベンダとの連携を可能とする枠組み等を構築することが望ましい。</p> <p>(対応) 学会やフォーラムなどと連携し、世界の技術動向の把握や優先的に開発すべき技術項目の選定を適宜行うとともに研究体制の適切性を随時検証していく。関連した取り組みとして、国が今後取り組むべき技術開発プロジェクトに関するワークショップを開催し、産学官の参加者と知識の共有、意見交換を行った。</p> <p>また、海外ベンダとの連携については、外部有識者から構成されるアドバイザー委員会などで戦略的な議論をしていく。</p>	
5. 過去2年間の検証可能な達成目標、取組及び成果		
時期	目標 (検証可能で定量的な目標)	成果と要因分析
H25 年度末 (H25 対象施策)	<ul style="list-style-type: none"> 光周波数利用効率を高効率化する技術等を確立する。 光パケットの転送効率化のための基盤技術を確立する。 	<p>【達成】・2倍の周波数利用効率改善能力を実現可能な適応変復調伝送回路の機能設計を完了。</p> <ul style="list-style-type: none"> 従来技術 LSI の 1/20 以下の消費電力となる光パケットヘッダ処理用の経路表メモリ LSI を組み込んだ光パケット交換を実証した。
	<ul style="list-style-type: none"> 400Gbps 伝送技術の開発を推進する。 	<p>【達成】・400Gbps 伝送を低消費電力で実現するために必要な要素機能を開発し、それらを統合したデジタル信号処理回路を設計した。</p>
H26 年度末 (H26 対象施策)	<ul style="list-style-type: none"> 光パケットと光パスを統合的に扱うネットワークの実現のための研究開発を行う。 1 端子あたり 5 Tbps 級のスイッチング基盤技術を実証する。 	<p>【達成】・光パケットと光パスの波長資源量を動的に調整する自律分散型境界制御機構により光パケット・光パス統合ノード装置を制御し、光パケットから光パスへの波長切り替えに成功。</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 端子あたりのスイッチング機能について、5 Tbps 超級 (市販の電気ルータと比較してビット当たりの電力利用効率 100 倍以上) の実証のための研究開発を進めた。
	<ul style="list-style-type: none"> 400Gbps 伝送技術を確立する。 	<p>【達成】・400Gbps 伝送を低消費電力で実現するために必要な要素機能を統合したデジタル信号処理回路の試作・動作検証を行った。</p>
6. 今後3年間の検証可能な達成目標及び取組予定		
時期	目標 (検証可能で定量的な目標)	達成に向けた取組予定
H27 年度末	1 光パケット・光パス統合ネットワークのアーキテクチャを確立し、研究開発テストベッドによる実証を行う。	<ul style="list-style-type: none"> 光パケットと光パスを統合的に扱うことのできる光ネットワークのアーキテクチャを実装した光パケット・光パス統合ネットワークを研究開発テストベッドで運用できる技術とする。
	2 400Gbps 伝送技術の実用化を推進する。	<ul style="list-style-type: none"> 400Gbps 伝送用デジタル信号処理回路を搭載した通信装置 (トランシーバー等) の製品開発を実施する。
	3 ・1 Tbps 伝送技術の開発を推進する。	<ul style="list-style-type: none"> 1 Tbps 級の光伝送を低消費電力で実現する回路技術を検討する。
H28 年度末	1 ・1 端子あたり 10Tbps 級のスイッチングを低消費電力で実現するために必要な要素技術を開発する。	<ul style="list-style-type: none"> 1 端子あたり 10Tbps 級のスイッチング (市販の電気ルータと比較してビット当たりの電力利用効率 200 倍以上) を低消費電力で実現可能とするための研究開発を実施する。
	2 400Gbps 伝送製品の市場展開を推進する。	<ul style="list-style-type: none"> 400Gbps 対応通信装置の製品開発を進め、国内外の通信ネットワークへの導入を開始する。
	3 ・1 Tbps 伝送技術の開発を推進する。	<ul style="list-style-type: none"> 1 Tbps 級の光伝送を低消費電力で実現する回路技術を検証する。
H29 年度末	1 ・1 端子あたり 50Tbps 級のスイッチング基盤技術を確立する。	<ul style="list-style-type: none"> 1 端子あたりのスイッチング機能について、50Tbps 級の基盤技術を確立する。
	3 ・1 Tbps 伝送技術の開発を推進する。	<ul style="list-style-type: none"> 1 Tbps 級の光伝送を低消費電力で実現する回路技術を確立する。
【参考】関係する計画、通知等		【参考】添付資料
IT 創造宣言登録票番号 : 12-10		<ul style="list-style-type: none"> ① I・総 06-1_ロードマップ ② I・総 06-2_役割分担図

平成 27 年度科学技術重要施策アクションプラン(AP) 個別施策記入様式

提出日		平成 26 年 7 月 16 日		府省庁名		総務省	
(更新日)		(平成 26 年 9 月 1 日)		部局課室名		情報通信国際戦略局 技術政策課 研究推進室	
第 2 章 第 1 節	重点的課題	クリーンで経済的なエネルギーシステムの実現					
	重点的取組	(4) 革新的デバイスの開発による効率的エネルギー利用					
第 2 章 第 2 節	分野横断技術	ICT					
	コア技術	高度ネットワーク技術 (2)					
H27AP 施策番号		I・総 07		H26 施策番号		エ・総 02	
H27AP 提案施策名 (H26AP 施策名)		「超高周波 ICT の研究開発」及び「テラヘルツ波デバイス基盤技術の研究開発」 (H26AP 施策名：テラヘルツ波の利用による超高速・低消費電力無線技術および高効率高周波デバイス技術の研究開発)					
AP 施策の新規・継続		継続		各省施策実施期間		H26 年度～H30 年度	
研究開発課題の公募の有無		なし		実施主体		総務省及び 独立行政法人情報通信研究機構	
各省施策実施期間中の総事業費(概算) ※予算の単位はすべて百万円		H27 年度概算要求時予算		656 百万円及び運営費交付金のうち 588 百万円の内数	うち、特別会計	うち、独法予算	運営費交付金のうち 588 百万円の内数
		H27 年度政府予算案		576 百万円及び運営費交付金のうち 580 百万円の内数	うち、特別会計	うち、独法予算	運営費交付金のうち 580 百万円の内数
		H26 年度施策予算		506 百万円及び運営費交付金のうち 679 百万円の内数	うち、特別会計	うち、独法予算	運営費交付金のうち 679 百万円の内数
		2,810 百万円(見込み)及び運営費交付金の内数					

1. AP 施策内の個別施策(府省連携等複数の施策から構成される場合)

個別施策名	概要及び最終的な到達目標・時期	担当府省/ 実施主体	実施期間	H27 予算 (H26 予算)	総事業費	H26 行政 事業レビ ュー事業 番号
1 超高周波 ICT の研究開発	超高周波領域の基盤技術の開発を行い、H27 年までにその利用技術を確立	独立行政法人 情報通信研究機構 (NICT)	H23-H27	運営費交付金のうち 580 百万円の内数 (運営費交付金のうち 679 百万円の内数)	運営費交付金の内数	
2 テラヘルツ波デバイス基盤技術の研究開発	高速大容量無線等に利用可能なテラヘルツ波デバイス基盤技術を H30 年までに確立	総務省 111	H26-H30	576 百万円 (506 百万円)	2810 百万円(見込み)	0125

