

# 「次世代半導体微細加工・評価基盤技術の開発」

(2010年度～2015年度 6年間)

(中間評価)

プロジェクトの概要 (公開)

「事業の位置づけ・必要性」及び「研究開発マネジメント」

NEDO

電子・材料・ナノテクノロジー部

2013年 8月27日

1/39

## 目次

公開

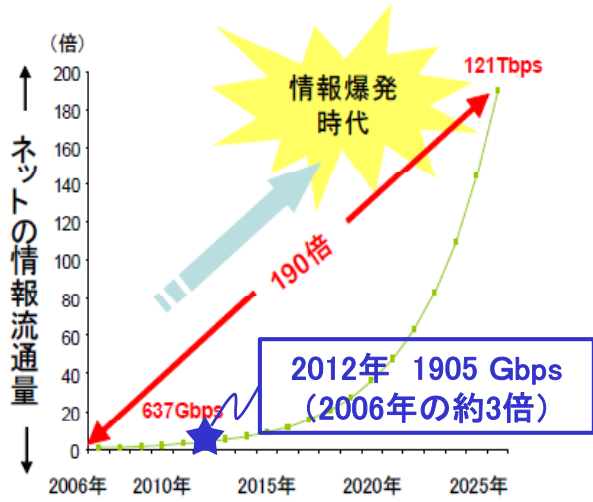
I. 事業の位置づけ・必要性	(NEDO)
II. 研究開発マネジメント	(NEDO)
III. 研究開発成果	(渡邊PL)
IV. 実用化・事業化に向けての 見通し及び取り組み	(渡邊PL)

2/39

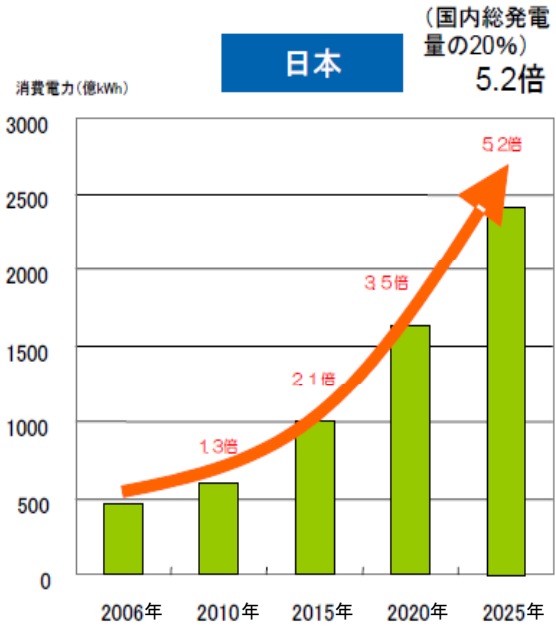
## 背景と事業の目的(1)

