

Title	電子・情報技術分野におけるアウトカムの考え方(評価(1),一般講演,第22回年次学術大会)
Author(s)	上, 菜津子; 藤崎, 栄; 有馬, 宏和; 佐野, 浩
Citation	年次学術大会講演要旨集, 22: 142-145
Issue Date	2007-10-27
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/7229
Rights	本著作物は研究・技術計画学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Science Policy and Research Management.
Description	一般講演要旨

1 D 1 4

電子・情報技術分野におけるアウトカムの考え方

○上 菜津子，藤崎 栄，有馬 宏和，佐野 浩（NEDO技術開発機構）

1. はじめに

独立行政法人新エネルギー・産業技術開発機構（以下、NEDOという）では、幅広い分野で公的資金を原資とした研究開発プロジェクト（以下、プロジェクトという）を実施している。これらNEDOが実施するプロジェクトにおいては、公的資金を投入した結果として、わが国の産業競争力強化、産業創出にどのように貢献したかを説明することが求められている。したがって、プロジェクトの評価を実施する際には、目標であった技術開発成果だけではなく、波及効果も含めたアウトカムを広く整理、把握することが重要である。本稿では、NEDOが実施してきたプロジェクトのうち、電子・情報技術分野、特に半導体製造に関するプロジェクトについて、そのアウトカムの把握を目的に実施した調査の結果と、それに基づいた当該分野に関するアウトカムの考え方の整理、課題について報告する。

2. 調査の概要・方法

（1）アウトプットとアウトカムの定義

はじめに、本稿における「アウトプット」と「アウトカム」という用語を定義する。「アウトプット」はプロジェクトの研究開発目標に対応した成果、「アウトカム」はアウトプットがもたらした社会・経済への効果と定義した。例えば、アウトプットとは、研究開発の目標としていた技術そのものや、それらを適用して実用化した製品（一次製品と呼ぶ）のことを意味する。それに対して、アウトカムとは、アウトプット以外の全ての成果を指す。例えば、アウトプットの技術が研究開発当初には想定していなかった製品として実用化されたものや、一次製品を販売したことによる国内メーカのシェア向上、関連産業への波及等を意味する。

（2）調査の概要

NEDOでは、中長期・ハイリスクの技術開発をテーマにプロジェクトを実施しており、研究開発された技術が製品に結びつきアウトカムが現れるまでには時間を要する。それを考慮し、おおむね終了後5年が経過したプロジェクトについてアウトカム調査を実施することとした。¹⁾ 表1に調査対象とした6テーマを示す。

表1 調査対象テーマ

テーマ名（プロジェクト名）	テーマの実施期間	テーマの予算
①高速電子ビーム直接描画装置の開発（超先端電子技術開発促進事業）	H8～H10	27 億円
②高精度EBマスク描画装置の開発（超先端電子技術開発促進事業）	H8～H10	22 億円
③ArFリソグラフィ技術の開発（超先端電子技術開発促進事業）	H8～H11	17 億円
④F2光源および関連技術の開発	H11～H13	20 億円
⑤超高密度電子SI技術の内、チップ積層実装技術	H11～H15	17 億円
⑥電子デバイス製造プロセスで使用するエッチングガスの代替ガス・システム及びプロセス技術研究開発	H11～H15	66 億円

NEDOプロジェクトのアウトプットはコンシューマ製品そのものではないため、プロジェクトの成果が分かりにくいと指摘を受けることが多い。そのため、今回の調査ではプロジェクトの成果が誰にとっても身近なコンシューマ製品にまで繋がっていることを示すことが重要との考えから、調査の最終目標を、プロジェクトのアウトプットから広く一般に使われる最終製品（コンシューマ製品）に展開されるまでのフロー図の作成とした。

