

ITイノベーションプログラム、エネルギーイノベーションプログラム  
「次世代パワーエレクトロニクス技術開発  
(グリーンITプロジェクト)」  
(事後評価)

(2009年度～2012年度、4年間)  
プロジェクトの概要(公開)

1. 事業の位置付け・必要性について
2. 研究開発マネジメントについて

新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)  
電子・材料・ナノテクノロジー部  
2013年11月29日

1/24

## 発表内容

公開

1. 事業の位置付け・必要性について NEDO
  - ① NEDO事業としての妥当性
  - ② 事業目的の妥当性
2. 研究開発マネジメントについて
  - ① 研究開発目標の妥当性
  - ② 研究開発計画の妥当性
  - ③ 研究開発の実施体制の妥当性
  - ④ 研究開発成果の実用化・事業化に向けたマネジメントの妥当性
  - ⑤ 情勢変化への対応等
3. 研究開発成果 FUPET
4. 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて

2/24

## 1. 事業の位置付け・必要性について

NEDO

- ① NEDO事業としての妥当性
- ② 事業目的の妥当性

## 2. 研究開発マネジメントについて

- ① 研究開発目標の妥当性
- ② 研究開発計画の妥当性
- ③ 研究開発の実施体制の妥当性
- ④ 研究開発成果の実用化・事業化に向けたマネジメントの妥当性
- ⑤ 情勢変化への対応等