### 背景

#### 情報爆発時代の到来



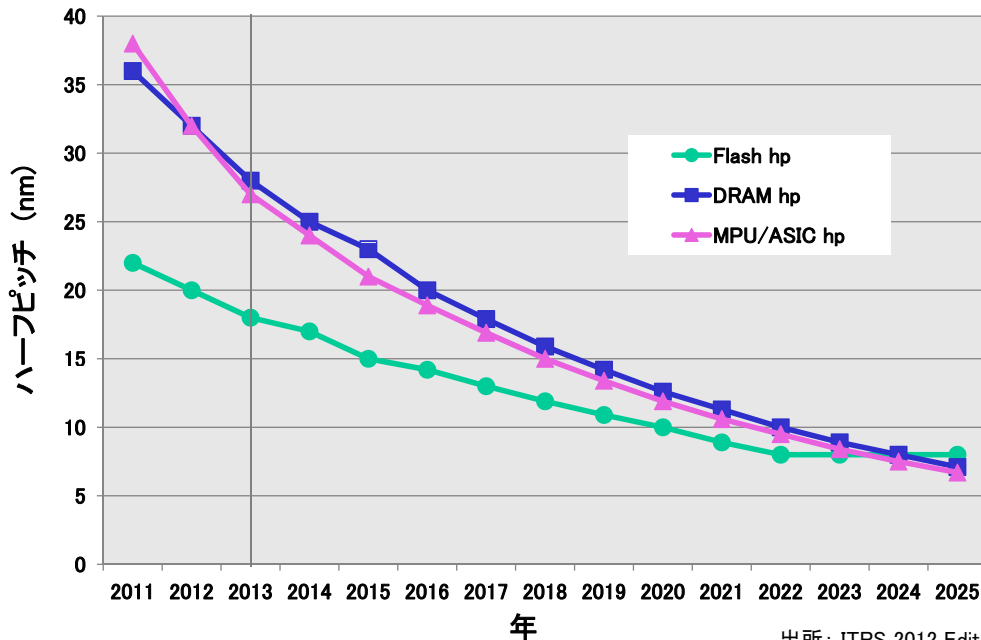
#### IT機器の消費電力量が急増



出所：(図表) グリーンITイニシアティブの推進 2008年10月 経済産業省発表資料  
(2012年の情報流通量) 総務省 情報通信統計データベース

## 背景と事業の目的(2)

### 事業の目的



半導体集積回路の一層の高機能化、低コスト化および低消費電力化が求められている

次世代の微細加工を実現する半導体デバイスプロセス技術を確立する

# 政策上の位置付け

本プロジェクトは、「新成長戦略」等の**低消費電力化、国民生活の向上・国際競争力強化**という政策に基づいている

第3期科学技術基本計画 (2006年3月閣議決定)	「新成長戦略」より <b>グリーンイノベーションによる環境・エネルギー大国戦略</b> ・情報通信システムの <b>低消費電力化</b> <b>科学・技術・情報通信立国戦略</b> ・情報通信技術の利活用による <b>国民生活の向上・国際競争力強化</b>  「第4期科学技術基本計画」「科学技術イノベーション総合戦略」等においても <b>低消費電力化、国民生活の向上・国際競争力強化</b> が継承されている
新成長戦略 (2010年6月閣議決定)	
第4期科学技術基本計画 (2011年8月閣議決定)	
科学技術イノベーション総合戦略 (2013年6月閣議決定)	

科学技術イノベーション総合戦略「第2章 科学技術イノベーションが取り組むべき課題 工程表」より

現在	2015年	2020年	2030年
<b>&lt;情報機器&gt;</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> 超低消費電力デバイスの基礎技術開発                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 極端紫外光(EUV)による微細化・低消費電力技術開発</li> <li>- 不揮発性素子等の開発</li> <li>- 不揮発性素子等を利用するソリッド・ハードの開発</li> <li>- 半導体チップの三次元実装技術の開発</li> </ul> </li> <li><input type="checkbox"/> 超低消費電力光通信の基礎技術開発                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 光電子ハイブリッド回路集積技術開発</li> <li>- 実用化技術の開発</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> 超低消費電力デバイスの開発                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 半導体部分の消費電力1/10以下の達成</li> <li>- デバイスの超低電圧化を実現</li> <li>- 半導体チップの三次元実装技術の実現</li> </ul> </li> <li><input type="checkbox"/> 超低消費電力光通信の開発</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> 同技術による製品を開発・実用化</li> </ul>	