(3) 調査の方法

具体的には、図1のような成果展開フロー図を作成することを目標とした。半導体製造関連技術は、半導体を製造する際に用いられる装置や実装技術等であり、コンシューマ製品（最終製品）に至るまでは、一次製品を用いて製造した中間製品であるデバイス、それを搭載したコンシューマ製品、というように多くの製品が介在する。そのため、アウトプット及びアウトカムを調査する際には、プロジェクト開始当時に思い描いていた「想定していた成果」と、それ以外（「想定していなかった成果」）を分けて把握することとした。想定していた成果とは、プロジェクト開始当時に、プロジェクトの研究開発目標である技術が一次製品として実用化され、それが中間製品を経てこのようなコンシューマ製品に搭載されるだろう、と考えられていた過程を指す。想定していなかった成果とは、想定していた成果以外の成果を意味する。

これら、想定していた成果と想定していなかった成果によって、プロジェクトの成果が最終製品に展開されるまでのフロー図を埋めていくことでアウトプット、アウトカムを把握する手法をとった。フロー図を埋めるため、プロジェクト終了後の事後評価報告書や成果報告書を調べるだけでなく、当時、プロジェクトに技術者としてかかわった方、さらに、一次製品のユーザを中心にヒアリングを行った。

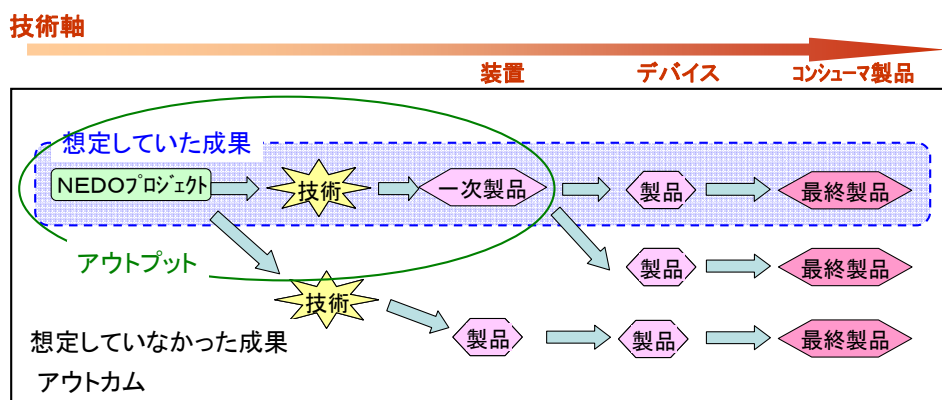


図1 半導体製造に関するプロジェクトで確立された技術が最終製品に展開されるまでの一般的な流れ

3. 調査の結果・考察

(1) アウトカムの整理

表1の全てのテーマについて、成果展開フロー図を作成した。得られたフロー図のうちの2例を図2、3に示す。6テーマの調査結果を分析したところ、アウトカムの内容は次の3つに分類できることが分かった。

A) 日本メーカーのシェア拡大

表1の①～④のテーマに関し、日本メーカーのシェア拡大というアウトカムが発生していることが判明した。

表1の①のテーマ（図2）では、半導体の技術世代（半導体の集積度に直結する。小さいほど集積度が上がる。）150nmに向けてマスク（半導体で作製する回路の原版にあたるもの）を製造するための高精度EB（電子ビーム）マスク描画装置を実現する技術の開発を目標としてプロジェクトを実施した。研究開発の結果、開発された技術は想定どおりマスク描画装置に活用され販売されていることが分かった。また、その後の技術世代の進展に伴い、プロジェクトの成果を引き継ぎ改良する形で製品開発が進められており、長期にわたって当該産業を支える原動力となっていることが分かった。その結果、マスク描画装置の国内企業の世界シェアを35パーセント（1997年）から86パーセント（2005年）に躍進した。