2. AP 連携施策等、提案施策に関連する他の施策・事業				
施策番号	関連施策・事業名	担当府省	実施期間	H27 予算
I 経 01	超低消費電力型光エレクトロニクス実装システム技術開発	経済産業省	H24-H33	2,500
3. 科学技術イノベーション総合戦略 2014 との関係				
第2章及び工程表における記述	<p>①本文 第2章 第1節 16 ページ 30 行目～ この取組では、モーターや情報機器等の消費電力を大幅に低減する超低損失パワーデバイス（SiC、GaN 等）、超低消費電力半導体デバイス（三次元半導体、不揮発性素子等）、光デバイス等の研究開発及びシステム化を推進し、電力の有効利用技術の高度化を図るとともに、当該技術の運輸・産業・民生部門機器への適用を拡大することで、エネルギー消費量の大幅削減に寄与する。</p> <p>②本文 第2章 第2節 48 ページ 34 行目～ 政策課題解決における産業競争力強化策を実現するためのコア技術として、安心な情報管理や確実な認証を実現する「情報セキュリティ技術」、デバイス・装置・通信方法の革新や適切な伝送路の自動選択等により、高効率かつ低消費電力な大容量通信や、災害に強い柔軟性を実現する「高度ネットワーク技術」、基礎科学やゲノム解析等に必要なHPCの活用や、複雑な現象等を解明するためのデータ分析技術を含む「ビッグデータ解析技術」、人の潜在的な認知情報から深層心理を読み取り表層的な意識へフィードバックする「脳情報処理技術」を位置づけ、検証環境の構築、技術開発段階からの国際標準化及び国際展開、個人情報保護をはじめとした社会受容性向上や普及促進のための規制・制度整備、多様なデータから価値を見だし、現実社会での意志決定に活かす人材育成等も含め推進する。</p> <p>③工程表 17 ページ 革新的電子デバイス（情報機器、照明等）（2） 超高速・低消費電力無線通信技術の開発</p> <p>④工程表 99 ページ 高度ネットワーク技術（2） 超高速・低消費電力無線通信技術の開発</p>			
SIP 施策との関係	<p>【次世代パワーエレクトロニクス】 NICT のテラヘルツ波研究開発の一部として、酸化ガリウムを用いた無線通信用途の半導体デバイスの研究開発が行われている。一方、SIP 施策では、酸化ガリウムを材料とする高電圧・大電力スイッチング用途のトランジスタ・ダイオードの開発に取り組む。</p>			
第2章第2節（分野横断技術）への提案の場合、貢献する政策課題（第2章第1節）	<p>①エネルギー（4）：（伝送速度の向上によって単位情報量あたり伝送電力を低減し、無線通信システムにおける電力効率を向上させる技術により、情報機器等の消費電力の低減に寄与する。）</p>			
第2章第3節との関係	<p>2020 年に外国からの来訪者に、本施策の成果である超高速・低消費電力な無線通信を用いた快適なデータ通信を実体験してもらうことができるものと予想されることから、第3節（2）に記述されている、最新の科学技術が課題を解決した社会を世界へ発信することに貢献できる。</p>			
第3章の反映（施策推進における工夫点）	<p>第3章「科学技術イノベーションに適した環境創出」2. 重点的に取り組むべき課題中の重点的課題 イノベーションシステムを駆動するに合致する。本施策推進にあたって、未利用周波数帯であるテラヘルツ波のユースケースや標準化ターゲットを明確にし、目標実現に向けて、国内外ベンダとの適切な連携方法も含めた戦略的な議論を行う場として、産学官によるコンソーシアム等の設立を計画していることから、「分野や組織の枠を超えた共創環境の実現」に資する。</p>			
4. 提案施策の実施内容（バックキャストによるありたい社会の姿までの取組）【本項目は1ページ以内に収めること】				

<p>ありたい社会の姿 (背景、アウトカム、課題)</p>	<p>ICTの発展・普及により、2020年頃には人・モノ・データなどあらゆる物がネットワークに接続されるようになり、これらが有機的に結合することによって新たな価値が次々と創出されるようになると期待される。一方で、このような動きに伴い、センサーやモバイル機器の利用が増加しており、近い将来の無線通信ネットワーク上を流れるトラフィックの爆発的な増加が懸念されている。既存技術の単純適用により高速大容量化を進めた場合、ネットワーク全体の消費電力が著しく増加するため、無線通信ネットワークを持続的に維持・発展させるには、高速大容量かつ低消費電力を実現する革新的な通信技術の開発が必要となる。2020年頃に約5兆円規模の移動体インフラ関連市場の創出に寄与することを目指して、2018年頃を目途に高速大容量無線通信等に利用可能なテラヘルツ波デバイス基盤技術を確立し、国内外の市場への展開を進める。</p>
<p>施策の概要</p>	<p>無線通信で技術革新を進めるために、未利用周波数帯であるテラヘルツ波を開拓することが有効であると期待される。本施策では、高効率に電力を増幅できる性質をもつ窒化ガリウム(GaN)や酸化ガリウム(Ga₂O₃)等を用いた半導体デバイスを無線通信に適用するための技術の研究開発に取り組み、特に無線通信において電力消費が大きいパワーアンプ等の消費電力の削減を図る。また、従来技術に比べ高い周波数のテラヘルツ波を利用する技術の研究開発に取り組み、無線通信速度を向上させ、単位情報量あたりのデータ伝送に要する消費電力を低減し、全体として無線通信に要する消費電力の削減を図る。</p>
<p>最終目標 (アウトプット)</p>	<p>1. 超高周波 ICT の研究開発 2015年度までにパワーアンプ等に用いるデバイスの基盤技術を確立する。2018年度までに無線通信システムへの応用技術を確立する。2020年頃の市場展開を目指す。</p> <p>2. テラヘルツ波デバイス基盤技術の研究開発 2015年度までに300GHz帯を用いた毎秒20ギガビット級の無線伝送技術、2018年度までに500GHzまでの帯域を用いた毎秒100ギガビット級の無線伝送のための基盤技術を確立する。2020年頃までに順次市場展開を目指す。</p>
<p>ありたい社会の姿に向け 取り組むべき事項</p>	<p>当該周波数帯の有効活用のため、電波関係の国内の諸制度を整備していく必要がある。諸制度を整備するに当たって、他国の無線通信網に対し有害な干渉を与えたり、また受けたりしないよう、テラヘルツ波の無線通信利用等の議論がなされているITU-RおよびIEEEにおいて、国際的な電波利用に関する働きかけを行う必要がある。</p> <p>また、研究成果を基に開発された製品の社会実装に向けて、研究開発段階から戦略的に国際標準化に取り組む必要がある。また、海外市場展開を有利に進めるために、製品化後には省内及び関係省庁と連携して、国外の通信事業者に製品が採用されるよう働きかけを行うことも重要である。</p>
<p>国費投入の必要性、 事業推進の工夫(効率性・有効性)</p>	<p>未利用周波数帯の開拓は、電波資源拡大に資する重要な研究開発である。現在、本分野では世界的に熾烈な研究開発競争が展開されており、米国DARPAの100Gプログラム(予算1830万ドル(2013年~2017年))やEUのFP7プログラム(予算2651万ユーロ(2012年~2017年))などで大規模な研究開発プロジェクトが実施されている。また、テラヘルツ波を用いた無線通信システムの開発には先進的な技術や大きな研究開発投資が必要であるためリスクも大きく、民間企業単独では困難である。このため、我が国でも国費を投じて官民一体となった研究開発を実施しなければ、技術開発力は大きく後退し、標準化競争の主導権を失い、市場獲得が困難になる。</p> <p>研究開発を実施するにあたっては、外部有識者からなる評価会において最も優れた研究提案を採択する企画競争方式により競争性を担保し、委託経費の支出先の選定を妥当なものとしている。さらに、事業開始前に評価会において実施計画・予算計画を評価し、効率的な予算の執行を担保している。</p>
<p>実施体制</p>	<p>本施策で確立した基盤技術をもとに民間企業を主導とした大学及び研究独法との連携により新たな産業を創出する。これにより、科学技術イノベーション戦略の指針に沿って、イノベーションの萌芽から駆動、結実を実行する環境が創出される。</p> <p>1. 超高周波 ICT の研究開発 独立行政法人情報通信研究機構(民間企業・大学等への委託研究及び自主研究)</p> <p>2. テラヘルツ波デバイス基盤技術の研究開発 総務省(民間企業・大学・研究開発法人等への委託研究)</p>
<p>府省連携等</p>	<p>【責任省庁：総務省】経済産業省の施策「超低消費電力型光エレクトロニクス実装システム技術開発」と連携し、随時情報共有を行う。光エレクトロニクス実装システム技術を活用して、複数の無線通信用チップを高密度結合することで、更なる低消費電力化・高機能化が可能となる。</p>
<p>H26AP 助言内容及び対応 (対象施策のみ)</p>	<p>(助言内容) テラヘルツ伝送の応用における利用法の違いや、狙う標準化ターゲットの明確化を行うべき。先行技術等を取り入れた効率的な実用化を図る配慮や、利用法ごとのデバイス材料の最適性を具体的な数値に特徴づけることが必要。また、海外のメジャープレイヤーを入れた普及促進の枠組みを検討頂きたい。</p> <p>(対応) 産学官の関係機関によるコンソーシアムを立ち上げ、その中でユースケースや標準化ターゲット、実用化への取組を明確にするとともに、海外ベンダとの連携について戦略的な議論を行う。関連した取組として、コンソーシアムの立ち上げ準備を行った。</p> <p>また、材料特性の数値化は今後の研究開発の中で取り組み、利用法ごとの適正を見極める。</p>
<p>5. 過去2年間の検証可能な達成目標、取組及び成果</p>	