## NEDO第2期中期計画(2008年-2012年)における位置付け

「高度な情報通信社会の実現」、「IT産業の国際競争力の強化」のため、**情報技術開発分野の半導体における技術開発の一環として実施**

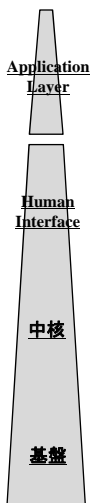
第3期中期計画(2013年-2017年)においても継承

●高度情報通信社会とそれを支える技術分野

電子政府、シミュレーション

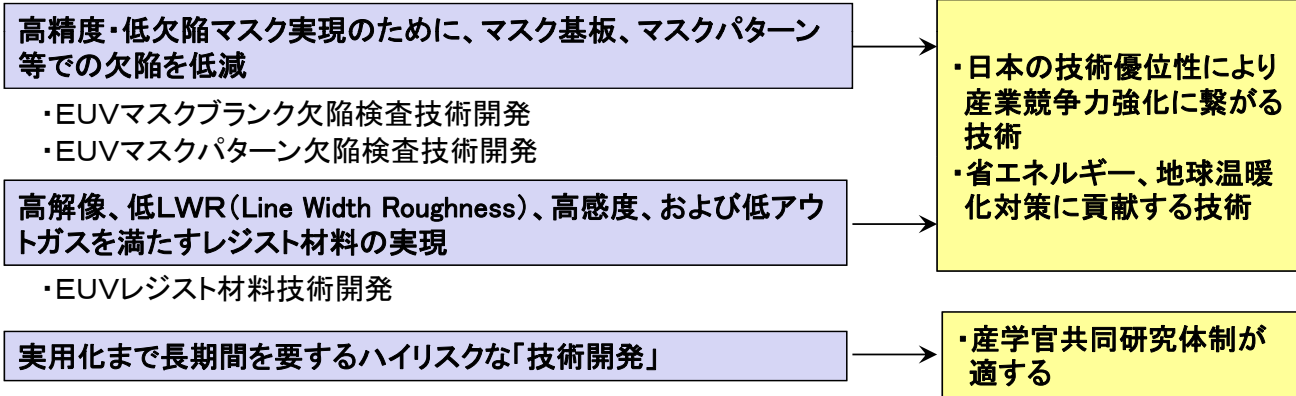
IPを用いた各種のアプリケーション

いつでも、だれでも、どこでも(ユビキタス)



**本プロジェクト対象分野**

**事業目的：次世代リソグラフィ技術であるEUVリソグラフィの技術的障壁を解決できる半導体デバイスプロセス技術を確立する**



**NEDOが関与すべき事業**

## 経済効果

事業分野	2011年		2020年
	市場規模(世界)	日系メーカーシェア	市場規模(世界)
・ マスク	3,100 億円	43 %	4,650億円
・ レジスト	400億円	76.9 %	710億円
・ マスク検査装置	430億円	15.2 %	650億円
・ NAND フラッシュメモリ	1兆4,400億円	35.4 %	2兆200億円

(資料:「2013 有望電子部品材料」富士キメラ総研、「世界半導体製造装置・試験/検査装置市場年鑑2011」グローバルネット、SEMI Market data 2012 より推計)

**日系メーカーのシェアを維持・拡大する**

## 省エネ効果

本事業により半導体デバイスのhp16nm以細への微細化が促進されることによる省エネ効果

**2020年に 189億kWh/年の削減効果**

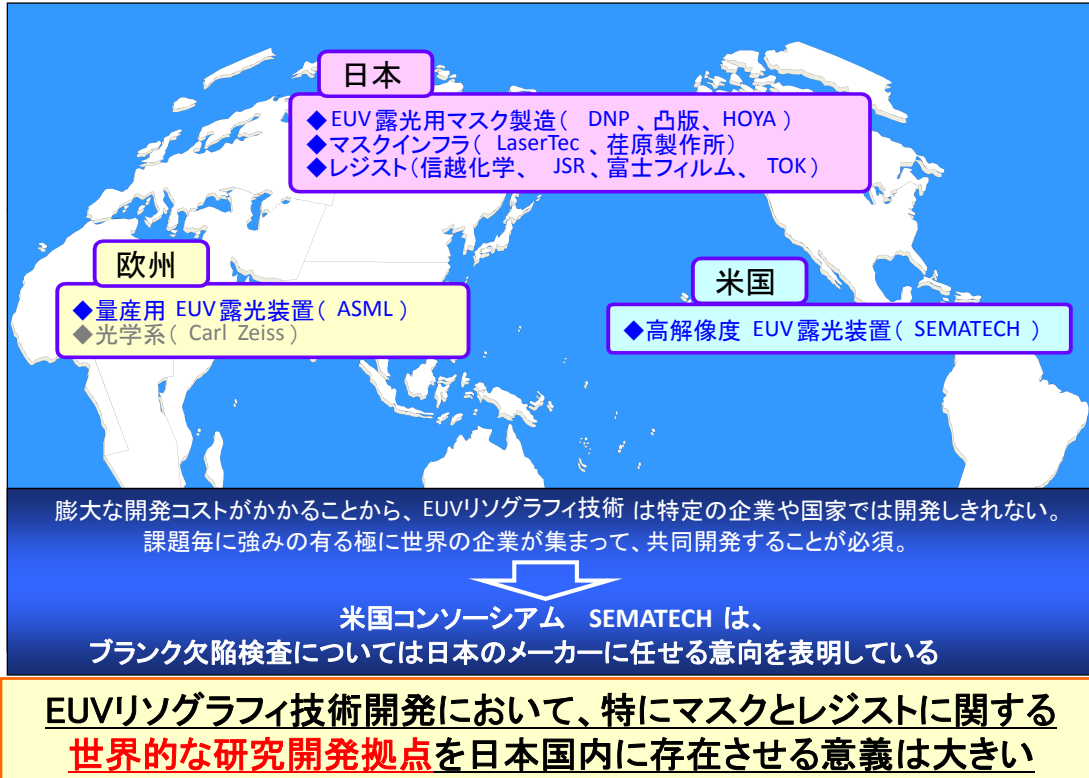
(2012年時点における見積もり)