## 3. 研究開発成果

FUPET

## 4. 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて

3/24

### 1. 事業の位置付け・必要性 (1) NEDO事業としての妥当性

### 事業目的

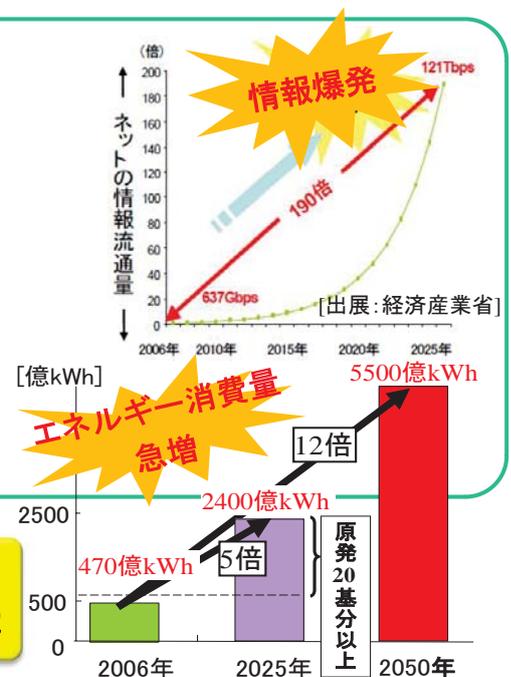
公開

#### 社会的背景

- ・ IT産業の発展とともに、エネルギー消費量が急増
- ・ 社会問題化、解決に向けた技術開発が必要
- ・ 資源枯渇、地球温暖化対策としても喫緊の課題

#### 産業的背景

- ・ 我が国関連産業の国際的地位向上の重要性
- ・ 新規性の高いキー技術の早期創出が必要

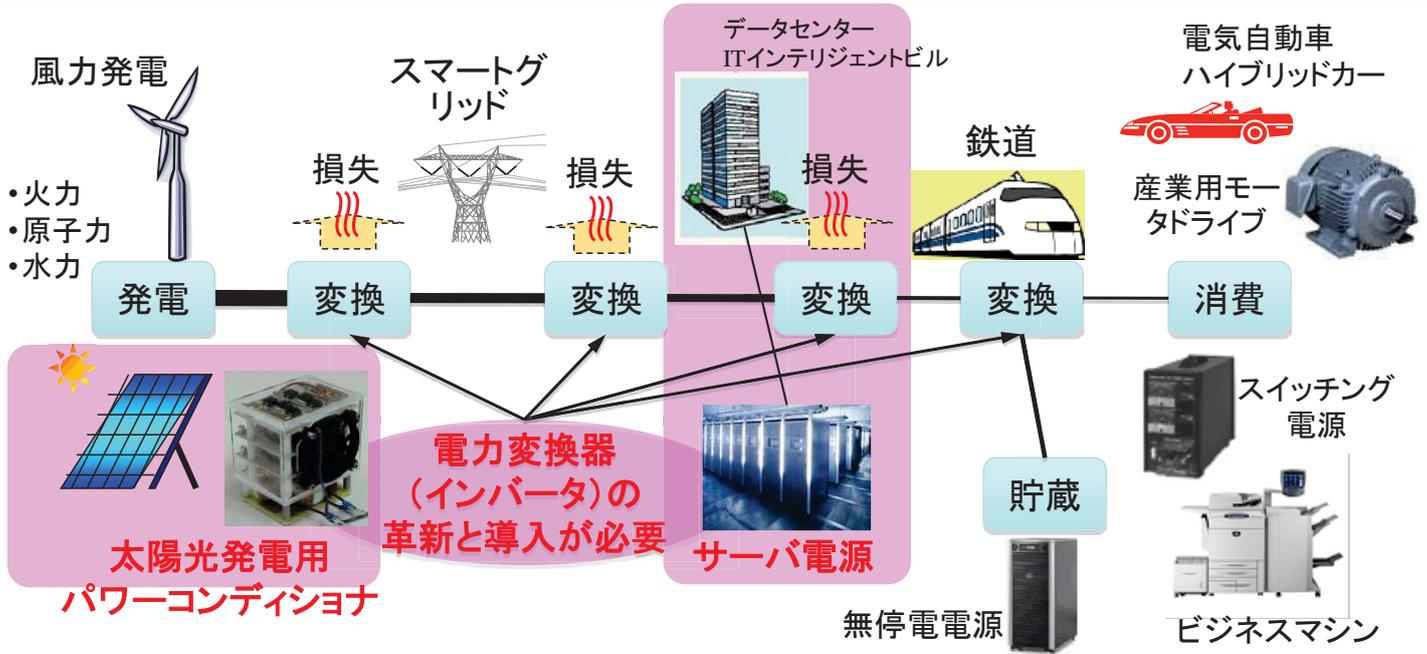