時期	目標 (検証可能で定量的な目標)	成果と要因分析
H25 年度末 (H25 対象施策)	-	-
H26 年度末 (H26 対象施策)	半導体トランジスタにて最大発振周波数 800GHz を実現し、300GHz 帯で最大出力 10mW のパワーアンプを作製する。 Ga ₂ O ₃ デバイスの耐圧 1kV を実現。GaN トランジスタにて遮断周波数 240GHz を実現。	【達成】 InP トランジスタの構造最適化と、パワーアンプの回路最適化を行う。また、MEMS 真空管増幅器およびシリコン集積回路のテラヘルツ波適用に関する検討を開始した。 【一部未達成】 NICT 自主研究によって、Ga ₂ O ₃ トランジスタの研究開発を実施し、Ga ₂ O ₃ デバイスの耐圧 600V、GaN トランジスタにて遮断周波数 240GHz を実現した。

6. 今後3年間の検証可能な達成目標及び取組予定

時期	目標 (検証可能で定量的な目標)	達成に向けた取組予定
H27 年度末	1 Ga ₂ O ₃ の縦型トランジスタを実現。 GaN トランジスタにて自立基板 (GaN 基板) での製造を実現。	NICT 自主研究によって、 Ga ₂ O ₃ 及び GaN トランジスタの研究開発を実施する。
	2 300GHz 無線通信実験で 20Gbps を実現。 300GHz 帯 CMOS トランシーバの試作、特性評価を行う。 真空管用高周波回路の部分品の試作を行う。	総務省の委託によって、 InP トランジスタ技術、小型アンテナ技術、モジュール化技術等を組み合わせて、 300GHz の無線通信実験を実施する。 300GHz 帯シリコン半導体 CMOS トランシーバの要素回路を集積化したフロントエンドチップの試作と特性評価を行う。 MEMS 真空管を構成する高周波回路の部分品の試作と特性評価を行う。
H28 年度末	2 H27 年度に比べ更に高周波数 (500GHz 程度) で動作可能な半導体デバイスを実現。 300GHz 帯 CMOS トランシーバで 25Gbps 伝送のための要素技術を確立。 真空管増幅器の高周波部分で 20dB 以上の利得を実現。	InGaAs トランジスタ等による 500GHz 程度のテラヘルツ波適用に関する検討を開始する。 微細 CMOS プロセスに対応した 300GHz 帯シリコン半導体 CMOS トランシーバの設計技術を開発し、 25Gbps 伝送に対応するトランシーバのフロントエンド部を構成する要素回路の試作と特性評価を行う。 MEMS 真空管用高周波回路部品の組立評価を行い、 300GHz 帯で 20dB 以上 (出力 1W クラス) の利得を有することを確認する。
H29 年度末	2 300GHz 帯 CMOS トランシーバの受信波形で 25Gbps 伝送が可能な性能があることを確認。真空管増幅器を用いた 20Gbps、数 10m の伝送を実現。	25Gbps の伝送に対応する微細 CMOS を用いた 300GHz 帯シリコン半導体 CMOS トランシーバのフロントエンドチップの試作と特性評価を行う。 MEMS 真空管増幅器の試作及び特性評価並びに通信実証実験を実施する。