CO<sub>2</sub>換算

**1049万トン/年**

# 他研究機関の開発状況

## EUV技術開発における三極の棲み分け

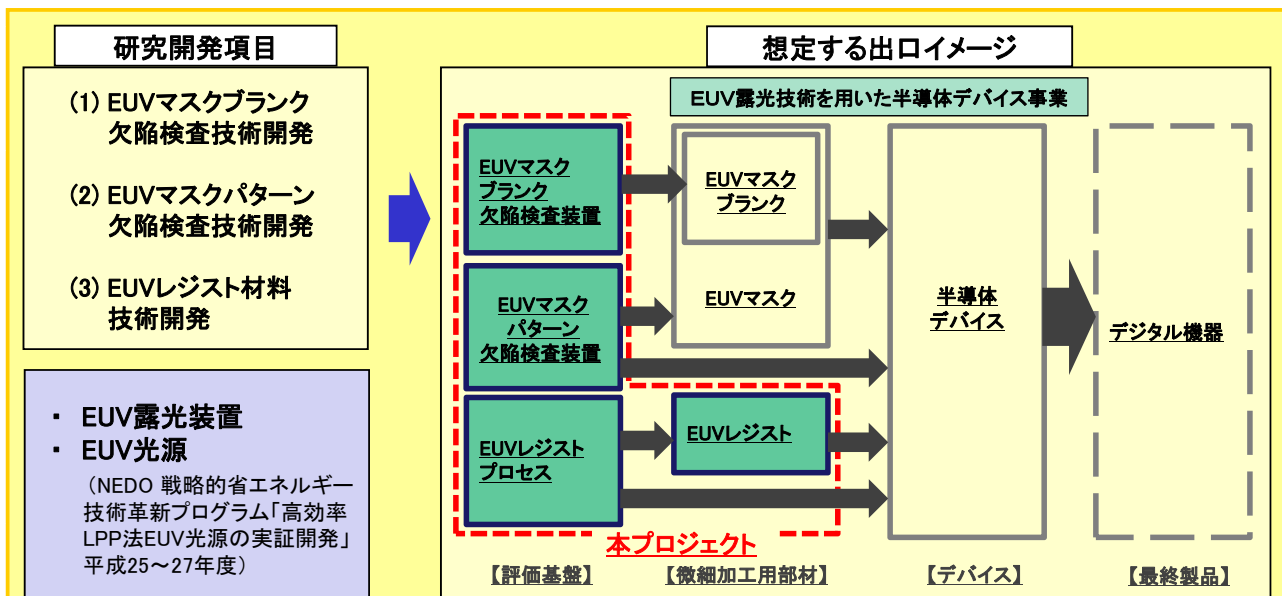


## II. 研究開発マネジメント

### (1) 研究開発目標の妥当性

## 事業の目標

波長13.5nmのEUVを用いるEUVリソグラフィにかかるマスク技術と関連検査技術、レジスト材料等の課題に取り組み、hp22nm対応のMIRAIプロジェクトの成果を基に、hp16nm以細に対応可能な技術を確立する  
⇒ EUVマスクブランクやマスクパターンの欠陥検査・評価・同定技術、およびレジスト材料の露光性能やアウトガスを含めた材料開発や評価技術の開発