- 1. 情報爆発の抑制→データセンターの省エネ化
- 2. エネルギー需要急増への対策→高効率太陽光発電

#### 事業の目的

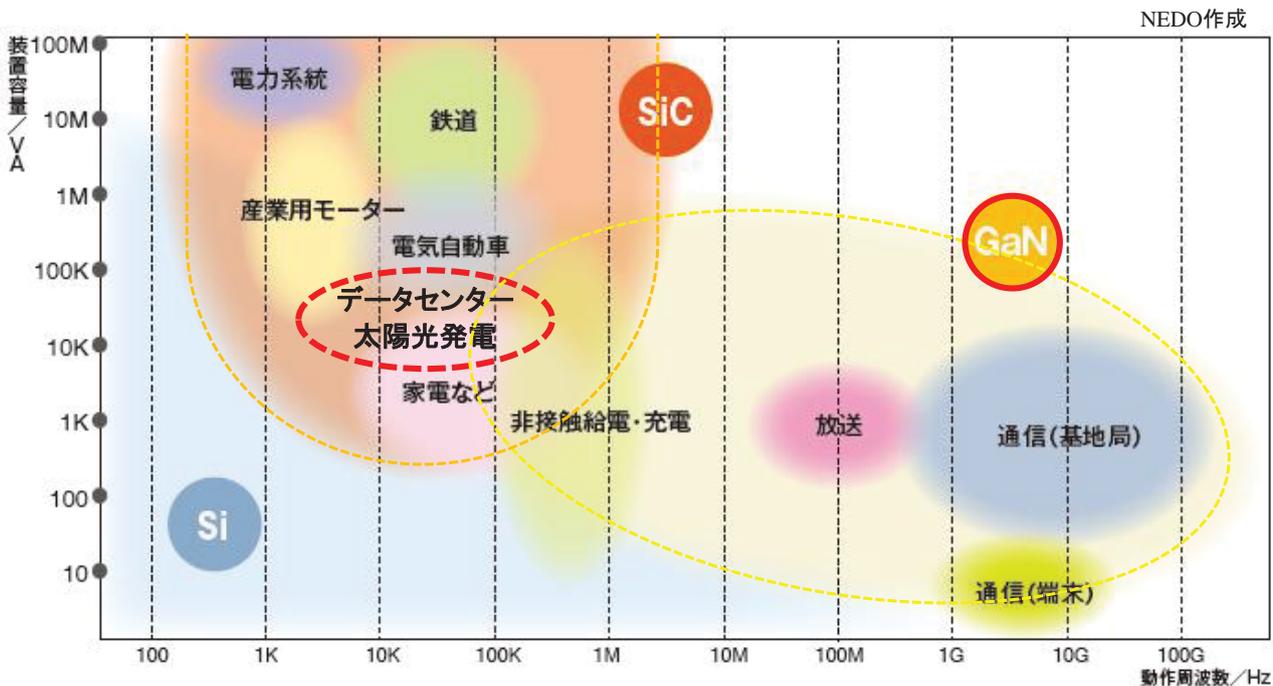
- ◆ 実用化が近い低耐圧(~1kV)SiCパワーデバイスを用いた
  - ◆ データセンター向けサーバ電源開発
  - ◆ 太陽光発電向けパワーコンディショナ開発

4/24



## パワーエレクトロニクスに期待される省エネ効果

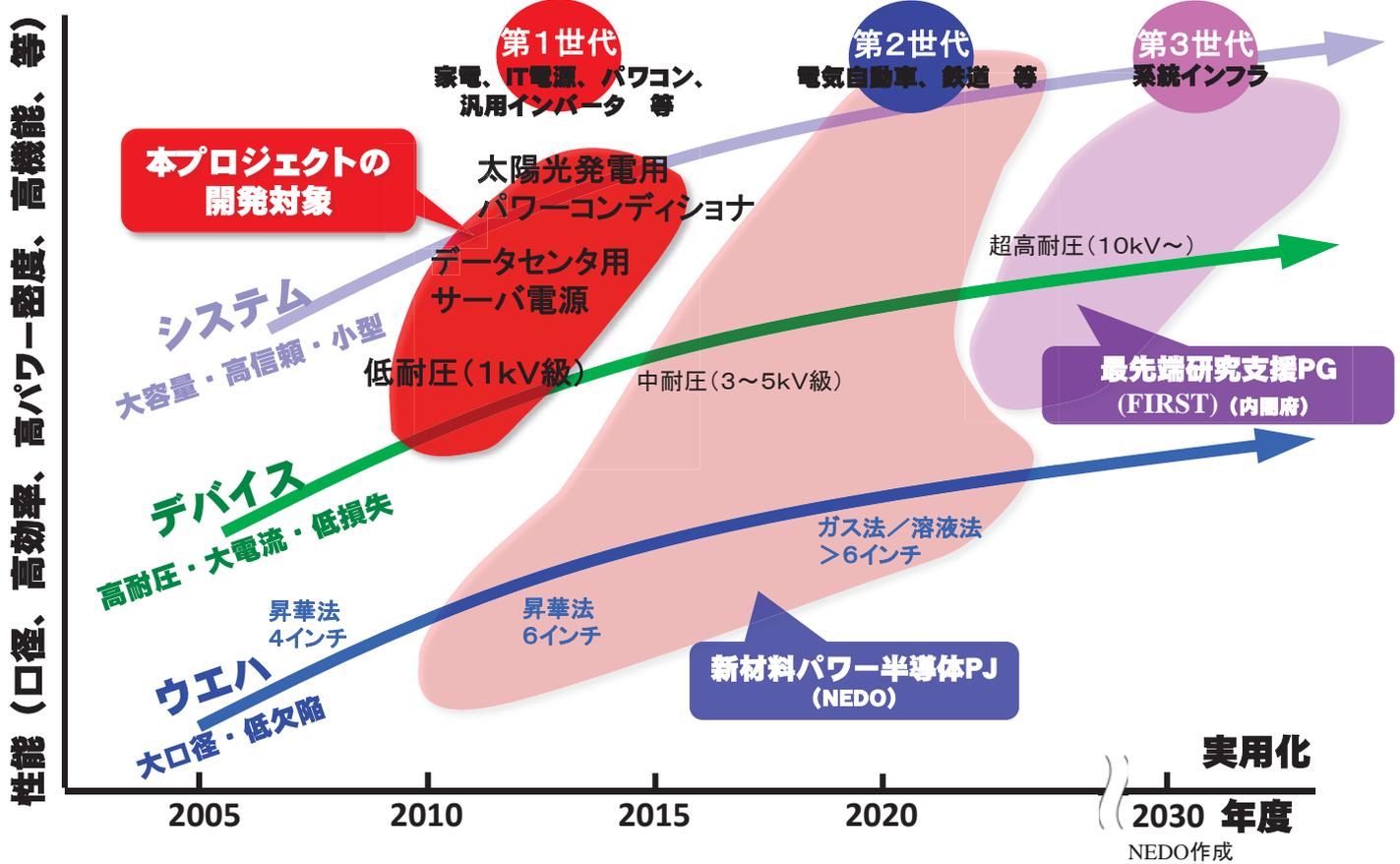
- ▶ IT機器電源の低損失化
- ▶ CO<sub>2</sub>を排出しない創電システム(太陽光、風力...)の高効率化
- ▶ 電力変換器の小型高性能化(高パワー密度)