【参考】関係する計画、通知等

・ IT 創造宣言登録票番号 : 14-15

【参考】添付資料

- ① I・総 07-1_ロードマップ
- ② I・総 07-2_役割分担図

提出日		平成 26 年 7 月 18 日		府省庁名		経済産業省		
(更新日)		(平成 27 年 4 月 3 日)		部局課室名		産業技術環境局 研究開発課 製造産業局 鉄鋼課/製鉄企画室、非鉄金属課/ファインセラミックス・ナノテクノロジー・材料戦略室、繊維課、化学課、自動車課、航空機武器宇宙産業課		
第 2 章 第 1 節	重点的課題	新規技術によるエネルギー利用効率の向上と消費の削減 (消費)						
	重点的取組	革新的構造材料の開発による効率的エネルギー利用						
第 2 章 第 2 節	分野横断技術	ナノテクノロジー						
	コア技術	構造材料 (2), (3)						
H27AP 施策番号		ナ・経 0 2		H26 施策番号		エ・経 1 6		
H27AP 提案施策名 (H26AP 施策名)		革新的新構造材料等技術開発 (H26AP 施策名: 革新的新構造材料等技術開発プロジェクト)						
AP 施策の新規・継続		継続		各省施策 実施期間		H25 年度～H34 年度		
研究開発課題の 公募の有無		なし		実施主体		新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO)		
各省施策実施期間中の 総事業費 (概算) ※予算の単位は すべて百万円		数百億円	H27 年度 概算要求時予算	4,760	うち、 特別会計	4,760	うち、 独法予算	4,760
			H27 年度 政府予算案	4,260	うち、 特別会計	4,260	うち、 独法予算	4,260
			H26 年度 施策予算	4,800	うち、 特別会計	4,800	うち、 独法予算	4,800
1. AP 施策内の個別施策 (府省連携等複数の施策から構成される場合)								
個別施策名	概要及び最終的な 到達目標・時期	担当府省/ 実施主体	実施期間	H27 予算 (H26 予算)	総事業費	H26 行政 事業レビ ュー事業 番号		
1						0448、新 26-0063		
2								
3								
2. AP 連携施策等、提案施策に関連する他の施策・事業								
施策番号	関連施策・事業名			担当府省	実施期間	H27 予算		
ナ・文 0 3	効率的エネルギー利用に向けた革新的構造材料の開発			文科省	H24-H33	2,050 (内 数)、 11,918 (内 数)		
3. 科学技術イノベーション総合戦略 2014 との関係								
第 2 章及び工程表に おける記述	①本文 第 2 章第 2 節 57 ページ 15 行目 (5) 新たな機能を実現する材料の開発 ②工程表 110, 111 ページ 構造材料 (2) (3)							
SIP 施策との関係	【SIP 革新的構造材料分野】SIP 革新的構造材料分野のプログラムディレクター (PD) は、本事業のプロジェクトリーダー (PL) と同一であり、本事業及び当該 SIP 分野が共通の課題を共有できる関係となっている。よって本事業の PL が進捗状況を常に把握できるため、当該 SIP 分野のマテリアルインテグレーションの (特に、計算科機科学等を活用した) 成果の迅速検討・効率的活用が可能となり、本事業推進を加速できる。さらに、各材料研究開発の効率的・持続的推進のため、SIP 拠点との密な連携も目指してゆく。							

第2章第2節（分野横断技術）への提案の場合、貢献する政策課題（第2章第1節）	エネルギー(5)：革新的構造材料の開発による効率的エネルギー利用への貢献
第2章第3節との関係	本事業では輸送機器の抜本的な軽量化を目指しており、その成果によって水素またはエネルギーキャリアを用いた次世代自動車の走行距離の延長に貢献出来、ゼロエミッション社会の実現に大きく貢献出来ると考えられる。
第3章の反映 （施策推進における工夫点）	本事業は、重点課題「イノベーションを結実させる」内の「①新規事業に取り組む企業の活性化」の内容に合致する事業である。従来であれば、個別課題毎に別の組織（技術研究組合やコンソーシアム等）をたてて、それぞれが独立して研究開発を行うが、本事業では、競合する異なる材料に係る研究開発を一つの組合の中で行うことにより、車体の軽量化という共通の目標に対して、異種材料の比較検証・進捗管理をすることができ、材料間での競争を促す最適な研究体制を構築している。

4. 提案施策の実施内容（バックキャストによるありたい社会の姿までの取組）【本項目は1ページ以内に収めること】	
ありたい社会の姿 （背景、アウトカム、課題）	自動車からのCO2排出量は、我が国全体の排出量の約2割を占めており、地球温暖化対策を推進するため、自動車からのCO2排出量を削減することは重要な課題となっている。そのCO2排出量の削減のため、パワートレイン等の改善も盛んに行われているが、車体重量の軽量化も有効な燃費向上手段である。2020年までは、現行の鉄鋼材料の改良を中心とした軽量化が行われるが、2030年ごろから、様々な軽量化材料を適材適所に利用したマルチマテリアル化が進むと考えられる。こうしたシステムの全体最適化を可能とするためには、各軽量化材料の開発だけでなく、材料を適材適所に配置できる材料の利用技術の開発も必要である。
施策の概要	<p>輸送機器の抜本的な軽量化によるCO2削減を実現する為、マルチマテリアル化を意識し、各材料の飛躍的な軽量化・省エネルギー化に向け、以下のアプローチによる研究開発を行う</p> <ul style="list-style-type: none"> ・アルミニウム材製造プロセスにおける微細構造制御技術の開発等 ・鋼板製造プロセスの精密制御による組織微細化技術の開発等 ・構造材料に向けた熱可塑性炭素繊維複合材料の基盤技術開発 ・耐炎化工程の省略及び炭化工程の抜本的変更等の炭素繊維製造プロセスの基盤技術開発 <p>さらに、材料開発のみならずこれらの横断的活用のため以下の接合技術開発を行う</p> <ul style="list-style-type: none"> ・接合装置技術および接合装置用超高強度ツールの開発、接着技術を含めた異材接合技術の開発
最終目標 （アウトプット）	約10年後を目処に、輸送機器の抜本的な軽量化（自動車の場合は半減）を達成できる技術開発を目指し、輸送機器の構造材料に求められる高強度、高延性、不燃性、耐食性、耐衝撃性等の機能が確保された軽量構造材料の開発、これらの機能を損なうことの無い接合技術や成型加工技術の開発、全体最適化を前提として軽量材料を適材適所に使うマルチマテリアル化において鍵となる異種材料接合技術の開発、更に、輸送機器の安全性を保証する上で欠かせない接合部の性能評価技術開発等を行う。
ありたい社会の姿に向け 取組むべき事項	事業成果の取扱いに関する取り組みとして、日本版・バイドールの考え方に基づいて運用している。日本版・バイドールの目的は、発明者による技術の研究活動を活性化させること、その成果（知財）を活用して事業化を促進することであり、その結果として、当該技術が広く社会に普及され、公共の利益（国益）に寄与することになる。また、①国が公共の利益のために必要がある場合には、無償で国に実施許諾できること、②活用されていない知財を、国やNEDOから活用できる第三者に実施許諾できること、国等が、企業の事業化戦略に沿った上で事業化を促進させる工夫も行っている。
国費投入の必要性、 事業推進の工夫（効率性・有効性）	本事業では、石油依存度の高い運輸部門のエネルギー消費量のうち9割を占める自動車等の輸送機器の省エネに大きく資するために、上記最終目標において、これまでの技術開発の延長線上に無い画期的な成果を創出することを目指す。これは民間で実施することが困難であり、長期的な国の支援に基づいた研究開発が必要である。ここで、材料毎に縦割りで作られてきた従来の研究開発スタイルから脱却し、材料間の壁を越えて統合的に事業運営することで、多様な構造材料の飛躍的な機能向上や、それに伴うマルチマテリアル化に応じた要求材料スペックの変化にも敏感に対応できる柔軟かつ効率的な体制で事業を推進している。加えて、各研究開発の効率的・持続的推進のため、関係するSIP拠点との早期連携を目指す。
実施体制	本事業は、運営を横断的に行うため、（先行して事業を行っている一部事業を除き、）技術研究組合「新構造材料技術研究組合」を組織し、川上から川下まで広い領域に跨がる多数の38事業者で構成され、各材料開発とそれらマルチマテリアル化に向けた接合技術開発を目指している。また、幅広い戦略を俯瞰し技術的比較を行いながら、課題の重点化、各担当研究者のエフォート確保、成果の管理等を行い、事業執行をしていく必要があるため、平成26年度より、そのような専門性を有するNEDOがプロジェクトマネジメントを行っている。
府省連携等	・文科省：「元素戦略プロジェクト（拠点形成型）」のうち構造材料分野についてはガバニングボードを共同で設置した。双方の事業及び関係プロジェクトの紹介、研究成果管理方針等を互いに紹介し、連携にむけた意見交換を行っており、内閣府：SIP「革新的構造材料」についてもここで情報共有等を行っている。
H26AP 助言内容及び対応 （対象施策のみ）	平成26年度AP施策特定各省ヒアリングにおいて、「出口戦略を10年後の技術開発の最終段階にのみ設定するのではなく、中間段階における成果の出口戦略についても検討し、示すこと」と御指摘いただいたことを受け、事業の実施計画において直近のステージゲートにおける目標の記載を行い、プロジェクト途中に出てきた成果は、実用化の見通しが立ったものから順次、市場へ導入していく予定とした。