# 各研究開発項目の目標

公開

ITRSロードマップより、hp16nm対応(～2013年度)、hp11nm以細対応(～2015年度)を目標とする

研究開発項目	中間目標(～2013年度)	最終目標(～2015年度)
(1) EUVマスクブランク欠陥検査技術開発	hp16nm微細加工技術に対応するEUVマスクブランクの許容欠陥の指標、および、EUVマスクBI装置において6インチブランク全域にわたり位相欠陥を検出する際の欠陥検出感度や検出確率などの指標を明確化し、これらの指標に対応可能なEUVマスクBI基盤技術を確立する。また、hp11nmに対応するBI技術における課題を明確にする。	hp11nm微細加工技術に対応するEUVマスクブランクの許容欠陥の指標、および、EUVマスクBI装置において6インチブランク全域にわたり位相欠陥を検出する際の欠陥検出感度や検出確率などの指標を明確化し、これらの指標に対応可能なEUVマスクBI装置基盤技術を確立する。
(2) EUVマスクパターン欠陥検査技術開発	hp16nm微細加工技術に対応するEUVマスクパターンの許容欠陥の指標、および、EUVマスクPI装置において6インチブランク全域にわたりパターン欠陥を検出する際の欠陥検出感度や検出確率などの指標を明確化し、これらの指標に対応可能なEUVマスクPI基盤技術を確立する。また、hp11nmに対応するPI技術における課題を明確にする。	hp11nm微細加工技術に対応するEUVマスクパターンの許容欠陥の指標、および、EUVマスクPI装置において6インチブランク全域にわたりパターン欠陥を検出する際の欠陥検出感度や検出確率などの指標を明確化し、これらの指標に対応可能なEUVマスクPI装置基盤技術を確立する。
(3) EUVレジスト材料技術開発	解像度hp16nmのレジストについて、LWR(Line Width Roughness)、感度、アウトガスの合否基準を策定し、それらの基準を満足するレジスト材料を開発する。また、hp11nmに対応するレジスト材料における課題を明確にする。	解像度hp11nmのレジストについて、LWR、感度、アウトガスの合否基準を策定し、それらの基準を満足するレジスト材料を開発する。また、開発したEUVレジストをベースに他のレジスト材料を組み合わせることで、hp11nm以細のレジスト技術を実現する。

# 研究開発スケジュール

公開

## 【研究開発内容】

サブテーマ	2010年度	2011年度	2012年度	2013年度	2014年度	2015年度
<b>①EUVマスク検査・レジスト材料技術開発</b> (1) EUVマスクブランク欠陥検査技術開発 (2) EUVマスクパターン欠陥検査技術開発 (3) EUVレジスト材料技術開発	通常予算 (共同研究事業: NEDO 1/2 負担)			中間評価		事後評価
<b>②EUVマスク検査装置・レジスト材料基盤技術開発</b> (1) EUVマスクブランク欠陥検査装置開発 (2) EUVマスクパターン欠陥検査装置開発 (3) EUVレジスト材料基礎研究 (基礎的・基盤的テーマ)	2010年度補正予算 (委託事業)	共同研究事業へ統合				
<b>【目標】</b>						
	<b>基盤技術開発</b> ・BI装置・PI装置の設計完了、装置要素技術の有効性明確化 ・レジスト反応機構の解明、レジスト材料・パターン等新規計測・評価技術の基礎的研究を実施	<b>hp16nm対応</b> ・許容欠陥指標明確化、BI・PI基盤技術確立 ・LWR、感度、アウトガスの合否基準を策定し、それらの基準を満足するレジスト材料を開発する	<b>hp11nm以細対応</b> ・許容欠陥指標明確化、BI・PI基盤技術確立 ・LWR、感度、アウトガスの合否基準を策定し、それらの基準を満足するレジスト材料を開発する			