### 事業の妥当性1

◆ データセンターの省エネ化と高効率太陽光発電開発のためにはSiCデバイスの利用が効果的である

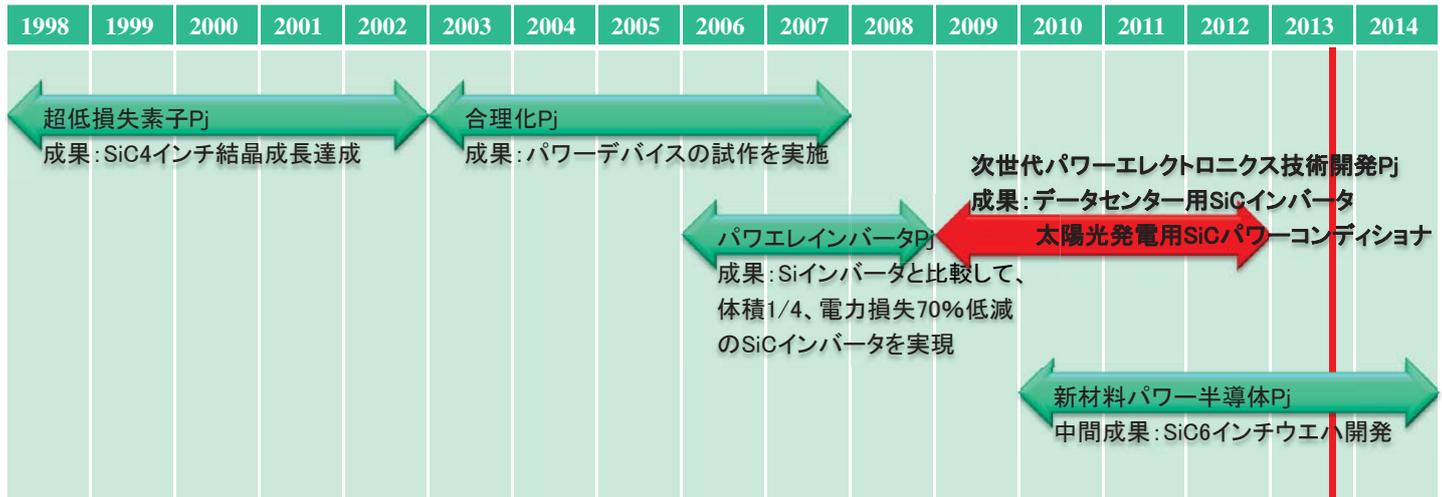
# SiC関連プロジェクトの役割分担



本プロジェクトにて実用化に近い第1世代(~1kV)の開発をスタート

# SiCパワーエレクトロニクス関連プロジェクトの変遷

公開



**事業の妥当性2**

- ◆ パワエレインバータPJを踏まえ、出口を明確にした本PJを実施
  1. SiCインバータを使ったデータセンター向けサーバ用電源開発
  2. SiCパワーデバイスを使った太陽光発電用パワーコンディショナ開発

## 経済産業省研究開発プログラム (関連事項を抽出)

実行  
プログラム  
(経済産業  
省)

### エネルギーイノベーションプログラム

我が国、そして世界がエネルギー需給構造の抜本的な改革が不可避な状況。特に、エネルギー需給の8割超を輸入に頼るという脆弱なエネルギー需給構造を有する我が国にとっては、**革新的なエネルギー技術の開発、導入・普及**によって、各国に先んじて次世代型のエネルギー利用社会の構築に取り組んでいくことが不可欠である。このため、**省エネルギー技術**、新エネルギー技術、燃料技術、原子力・電力技術の各分野で、中長期的視点から実用化、普及段階までを見通した革新的なエネルギー技術の開発を積極的に推進する。

### ITイノベーションプログラム

高度情報通信ネットワーク社会の構築に向け、**情報化の進展に伴うエネルギー消費量の増大等の課題**にも考慮しつつ、その基盤となる情報通信機器・デバイス等の情報通信技術を開発し、実社会への利用を促進する。また、情報システム・ソフトウェアについて品質、信頼性及び生産性の向上を推進するとともに、組込みソフトウェア産業の強化、オープンソースソフトウェアを安心して活用するための環境整備等を進めることによって、ITの利活用の深化・拡大を図る。