5. 過去2年間の検証可能な達成目標、取組及び成果		
時期	目標 (検証可能で定量的な目標)	成果と要因分析
H25 年度末 (H25 対象施策)	炭素繊維製造技術：引張弾性率 170GPa、破断伸度 1.0%の炭素繊維合成	【達成】前駆体候補物質の絞り込みの結果、単糸引っ張り試験において、平均引張弾性率が 180GPa、平均破断伸度 1.1%の炭素繊維が得られるなど、有望な前駆体繊維を見出した。
H26 年度末 (H26 対象施策)	アルミ：強度 660MPa、伸び 10%	【未達成】プロセス技術の検討。
	革新鋼板：レアメタル添加量を極力削減し、引張強度 1.2GPa 以上、伸び 15%以上の鋼板開発に向けた各種検討	【未達成】サンプル製作装置、解析評価装置等の本格導入による開発環境を整備。革新鋼板の強度・伸びに対する組織の影響を明確化。
	接合技術：母材強度の 50%の継手強度	【未達成】固相接合、溶融接合技術の高度化。
6. 今後3年間の検証可能な達成目標及び取組予定		
時期	目標 (検証可能で定量的な目標)	達成に向けた取組予定
H27 年度末 (中間評価)	1 アルミ：強度 660MPa、伸び 12%	鑄造組織結晶粒径微細化の検討
	2 革新鋼板：レアメタル添加量を極力削減し、引張強度 1.2GPa 以上 伸び 15%以上の鋼板開発	解析評価装置の追加補強装置等の導入。これまでの成果を踏まえ、中間目標達成の素材開発等指導原理を確立。中間目標スペックのサンプル製作。
	3 接合技術：母材強度の 70%の継手強度	固相接合装置用ツールの開発、溶融接合技術の高度化。
H28 年度末	1 アルミ：強度 680MPa、伸び 12%	革新的加工熱処理プロセスによる圧延/押出組織制御技術の検討。 (第1期ステージ(～27年度)での評価によりテーマ自身の見直しを含め、目標変更の可能性有り)
	2 革新鋼板：レアメタル添加量を極力削減し、引張強度 1.5GPa 以上、伸び 20%以上の鋼板開発に向けた各種検討	組織状態動的観察用装置の製作・導入。組織中の炭素濃度分布が特性に及ぼす影響の解明。(第1期ステージ(～27年度)での評価によりテーマ自身の見直しを含め、目標変更の可能性有り)
	3 接合技術：母材強度の 90%の継手強度達成に向けての開発方針検討	固相接合装置への開発方針検討。(第1期ステージ(～27年度)での評価によりテーマ自身の見直しを含め、目標変更の可能性有り)
H29 年度末 (中間評価)	1 アルミ：強度 750MPa、伸び 12%	革新的加工熱処理プロセスによる圧延/押出組織制御技術の検討。 (第1期ステージ(～27年度)での評価によりテーマ自身の見直しを含め、目標変更の可能性有り)
	2 革新鋼板：レアメタル添加量を極力削減し、引張強度 1.2GPa 以上、伸び 20%以上の鋼板開発	組織状態動的観察用装置の製作・導入。組織中の炭素濃度分布が特性に及ぼす影響の解明。(第1期ステージ(～27年度)での評価によりテーマ自身の見直しを含め、目標変更の可能性有り)
	3 接合技術：母材強度の 90%の継手強度	設計技術の確立。(第1期ステージ(～27年度)での評価によりテーマ自身の見直しを含め、目標変更の可能性有り)
【参考】関係する計画、通知等		【参考】添付資料

<p>平成 26 年度 A P 施策特定各省ヒアリング 「クリーンで経済的なエネルギーシステムの実現」分野 有識者指摘事項対応シート</p>	<p>① PR 資料 ② ③</p>
--	----------------------------

平成 27 年度科学技術重要施策アクションプラン(AP) 個別施策記入様式

提出日		平成 26 年 7 月 18 日		府省庁名		文部科学省	
(更新日)		(平成 27 年 4 月 7 日)		部局課室名		研究振興局参事官 (ナノテクノロジー・物質・材料担当) 付	
第 2 章 第 1 節	重点的課題	新規技術によるエネルギー利用効率の 向上と消費の削減(消費)					
	重点的取組	(5) 革新的構造材料の開発による 効率的エネルギー利用					
第 2 章 第 2 節	分野横断技術	ナノテクノロジー					
	コア技術	構造材料					
H27AP 施策番号		ナ・文 03		H26 施策番号		エ・文 14	
H27AP 提案施策名 (H26AP 施策名)		効率的エネルギー利用に向けた革新的構造材料の開発 (H26AP 施策名: 同上)					
AP 施策の新規・継続		新規・ <u>継続</u>		各省施策 実施期間		H24 年度～H33 年度(元素戦略プ ロジェクト<研究拠点形成型>) H26 年度～ (独)物質・材料研 究機構 構造材料研究拠点	
研究開発課題の 公募の有無		<u>あり</u> ・なし		実施主体		京都大学 物質・材料研究機構	
各省施策実施期間中の 総事業費(概算) ※予算の単位は すべて百万円		H27 年度 概算要求 時予算		2,902 百万円の 内数(元素戦略 プロジェクト< 研究拠点形成型 >) NIMS 運営費交付 金 14,934 百万円の 内数(物質・材 料研究機構 構 造材料研究拠 点)		うち、 特別会計	
		H27 年度 政府予算 案		2,050 百万円の 内数(元素戦略 プロジェクト< 研究拠点形成型 >) NIMS 運営費交付 金 11,918 百万円の 内数(物質・材 料研究機構 構 造材料研究拠 点)		うち、 特別会計	
		H26 年度 施策予算		2,019 百万円の 内数(元素戦略 プロジェクト< 研究拠点形成型 >) NIMS 運営費交付 金 12,329 百万 円の内数(物 質・材料研究機 構 構造材料研 究拠点)		うち、 特別会計	
1. AP 施策内の個別施策(府省連携等複数の施策から構成される場合)							
個別施策名	概要及び最終的な 到達目標・時期	担当府省/ 実施主体	実施期間	H27 予算 (H26 予算)	総事業費	H26 行政 事業レビ	

							ユ一事業 番号
1	元素戦略プロジェクト <研究拠点形成型>	我が国の資源制約を克服し産業競争力を強化するため、革新的な希少元素代替材料の創製を行う。	文部科学省/ 京都大学	H24-H33	2,050百万円の内数 (2,019百万円の内数)	約20億円の内数 ×10年	0259
2	構造材料研究拠点の構築	産業競争力強化に向け、オールジャパンの構造材料研究拠点を構築し、構造材料研究を総合的に推進	(独)物質・材料研究機構	H26-	運営費交付金11,918百万円の内数 (運営費交付金12,329百万円の内数)	-	0257