# 開発予算

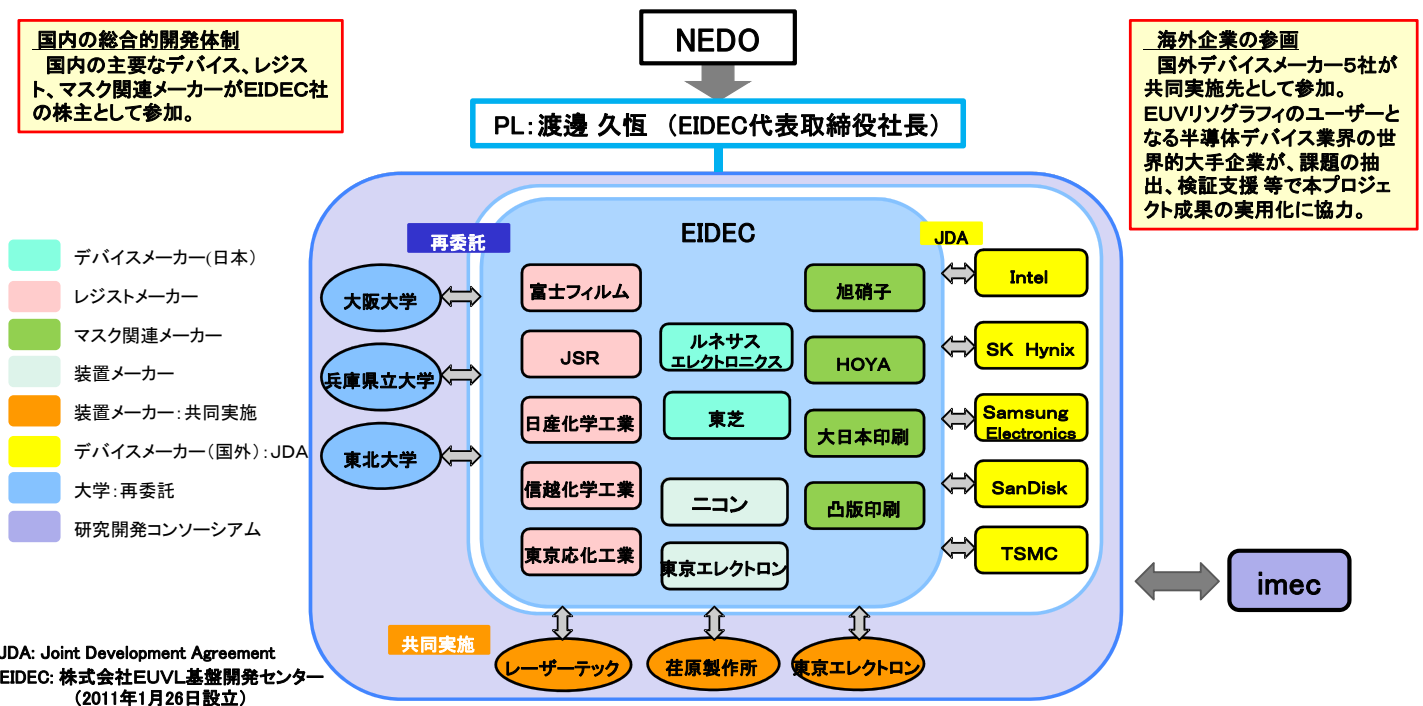
公開

		2010年度	2011年度	2012年度	2013年度	2014年度	2015年度
①EUVマスク検査・レジスト材料技術開発 (1)EUVマスクブランク欠陥検査技術開発 (2)EUVマスクパターン欠陥検査技術開発 (3)EUVレジスト材料技術開発	共同研究事業 :NEDO 1/2 負担		864	1,432	1,600 ※	—	—
②EUVマスク検査装置・レジスト材料基盤技術開発 (1)EUVマスクブランク欠陥検査装置開発 (2)EUVマスクパターン欠陥検査装置開発 (3)EUVレジスト材料基礎研究	委託事業	2,135					
合計		2,999	1,432	1,600	—	—	

2013年度は特別会計 (単位:百万円)

