

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	I C T (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		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 (S i C、G a N 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 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 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いだし、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。 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
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）	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。」 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。

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、CPU/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る、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「「フォトリソグラフィ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)	<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。 <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。 <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。 <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。
----------------------------	---

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】シリコンフォトリソ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ト動作を実証する。

【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」 (H26AP 施策名:「フォトニ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 フォトニック 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O1		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		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。 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。 ③工程表 17ページ 超高速・低消費電力光通信技術の開発 ④工程表 98ページ 超高速・低消費電力光通信技術の開発					
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）：（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）		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。 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～					
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)	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ヒックの爆発的な増加が懸念されており、トラヒ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。
施策の概要	光信号のままで伝送・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。将来に渡るトラヒ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。
最終目標 (アウトプット)	「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。
ありたい社会の姿に向け 取り組むべき事項	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、国外の通信事業者が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。
国費投入の必要性、事業推進の工夫（効率性・有効性）	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。
実施体制	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。 「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）
府省連携等	【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。

H26AP 助言内容及び対応（対象施策のみ）	（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。 （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。 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。	
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)	・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。	【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。 ・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。
	・400Gbps 伝送技術の開発を推進する。	【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。
H26 年度末 (H26 対象施策)	・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。	【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。 ・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。
	・400Gbps 伝送技術を確立する。	【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。
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。	・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。	・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。	・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。	・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。	・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。	・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。	・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。	・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		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		2,810 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	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
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 118	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	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。 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 H P C 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。 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 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			
SIP 施策との関係	【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。			
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）：（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。）			
第2章第3節との関係	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。			
第3章の反映（施策推進における工夫点）	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。			
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)	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ヒ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。
施策の概要	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。
最終目標 (アウトプット)	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。 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。
ありたい社会の姿に向け 取組むべき事項	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。 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。
国費投入の必要性、 事業推進の工夫 (効率性・有効性)	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。 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。
実施体制	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。 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) 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)
府省連携等	【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。
H26AP 助言内容及び対応 (対象施策のみ)	(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。 (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。関連した取り組みとして、コンソーシアムの立ち上げ準備を行った。 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。
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)	-		-
	-		-
	-		-
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。		【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。
	Ga ₂ O ₃ デバイスの耐圧 1kV を実現。Ga ₂ N トランジスタにて遮断周波数 240GHz を実現。		【一部未達成】 NICT 自主研究によって、Ga ₂ N 及び 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、Ga ₂ N 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。Ga ₂ N トランジスタにて自立基板 (Ga ₂ N 基板) での製造を実現。。	NICT 自主研究によって、Ga ₂ O ₃ 及び Ga ₂ N 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			【参考】添付資料
・ IT 創造宣言登録票番号 : 14-15			① I・総 07-1_ロードマップ ② I・総 07-2 役割分担図