9/24

## NEDO第2期中期計画(2008～2012年度) (関連項目を抽出)

- <1> ライフサイエンス分野
- <2> **情報通信分野**
  - ①高度情報通信機器・デバイス基盤関連技術
- <3> **環境分野**
  - ①温暖化対策技術
- <4> **ナノテクノロジー・材料分野**
  - ①ナノテクノロジー
  - ②革新的部材創製技術
- <5> **エネルギー分野**
  - ②新エネルギー技術
  - ③省エネルギー技術
- <6> **新製造技術分野**
  - ①新製造技術
- <7> 各分野の境界分野・融合分野及び関連分野

電力利用そのものに貢献することから、  
複数の目的に沿った実施内容となっている

10/24

「次世代パワーエレクトロクス技術開発」の総事業費： 21億円(2009～2012年度)

経済効果

- ◆2020年のパワエレ関連製品市場は20兆円超の規模
- ◆うち3%がSiC関連製品になるとして6千億円超の規模
- ◆国内メーカーが現状並みのシェア1/3を占めた場合、2千億円超の規模

費用対効果大!!

事業規模(全研究開発項目)

単位:百万円

年度	2009	2010	2011	2012	総額
金額	962	638	284	265	2149

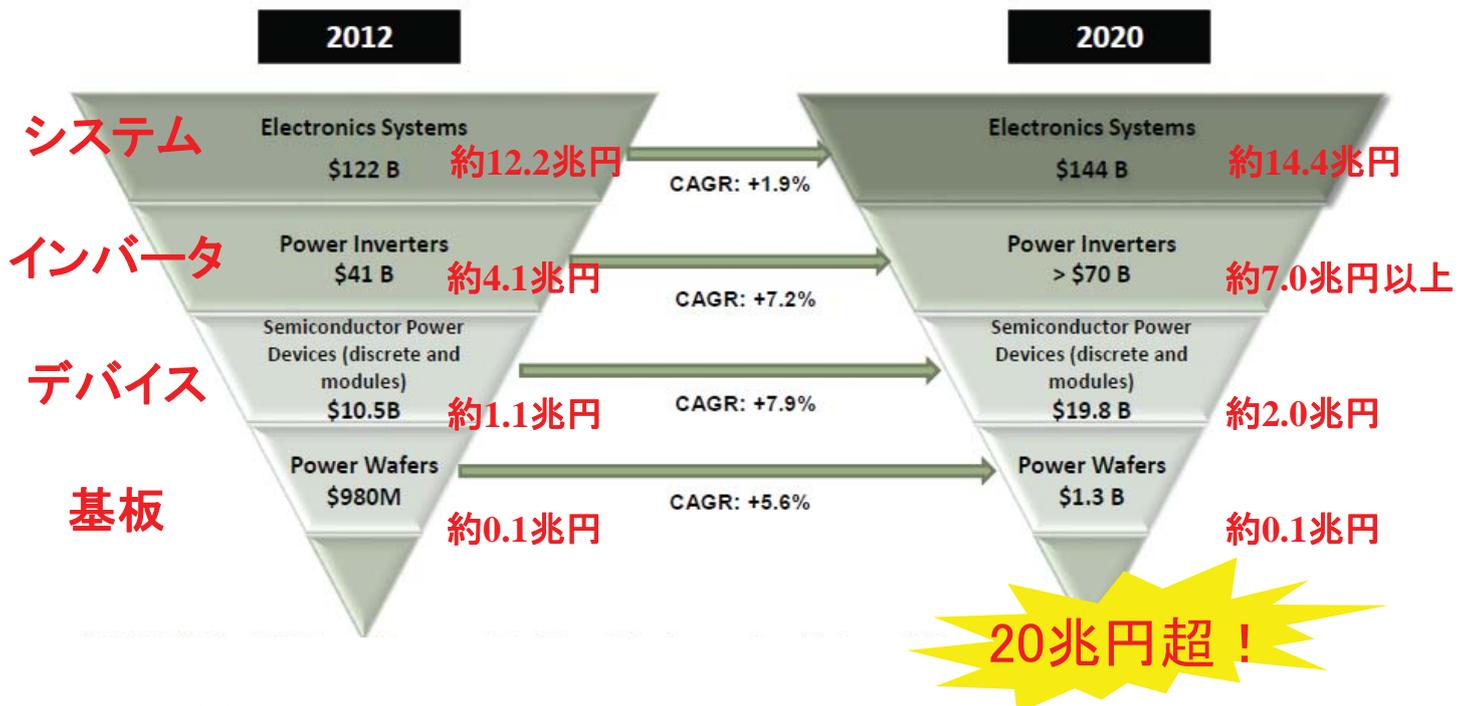
省エネ効果

2020時点で殆どのSiパワーデバイスをSiCで置き換えた場合、国内だけで原油換算2000万kl、CO2排出量400万tが削減可能

[出典:「次世代省エネデバイス技術調査報告書(平成20年3月(財)新機能素子研究開発協会」平成20年3月]