# 研究開発の実施体制

公開

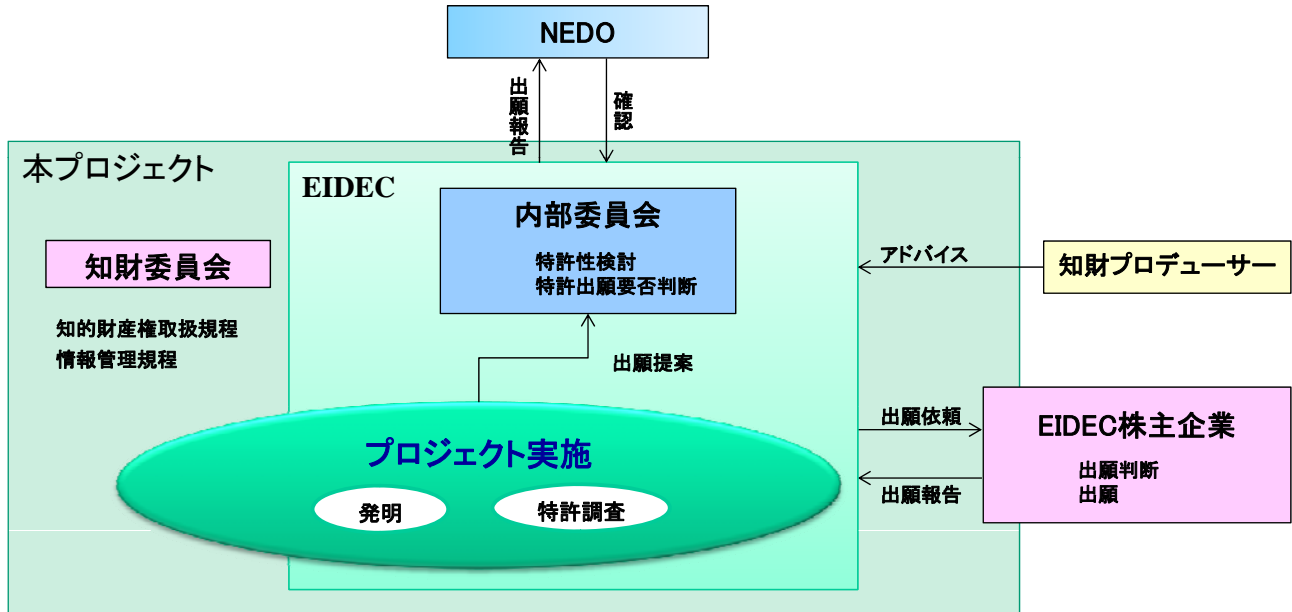


**産学官の強力な開発体制**  
産総研の協力のもと、TIA内SCR産学官連携研究棟にて実施。また、大学との連携により、材料基礎研究からNew SUBARUの活用を実施。

**評価装置の実用化への布石**  
装置メーカーとの共同実施により、マスクブランク欠陥検査装置およびマスクパターン欠陥検査装置の開発と実用化を加速。

**EUVL技術のボトムアップ**  
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ボトムアップを図る。現在、imecと協力関係にあり、SEMATECHとも協力を検討中。

- ・ 知財マネジメント強化のため知財の創出/権利化を推進する体制を構築
- ・ プロジェクト研究開発活動で出てきた知的財産の権利化を戦略的に推進



- ・ 特許出願までの速度をあげるために、週単位・月単位での進捗管理を実施
- ・ 特許出願要否の判断を的確に行うために、各研究部門長および技術担当取締役による内部委員会を実施
- ・ 参加各社の実用化・事業化をサポートするために、共同研究契約により研究開発成果物の利用に関するルールを明確化