2. AP連携施策等、提案施策に関連する他の施策・事業

施策番号	関連施策・事業名	担当府省	実施期間	H27 予算
ナ・経02	革新的新構造材料等技術開発	経済産業省	H25-H34	4,260

3. 科学技術イノベーション総合戦略2014との関係

第2章及び工程表における記述	<p>①本文第2章 第2節 52ページ (5) 新たな機能を実現する材料の開発 [工程表 分野横断 (5)]</p> <p>①コア技術 政策課題解決における産業競争力強化策を実現するためのコア技術として、<u>高強度・軽量・耐熱</u>といった過酷な要求を満たす<u>金属・樹脂・複合材料・炭素系材料等の「構造材料」、シールドガス革命や環境・エネルギー問題を解決する「革新的触媒」等の新たな機能を実現する材料の開発を推進する。</u></p> <p>②政策課題解決における産業競争力強化策 (2030年までの成果目標)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・航空機・発電機器産業等の強化に資する革新的構造材料の実現 【エネルギー、次世代インフラへの貢献】 ・軽量高強度構造材料等による次世代高速・低消費電力輸送機器の実現 【エネルギー、次世代インフラへの貢献】 ・希少元素の代替やリサイクル等に関する技術の普及による資源制約からの解放 【エネルギーへの貢献】 <p>本文第2章 第1節 17ページ (5) 革新的構造材料の開発による効率的エネルギー利用</p> <p>①取組の内容 この取組では、<u>炭素繊維等炭素系材料、マグネシウム、チタン等金属系材料、革新鋼板等の新材料開発、部材特性に適した設計及び接合技術等を研究開発する。</u>これら高機能材料を、エネルギー消費の大きな輸送機器等に適用し、機器の軽量化や長寿命化による省エネルギー効果の向上を図る。</p> <p>②工程表 109ページ 新部素材開発 (金属・炭素系・有機系等)</p>
SIP 施策との関係	<p>【SIP 革新的構造材料】</p> <p>SIPで推進する産業技術向上に直結する研究テーマに加えて、本施策において基礎原理を科学的に深掘りすることにより、次世代の新材料開発を実施し、産業界の強いニーズに合致させて推進できるような相補的な関係を構築する。より具体的には、</p> <p>○元素戦略プロジェクト<研究拠点形成型>：電子論に遡り材料中の格子欠陥の基礎物性を正確に把握することで、革新的な技術シーズを継続的に創出。また、内閣府SIPや経産省未来開拓研究プロジェクトからの基礎研究への要望について経産省とのガバニングボード等において議論した結果も踏まえつつ、中性子・放射光施設等を活用した研究を軸にした連携も進めていく予定。</p> <p>○ONIMS 構造材料研究拠点：産業競争力強化に向け、オールジャパンの構造材料研究拠点を構築し、構造材料研究を総合的に推進。特に、先端的な新材料開発やその基礎となる特性発現機構の解明、信頼性の実証に不可欠なクリープ現象等の基礎データの積み重ね等、長期的かつ基礎的な研究開発を重点的に推進する。</p> <p>ここで推進する基礎的・基盤的な研究開発成果は、SIPで構築するモジュールやシステムを生</p>

	<p>かした材料開発と連携していくことで、SIP マテリアルズインテグレーションの拡充に大きく寄与できる。SIP との連携にあたっては、エフォート・プライオリティの明確化に留意する。</p>
<p>第 2 章第 2 節（分野横断技術）への提案の場合、貢献する政策課題（第 2 章第 1 節）</p>	<p>エネルギー（5）：革新的構造材料の開発による効率的エネルギー利用</p> <p>本文第 2 章 第 1 節 17 ページ【再掲】</p> <p>（5）革新的構造材料の開発による効率的エネルギー利用</p> <p>①取組の内容</p> <p>この取組では、炭素繊維等炭素系材料、マグネシウム、チタン等金属系材料、革新鋼板等の新材料開発、部材特性に適した設計及び接合技術等を研究開発する。これら高機能材料を、エネルギー消費の大きな輸送機器等に適用し、機器の軽量化や長寿命化による省エネルギー効果の向上を図る。</p>
<p>第 2 章第 3 節との関係</p>	
<p>第 3 章の反映（施策推進における工夫点）</p>	<p>イノベーションシステムを駆動する</p> <p>①組織の「強み」や地域の特性を生かしたイノベーションハブの形成</p> <ul style="list-style-type: none"> ・国際競争が激しいナノテクノロジー等の分野において、研究開発法人を中核として、行政機関の縦割りや産学官相互の垣根を越えた連携体制を構築し、世界に伍する国際的な産学官共同研究拠点及びネットワーク型の拠点の形成を進めることとし、総合科学技術・イノベーション会議もこれを支援する。特に、大学、公的研究機関、民間企業が集積している地域において、イノベーションハブの形成を加速することで、我が国のイノベーションシステムを変革するエンジンとする。 <p>本施策は、構造材料分野における” All Japan” 体制の研究拠点を形成し、行政機関の縦割りや産学官相互の垣根を越えた連携体制を構築するものである。</p>