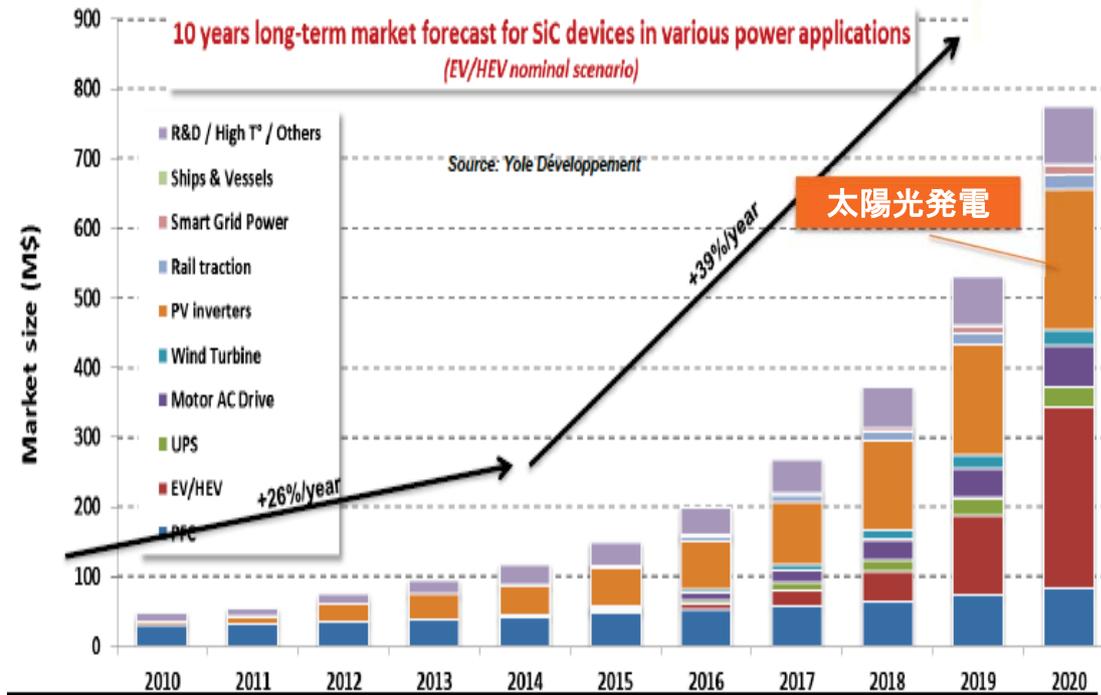
11/24

■パワーエレクトロニクス向けのウエハ、デバイス、インバータ、システムの市場は、2020年に向けて大きく成長



※1ドル100円換算  
(出所)YOLE社 Status of the power electronics industry 2013

12/24



◆ 2020年のSiCデバイス市場は800億円弱  
◆ 太陽光発電関連で市場の1/3を占める

国	創設主体	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015年度
日本	NEDO				次世代パワーエレクトロニクス技術開発(21.5億円)						
	内閣府					FIRST(10kV~超高耐圧SiCデバイス)34.8億円					
欧州	仏産業革新庁		G2REC(SiC、GaNウエハ; 22億円)								
	仏政府							IEED Super Grid(>15kV 高耐圧デバイス; 94.4億円)			
	独文科省						NEULAND(SiC、GaNデバイス; 6.1億円)				
	EURIPIDES and CATRENE						Programs THOR (Si、SiC、GaN、SOIデバイス; 91億円)				
米国	エネルギー省						SiC HEV charger development; 3.9億				
	NSF	CPES(材料~実装; 70億円/10年)									
	NSF	FREEDM(材料~システム; 40億円/年)									
	DARPA	空母等を念頭に高耐圧デバイス・機器中心の開発(CREE, GE等)									
	DOE	スマートグリッド応用のデバイス・システム・受動部品開発(CREE, GeneSiC等)									

### 地域別支援戦略の傾向

- 日本: 民生(データセンター、太陽光発電)向け主体、低耐圧対応
- 欧州: 系統電力応用など高耐圧デバイス開発に注力、SiCからGaNまでカバー
- 米国: 系統電力と軍事応用が主、材料からシステムまで

## 1. 事業の位置付け・必要性について

NEDO

- ① NEDO事業としての妥当性
- ② 事業目的の妥当性

## 2. 研究開発マネジメントについて

- ① 研究開発目標の妥当性
- ② 研究開発計画の妥当性
- ③ 研究開発の実施体制の妥当性
- ④ 研究開発成果の実用化・事業化に向けたマネジメントの妥当性
- ⑤ 情勢変化への対応等