## 定期的なヒアリング

原則年2回、実施者から定期的なヒアリングを実施

- ・ 研究開発進捗状況の確認及び以降の方針検討

※ この他にも非定期の打合せを多数実施

## 適時、適切な計画変更

必要に応じて、柔軟に適切な計画変更を行い、研究開発を推進

- ・ 新たな研究開発項目の追加等、必要に応じて基本計画の見直しを実行

## 機動的な加速資金の投入

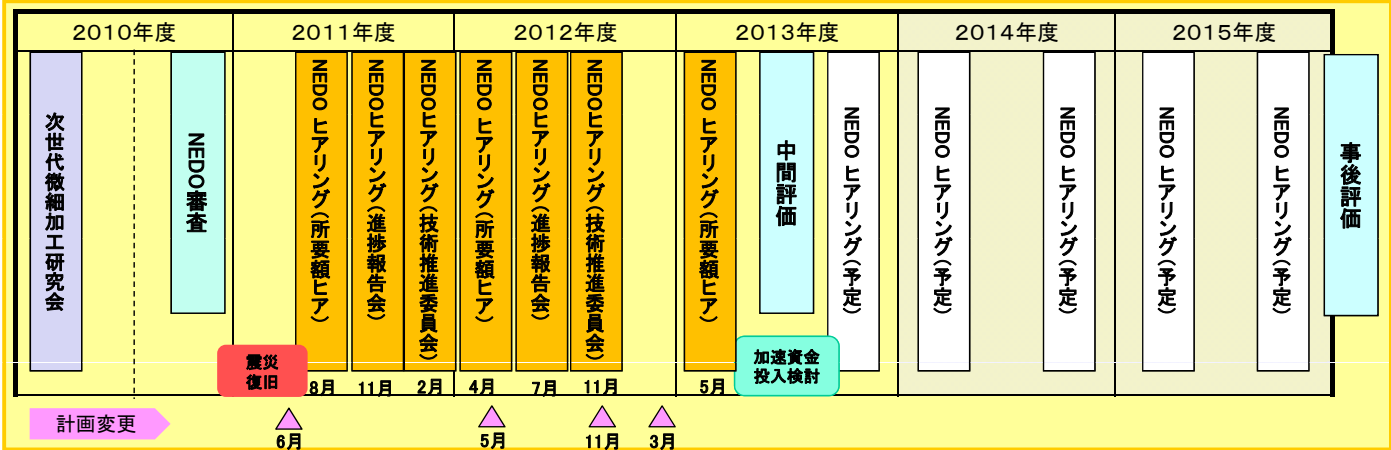
状況の変化などに対し、必要な加速資金を適切に投入し研究開発を加速



# 情勢変化への具体的な対応

公開

◇2011年3月11日東日本大震災発生 つくばSCRの被災による停止・復旧対応	→	実施計画書を変更し(2011年6月)、委託費を増額して、2013年度中に復旧終了予定
◇技術推進委員会(2012年2月・11月実施) ⇒外部評価委員を入れ客観的評価を実施	→	必要に応じて実施方針、実施計画書の変更をするなどして委員会(ヒアリング)の指摘事項に対処(詳細次頁に記載)
◇他のレジスト ・EUVレジスト+他のレジスト材料を組み合わせ	→	実施計画書を変更し(2013年3月)、他のレジスト開発を追加
◇フルフィールド露光機評価 ・フルフィールド露光機を用いたレジスト評価	→	加速資金の必要性等検討中、次年度予算要求でも検討
◇hp11nm以細対応高解像度露光機HSFET	→	加速資金の必要性等検討中、次年度予算要求でも検討



# 技術推進委員会への対応

公開

2012年2月および11月に外部委員を含む技術推進委員会を開催

増員を含む開発体制の変更を行い、開発の前倒しを検討・実施

主要項目	指摘事項	主要な取り組み	課題等
(1) EUVマスクブランク欠陥検査技術開発	・hp11nm対応技術への展開が不十分	・光学系の高倍率化(26倍→40倍)を含めた対策を前倒しで着手	-
	・欠陥の転写性の理論・物理解析が必要	・実施計画書を変更し(2012年5月)、EUV明視野顕微鏡による欠陥の観察技術の強化と転写性評価を目的に東北大学を再委託先に追加	
(2) EUVマスクパターン欠陥検査技術開発	・高スループット化技術開発が必要	・高輝度電子銃の開発を2014年度より実施予定	-
(3) EUVレジスト材料技術開発	・LER(Line Edge Roughness)改善技術の開発が必要	・実施計画書を変更し(2012年11月)、東京エレクトロンと共同実施でLER改善リンスプロセス開発を2013年度より開始	実用化に向けたフルフィールドでの評価実験と、hp11nm対応の高解像度露光環境の整備は急ぐ必要があるため、加速資金投入と次年度予算で対応する予定
	・無機レジストなど化学増感レジスト以外の各種レジスト評価も必要	・大学等で開発中のレジスト材料の評価を2013年度より開始予定	
	・実用的なウエハ全面(フルフィールド)での評価が必要	・フルフィールド露光機を用いた評価実験を2013年度より開始	
	・hp11nm対応レジスト材料開発に向けた高解像度露光環境が必要	・高解像度露光機HSFET開発を2013年度より開始	