4. 提案施策の実施内容（バックキャストによるありたい社会の姿までの取組）【本項目は1ページ以内に収めること】

<p>ありたい社会の姿 (背景、アウトカム、課題)</p>	<p>資源枯渇対応・温暖化対策のため、二酸化炭素排出量削減や、化石燃料消費量削減は、持続可能な社会形成に不可欠な世界的な課題である。化石燃料を大量に消費する航空機・自動車などの輸送機器の軽量化やエンジン燃焼温度向上などの高効率化、火力発電等高温燃焼機器の効率向上に資する構造材料の開発は、これらの課題解決のために必要不可欠な技術的課題である。また、構造材料には種々の希少金属が使用されているが（レアメタル消費量の約9割が構造材料）、希少金属の輸出入は、政治的・国際的な問題となりつつある。したがって、希少元素を代替する材料を用いた軽量高強度構造材料や超耐熱合金等の開発は、我が国が抱える資源制約を解消するための大きな技術的課題の一つである。</p> <p>また、輸送機器や発電プラントの高効率化を支える構造材料技術は、世界的にも日本が強みを持つ分野である。様々な分野における日本の産業の強みにも波及する構造材料の研究開発で、引き続き次世代型構造材料開発等を先導し、日本の国際的な優位性を維持・増強していく必要もある。そのため、リソースの有効活用の観点から、NIMSのような中核的な機関を中心に産学官の英知を結集した基礎から応用までの一貫通貫の取り組みが必要であり、産業界からも以下の通り提言がなされている。</p> <p>（【平成26年3月26日 産業競争力懇談会（COGN）】「イノベーションによる新産業・新市場の創出2014～再生と成長のための課題と提言～」【提言1】 素材の強化（新材料の開発）：テーマごとに複数の研究機関・大学の専門家や企業から構成する国家レベルのチームを組成し、基礎から応用まで目的志向の世界的な拠点化をめざす。）</p> <p>（【平成26年4月10日 経済同友会】「エネルギー自立社会と低炭素社会の構築」政府の研究開発投資の戦略的配分の強化（省庁縦割りの排除、産学連携によるオープン・イノベーションの推進、など）</p>
<p>施策の概要</p>	<p>長期的かつ基礎的な研究開発を重点的に推進することで、SIPとの相補関係を構築し、効果的な構造材料分野の研究開発力を強化し、日本の産業競争力の維持・増強に貢献する。</p> <p>○元素戦略プロジェクト〈研究拠点形成型〉：我が国の資源制約を克服し産業競争力を強化するため、革新的な希少元素代替材料の創製を行う。特に構造材料については、材料の「強度」や「靱性」といった相反する性質を基礎科学の段階から解明することで、希少元素を抜本的に削減した代替材料の開発を目指す。</p> <p>○NIMS 構造材料研究拠点：産業競争力強化に向け、オールジャパンの構造材料研究拠点を構築し、構造材料研究を総合的に推進。特に、先端的な新材料開発（各種合金や複合材料等）やその基礎となる特性発現機構の解明、信頼性の実証に不可欠なクリープ現象等の基礎データの積み重ね、部材化に欠かせない加工プロセス技術開発や異種材料の接合技術等、長期的かつ基礎的な研究開発を重点的に推進する。これらの基礎基盤の研究を実施し、SIP等の関連事業とも連携し、次世代のイノベーションを誘発しうるシーズとなる材料研究成果を絶えず生み出していく。</p>
<p>最終目標 (アウトプット)</p>	<p>軽量で高耐久な新材料や、希少元素を用いない全く新しい材料等の革新的な構造材料を設計・開発する。</p> <p>元素戦略プロジェクトにおいては、</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) プラストン（変形子）という新規概念に基づく、変形・破壊のメカニズムの解釈を構築 <ol style="list-style-type: none"> ①変形素過程のダイナミクスのモデル化と定量化、材料設計指針の提供 ②変形素過程のダイナミクスの可視化とマクロ力学特性との相関解析 ③変形素過程の概念に基づく、材料創出とスタンダードリファレンスの構築 <p>などの取組を一体的に推進することにより、「強度」と「靱性」を同時に具備する構造材料の開発を目指す。</p> <p>2) 1) で得られた基礎的な知見に基づき、ISMA・SIPからの要請に応える材料の設計・開発指針を提案する。</p> <p>NIMSの構造材料研究拠点においては、具体的には、</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 航空機エンジンなど輸送機器の高効率化に貢献する新規合金材料の開発：元素レベルの組成・組織と特性発現機構の解明に基づき、 <ol style="list-style-type: none"> ①新しい強化機構を利用した新規チタン合金材料 ②新しい強化機構を利用した新規ニッケル基超合金材料

	<p>③新しい強化機構を利用した軽合金や炭素繊維強化プラスチック材料等の新規軽量・高比強度材料</p> <p>④新規接着・接合技術</p> <p>2) 高温で大きな形状記憶効果を発現するための指導原理導出と、新規形状記憶材料の開発</p> <p>3) 新規自己修復メカニズムの解明による新規自己修復材料の研究開発</p> <p>4) 発電プラント等の高効率化に資する耐熱・耐酸化性に優れた合金および表面改質技術を総合的に開発（新材料開発に必要な材料設計の指導原理の確立）</p> <p>①新しい強化機構により耐熱性を 100K 以上向上させた新規鉄基合金・超合金</p> <p>②疲労寿命 10 倍の新規耐疲労オーステナイト鋼の開発</p> <p>③高温での耐環境性（遮熱、酸化、摩耗、腐食等）と力学特性を両立した表面改質技術</p>
ありたい社会の姿に向け 取組むべき事項	<p>次の世代を見据えた基礎基盤的な研究を実施し、絶えずシーズとなる研究を生み出すとともに、経済産業省等と連携し、基礎から実用化まで一貫通貫の取り組みを実施する。</p>
国費投入の必要性、 事業推進の工夫（効率性・有効性）	<p>高強度・軽量・耐熱といった過酷な要求を満たす構造材料の開発は、産業競争力強化を支える技術である。また、希少元素の供給を輸入に頼る我が国は、世界的な需要の急増や資源国の輸出管理政策により、深刻な供給不足に直面する可能性を有しており、国として対応すべき事項である。</p> <p>出口を見据えた研究では、研究期間の中で必要とされる材料・性能が変わっていくこともあり得る。NIMS 構造材料拠点での異分野融合・産学官による強固な連携体制のもと、常に産業界のニーズを取り入れ、このようなパラダイムシフトにも迅速に柔軟に対応できる推進体制とする。</p>
実施体制	<p>○元素戦略プロジェクト<研究拠点形成型>では、卓越した物質観を持った代表研究者の強力なリーダーシップの下、物質の機能を支配する元素の役割の理論的な解明から新材料の創製、特性評価までを、拠点を中核として形成する共同研究組織の密接な連携・協働によって一体的に推進する。また、事業全体の運営を監督するため、各材料領域に関連する学会及び産業界を代表する有識者から構成される元素戦略運営統括会議を設置する。</p> <p>○NIMS においては、平成 26 年度より構造材料研究拠点を構築し、産業界・大学等の研究機関と共同し、オールジャパンの協業体制により産業競争力強化等に向けた課題解決に挑戦する。</p> <p>○SIP との連携については、双方向の情報循環や人材交流等により、効率的な連携関係を構築しながら、効果的な運営を行っていくことが可能となる体制を構築していく。</p>
府省連携等	<p>経済産業省との連携：両省の下にガバナリングボードを設置し、文部科学省「元素戦略プロジェクト<研究拠点形成型>」と経済産業省「未来開拓技術実現プロジェクト」相互のプロジェクト間で、産業界の課題に対する科学的深掘り、及び知的財産・研究設備の活用促進等の協力をを行いながら、研究成果を速やかに実用化に繋げる体制を構築している。またそれらを踏まえ、文部科学省は、基礎学理に遡って、材料中の希少元素の役割を解明し、経済産業省は、我が国の産業に大きく影響する具体的な鉱種等を対象に、実用化に向けた技術開発を実施している。</p> <p>内閣府（SIP）との連携：産業界が重点的に取組むべきと判断した研究開発課題について、大学等研究機関が企業と連携したチームを構成して、SIP との相補的な連携を行うための体制の構築を図る。</p>
H26AP 助言内容及び対応 (対象施策のみ)	

5. 過去 2 年間の検証可能な達成目標、取組及び成果

時期	目標 (検証可能で定量的な目標)	成果と要因分析
H25 年度末 (H25 対象施策)	電子論に立脚した変形、計算機実験の実施	【達成】・未達成】電子論、解析・評価、材料作製の 3 グループのうち、まずは電子論に力点を置き、強力に推進した。

		【達成・未達成】
		【達成・未達成】
H26 年度末 (H26 対象施策)	変形素過程概念の確立	【達成・未達成】電子論に立脚し、変形素過程について原子レベルでの挙動の可視化を実施。
	オールジャパンの構造材料研究拠点の運営組織を立ち上げ、インフラと構造材料の2つの分野で、オープンな産学官融合型の研究場(つくばオープンプラザ、TOP)を構築する	【達成・未達成】平成26年10月に、NIMSの内部機関として構造材料研究拠点を正式に立ち上げるとともに、産官学連携研究の場として拠点内に構造材料つくばオープンプラザ(TOPAS)を設立。
		【達成・未達成】