## 3. 研究開発成果

FUPET

## 4. 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて

15/24

### 2. 研究開発マネジメント

#### (1) 研究開発目標の妥当性

### 事業の目標

公開

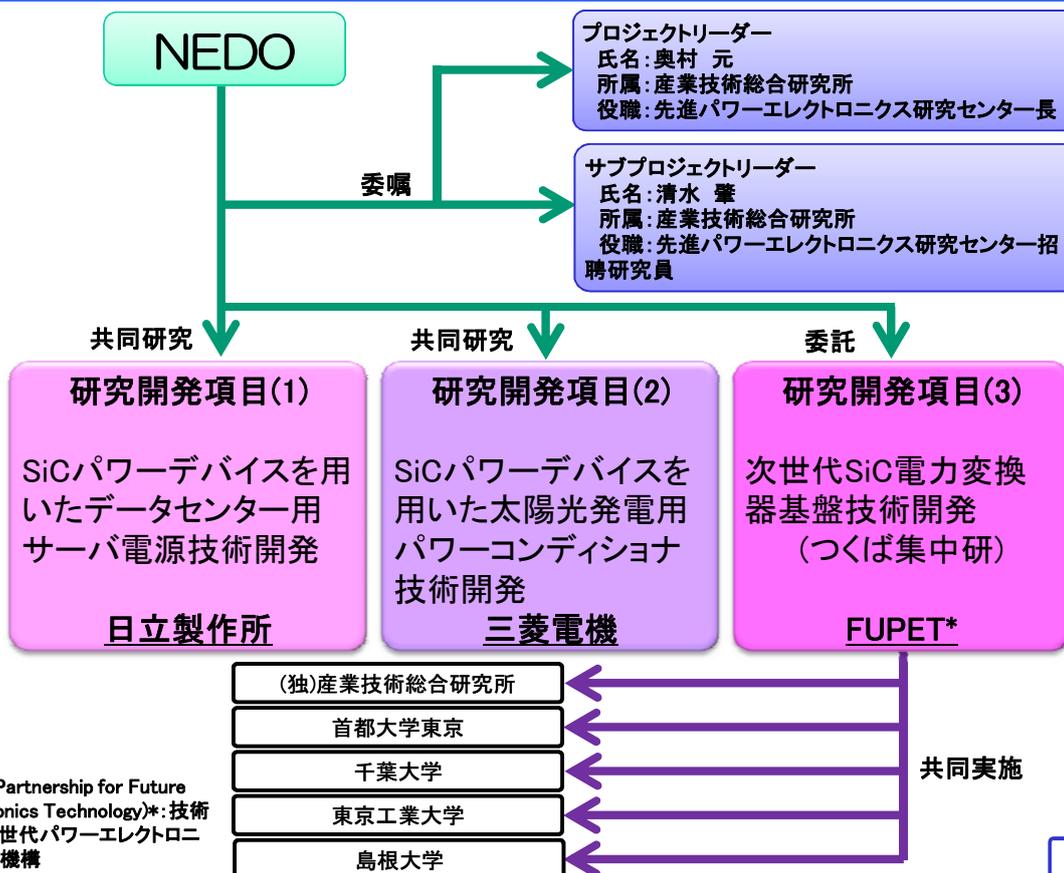
研究開発項目	研究開発内容	平成24年度末 最終目標 (詳細仕様は事業原簿参照)	目標設定の妥当性
(1) SiCパワーデバイスを用いたデータセンター用サーバ電源技術開発	(1)-1 SiC接合FETおよびショットキーダイオードの開発 (1)-2 サーバ用回路・電源システム技術の開発	電力容量が2kW級のサーバ電源のプロトタイプを試作し、その電力変換効率が50%負荷で <b>94%以上</b> であることを実証する	急増するデータセンター消費電力のうち、 <b>20%を占めるサーバ電源</b> の電力損失を低減することは、世界的な省エネの潮流に即し妥当である。
(2) SiCパワーデバイスを用いた太陽光発電用パワーコンディショナ技術開発	(2)-1 デバイス開発 (2)-2 パワーコンディショナ開発	電力容量が30kW級の太陽光発電用パワーコンディショナのプロトタイプを試作し、これが定格出力時に <b>98%以上</b> のシステム効率をもつことを実証する	CO2の発生がない自然エネルギーの有力候補である太陽光発電システムにSiCパワーコンディショナを用いることは、グリーンITの観点から妥当である。
(3) 次世代SiC電力変換器基盤技術開発	(3)-1 電力変換器用SiCパワースイッチングデバイス基盤技術 (3)-2 高温動作電力変換器設計試作技術	<b>40W/cm<sup>3</sup>級</b> の出力パワー密度を持つ革新的オールSiC電力変換器を製作して、性能の検証を行う	高信頼性が要求される上記二つのシステムでSiCデバイスを用いるためには、周辺デバイスを含めた共通基盤技術開発が必須である

16/24

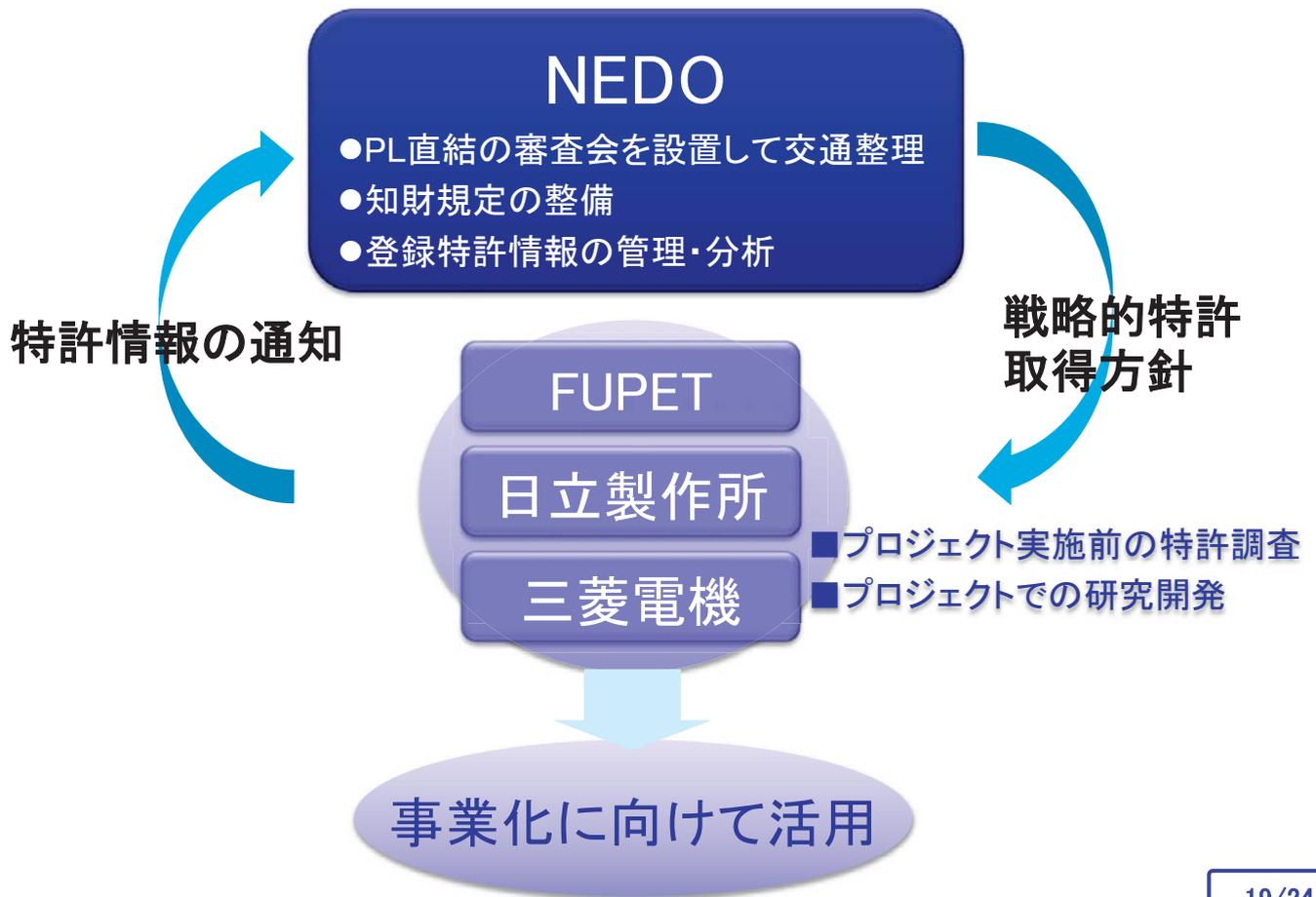
開発項目	2009	2010	2011	2012
(1)SiCパワーデバイスを用いたデータセンター用サーバ電源技術開発	<b>SiCデバイス</b> 接合FETの0次試作 <b>サーバ電源</b> 改題抽出、0次試作	大電流通電試験 1次試作・評価 信頼性向上設計 1次試作・評価	大電流化 電源向け試作 サーバ向け電源回路 試作・評価	電源向け試作(最終) サーバ向け電源 試作(最終)
(2)SiCパワーデバイスを用いた太陽光発電用パワーコンディショナ技術開発	<b>SiCデバイス</b> プロセス、信頼性 評価基準の検討 <b>サーバ電源</b> 高効率化に向けた 課題抽出	低オン抵抗化 設計の高度化 数kW級パワーコン 試作・評価	パワコン向けMOSFET設計・試作・評価 30kW級パワコンプロトタイプ試作・評価	
(3)次世代SiC電力変換器基盤技術開発	実験・シミュレーション 環境整備	20kW/L、Tj>200°C インバータ 2次試作設計	信頼性評価 25kW/L、Tj>200°C	実装・回路技術高度化 40kW/L、Tj>200°C