6. 今後3年間の検証可能な達成目標及び取組予定

時期	目標 (検証可能で定量的な目標)	達成に向けた取組予定
H27 年度末	1 電子論、解析・評価、材料創製グループによる研究開発	<p>構造材料に関する理論研究、解析評価研究、材料創製研究における高い水準の基礎的研究から、学問の進化、産業応用への貢献、わが国の持続的発展への貢献を図るため、</p> <p>①電子論・計算機材料科学、微視構造・欠陥観察解析、材料創製・特性評価などの基礎研究で高い将来性を持つ人材と構造材料研究専門家を連携させる研究拠点を京都大学に形成し、</p> <p>②拠点を中心とする電子論グループ、解析評価グループ、材料創製グループの3グループから成る拠点設置機関と全連携機関が横断的に連携する共同研究組織により格子欠陥の理論研究を推進。上記拠点及び連携機関により、電子論グループが提唱する格子欠陥の解析を実施。</p>
	2 産学官・異分野融合型共同研究の推進	<p>1) 輸送機器の高効率化に貢献する新規耐熱合金材料の開発</p> <p>①新規チタン合金材料：H27年度は、NIMS 開発合金のクリープ特性、熱疲労特性、耐酸化特性を評価する。</p> <p>②新規ニッケル基超合金材料：H27年度は新しい強化機構合金設計を試みる。</p> <p>③新しい強化機構を利用した軽合金や炭素繊維強化プラスチック材料等の新規軽量・高比強度材料：H27年度は界面制御による優れた損傷許容性を有するハイブリッド機構の探索</p> <p>④新規接着・接合技術：新しい接着・接合機構の提案と、特性発現機構の解明</p> <p>2) 高温で大きな形状記憶効果を発現するための指導原理導出と、新規形状記憶材料の開発：H27年度は、析出物による形状回復向上を目指す。</p> <p>3) 新規自己修復メカニズムの探索による新規自己修復材料の研究開発：H27年度は自己治癒メカニズムのナノ解析および自己治癒過程モデリング。治癒による強度回復のモデル化。</p> <p>4) 発電プラント等の高効率化に資する耐熱・耐酸化性に優れた合金および表面改質技術を総合的に開発(新材料開発に必要な材料設計の指導原理の確立)</p> <p>①新しい強化機構により耐熱性を100K以上向上させた新規鉄基合金</p> <p>②新規耐疲労オーステナイト鋼の開発：H27年度は熱力学計算、第一原理計算による最適成分範囲予測</p> <p>③高温での耐環境性と力学特性を両立した表面改質技術：H27年度は鉄基合金のクリープ特性、疲労特性、耐酸化特性を評価し、特性最適化のための合金設計を行う。</p>
	3	
H28 年度末	1 電子論、解析・評価、材料創製グループによる	格子欠陥の研究を更に進め、格子欠陥理論により希少元素の役割を解明し、革新材料の創製につなげる。

		研究開発	
	2	産学官・異分野融合型共同研究の推進	<p>1) 輸送機器の高効率化に貢献する新規合金材料の開発</p> <p>①新規チタン合金材料：H28年度は、クリープ特性・熱疲労特性に及ぼす母相/析出物界面や組織の効果を明確化する。適したコーティング材の探索を行う。</p> <p>②新規ニッケル基超合金材料：H27年度に微細構造設計した合金について、クリープ特性、強度、疲労特性について評価を行う。</p> <p>③新しい強化機構を利用した軽合金や炭素繊維強化プラスチック材料等の新規軽量・高比強度材料：H28年度は、H27で探索した複合材料についてプロセス確立と力学特性評価を行う。</p> <p>④新規接着・接合技術：新しい接着・接合方式における特性発現機構の解明と実証</p> <p>2) 高温で大きな形状記憶効果を発現するための指導原理導出と、新規形状記憶材料の開発：H28年度は、加工熱処理による組織制御が形状回復に及ぼす効果について検討する。</p> <p>3) 新規自己修復メカニズムの探索による新規自己修復材料の研究開発：H28年度はH27で構築したモデルおよび元素設計に基づき、緻密骨を模擬した反応期・修復期・改変期を通した自己治癒の発現による自己治癒の高速化・低温化を目指す。</p> <p>4) 発電プラント等の高効率化に資する耐熱・耐酸化性に優れた合金および表面改質技術を総合的に開発（新材料開発に必要な材料設計の指導原理の確立）</p> <p>①新しい強化機構により耐熱性を100K以上向上させた新規鉄基合金</p> <p>②新規耐疲労オーステナイト鋼の開発：H28年度は構造・組織・力学パラメータ評価による設計指針精密化</p> <p>③高温での耐環境性と力学特性を両立した表面改質技術：H28年度は開発した鉄基合金の特性評価、耐熱・耐疲労特性と接合性に与える組成・微視組織の影響解明。設計指針精密化。被覆部材の界面結合状態の解明および環境による劣化メカニズム解明。</p>
	3		
H29年度末	1	電子論、解析・評価、材料創製グループによる研究開発	格子欠陥の研究を更に進め、格子欠陥理論により希少元素の役割を解明し、革新材料の創製につなげる。
	2	産学官・異分野融合型共同研究の推進	<p>1) 輸送機器の高効率化に貢献する新規合金材料の開発</p> <p>①新規チタン合金材料：H29年度はH28年度に得られた知見を元に、組織制御することにより、高温で優れた特性（クリープ、熱疲労、耐酸化）を有する合金を設計、開発する。</p> <p>②新規ニッケル基超合金材料：H29年度はH28年度に得られた知見を元に、高温力学特性、室温加工性のバランスが取れた合金設計・開発を行う。</p> <p>③新しい強化機構を利用した軽合金や炭素繊維強化プラスチック材料等の新規軽量・高比強度材料：H29年度は、H28年度に得られた知見を元に損傷劣化メカニズム解明と組織最適化を行う。</p> <p>④新規接着・接合技術：新しい接着・接合方式の試作と特性評価による実用性の実証</p> <p>2) 高温で大きな形状記憶効果を発現するための指導原理導出と、新規形状記憶材料の開発：H29年度は、H27, 28の知見を元に、高温で大きな形状記憶効果を発現するための指導原理を導出する。</p> <p>3) 新規自己修復メカニズムの探索による新規自己修復材料の研究開発：H29年度は元素設計およびマイクロ組織設計の双方により、新規自己修復材料の強度、破壊靱性、治癒機能の両立またそれを可能とする指針の構築を目指す。</p> <p>4) 発電プラント等の高効率化に資する耐熱・耐酸化性に優れた合金および表面改質技術を総合的に開発（新材料開発に必要な材料設計の指導原理の確立）</p> <p>①新しい強化機構により耐熱性を100K以上向上させた新規鉄基合金</p> <p>②新規耐疲労オーステナイト鋼の開発：H29年度は火力発電プラント用新規耐疲労オーステナイト鋼で疲労寿命10倍を達成</p> <p>③高温での耐環境性と力学特性を両立した表面改質技術：H29年度は開発鋼と接合、耐環境表面技術を組み合わせた部材の総合的な評</p>

			価を行い、接合部材、被覆部材の組織と特性の長期安定性を確保するための指導原理を導出。
	3		
【参考】関係する計画、通知等			【参考】添付資料
			① ② ③