全ての項目において目標を達成した

- (1)サーバ電源の電力変換効率**95.1%**を達成
- (2)太陽光発電用パワーコンディショナの電力変換効率**98.88%**を達成
- (3)パワー密度**70kW/L**のAll-SiC3相インバータを試作



FUPET(R&D Partnership for Future Power Electronics Technology)\*: 技術研究組合 次世代パワーエレクトロニクス研究開発機構



定期的なヒアリング

実施者から定期的な成果ヒアリングを実施。軌道修正に反映(年2回)  
実用化・事業化の見通しについても同時に確認

特許を戦略的に出願

積極的に出願する一方で戦略的な不出願も選択(ノウハウ開示の防止)

学会活動などを通じてアピール

国際会議、技術成果報告会 等  
NEDOも協力(CEATEC、NANOTECH、ウェブ紹介)

・CEATEC2012展示の様子  
・27テーマ中2番目の注目度

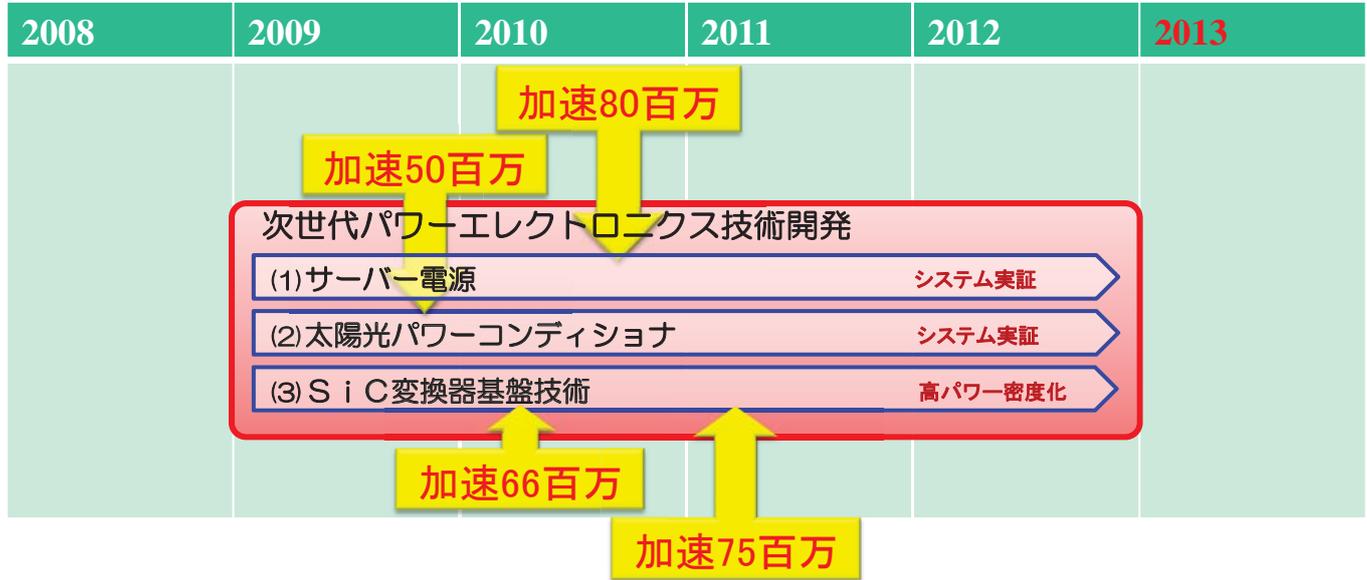


情勢変化への対応

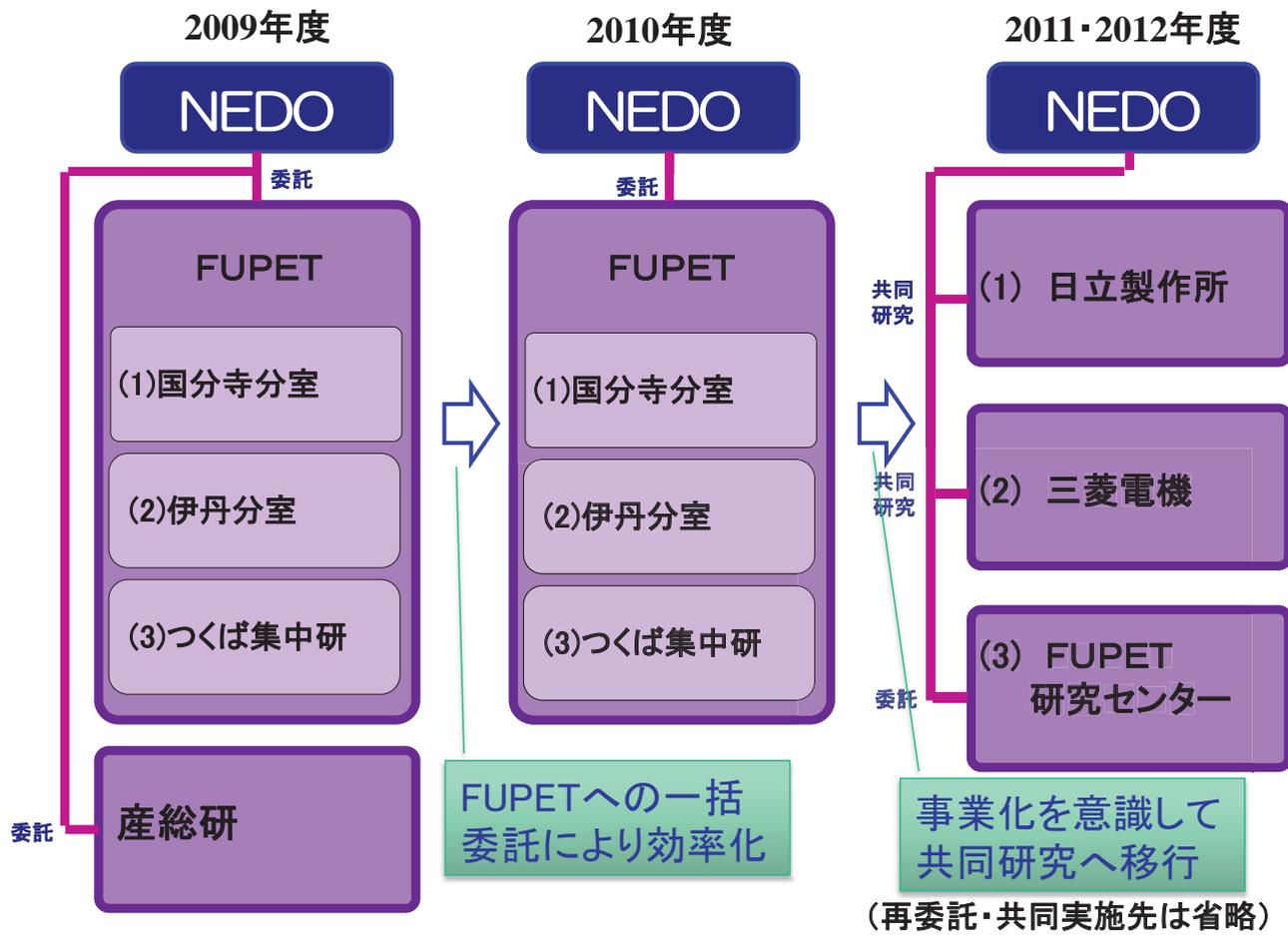
外部状況を踏まえ、実施体制の組み替え・重点項目への予算充当・委託から助成・共同研究への変更等を行う(次ページで説明)

## 方針

定期ヒアリング等を通じ状況確認→適時、適切な計画変更→早期事業化  
に向けて**研究開発加速資金を投入**



件名	背景・目的・内容	成果
<b>2009年度</b>		
①三次元デバイスシミュレーターによるSiC-MOSFETデバイス設計 (太陽光パワコン)	明らかになったMOSFETデバイスの高周波スイッチング耐性を強化するために、デバイス内の脆弱点の推定、及び強化のための設計が必要になった。	当初目標よりトータル損失(含む電力変換器、回路)を更に低減した <b>世界最高の低損失電力変換機器</b> を持つ太陽光発電用パワーコンディショナを実現することが出来た
<b>2010年度</b>		
②高温動作インバータ試作技術開発 (SiC変換器技術)	素子の高温実装可能性を確認できたため、 <b>MOSFET接合部温度が250℃</b> となるような熱設計・電気設計・機械設計を行ってインバータを試作し、安定動作を実証することが必要になった。	最終目標値を上回る <b>パワー密度30kW/l</b> を達成すると共に、 <b>1.5ヶ月の前倒し</b> を実現
③SiCパワーデバイス信頼性向上 (サーバー電源)	米国メーカーによるJ-FETパワーモジュール製品化を背景に、J-FET開発の加速が必要になった。このためデバイス信頼性向上開発設備を導入して最適な洗浄シーケンスを見出し、プロセス中に付着する不純物除去技術を確立する。	Siデバイスと同等の信頼性を有するSiC-JFETが開発でき、 <b>JFETデバイス開発を一年前倒し</b> で終了
<b>2011年度</b>		
④次世代SiC電力変換器のEMC問題解決 (SiC変換器技術)	<b>2010年度の加速</b> によりSiC電力変換器の高周波駆動に伴うノイズと微小変形が初めて明らかになったため、これを評価、解決するシミュレーションと試作ルーチンの高速化が必要になった。	IEC規格よりも100倍大きな <b>EMIノイズ</b> をフィルタ機能により <b>規格内に抑制</b> できた



2009年度・2010年度はFUPET主催により、2011年度からNEDO主催で外部委員を招き「技術推進委員会」を開催。  
技術委員会含め、NEDOではヒアリングを年2回開催し、進捗状況を把握するとともに、今後の方針を協議。

FUPET技術委員

鉄道総研 正田英介 会長  
トヨタ自動車 川橋 憲 主査  
(株)エネット 池辺 裕昭 社長  
京都大学 松波 弘之 名誉教授  
東工大 黒川 浩助 特任教授  
東芝三菱電機産業システム 池田博 副社長

NEDO技術委員

鉄道総研 正田英介 会長  
(株)エネット 池辺 裕昭 社長  
北海道大学 原 亮一 准教授

参画企業の意志を反映するため推進連絡会議を開催