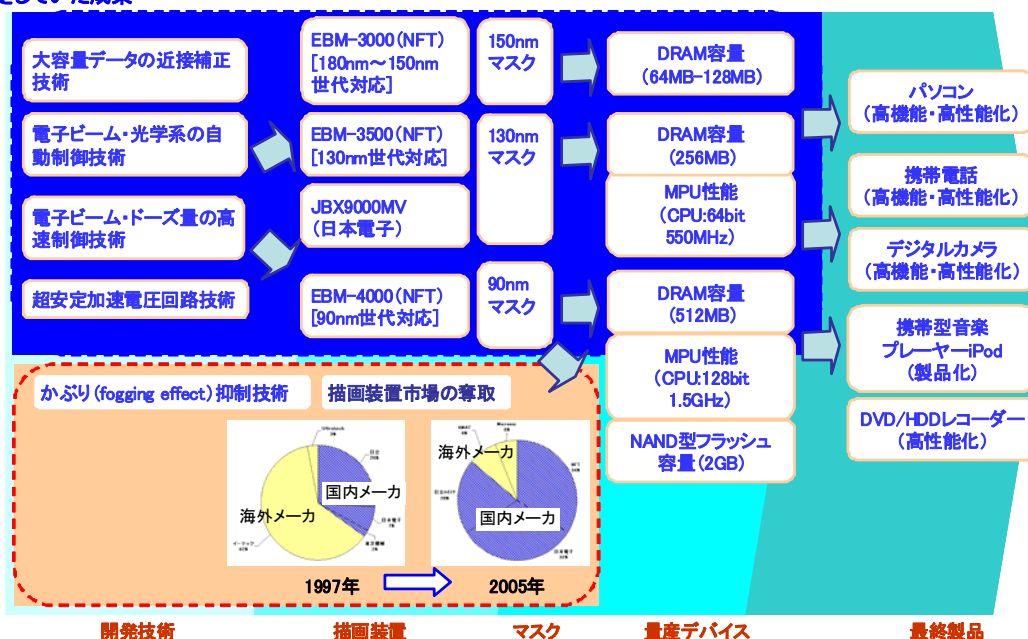
また、他の3テーマについては、アウトプットの技術を他の製品に応用している例（③ではF2光源用に開発されていた技術がArF光源へ転用された）もあるが、国内の技術力を向上させ、日本メーカーの世界シェア拡大に貢献していることが分かった。

B) 新しい技術の可能性を示し、新たな産業分野への広がり

表1の⑤のテーマに関し、新たな産業分野への広がりというアウトカムが発生していることが判明した。

表1の⑤のテーマ(図3)では、貫通電極によるチップ積層技術の開発を目標としてプロジェクトを実施し、貫通電極を用いたCCDデバイスを試作し、低コスト化、小型化を実証した。プロジェクト開始当初、一般的には、貫通電極を形成し3次元に積層する、という技術は実用に耐えるものとは考えられていなかった。しかしながら、プロジェクトのアウトプットの外部への発信により、3次元積層という技術に対する注目が高まり、プロジェクトに参加していない企業においても、研究開発の動きが派生した。また、3次元LSI積層プロセスに関する設計からシステム集積化までを事業範囲とするベンチャー企業の設立もみられた。更に、関連する検査装置やウェハ搬送等の関連技術において、3次元積層技術へ対応するための技術開発と思われる動きが見られる。このように、プロジェクトの存在自体により、実際にはプロジェクトに参加していない企業や周辺の関連産業にも、研究開発を活発化させるきっかけとなっていることが分かった。

想定していた成果



想定していなかった成果

図2 「①高速電子ビーム直接描画装置の開発」の成果展開フロー図



図3 「⑤超高密度電子S I技術の内、チップ積層実装技術」の成果展開フロー図

C) 環境問題への配慮を促す動機付け

表1の⑥のテーマに関し、技術開発を実施する際に環境問題への配慮を考慮するという意識変化が起こっていることが判明した。

表1の⑥のテーマは、半導体製造プロセスの配線工程における層間絶縁膜エッチング工程に関連し、温室効果ガスのひとつである PFC (perfluorocarbon: パーフルオロカーボン) ガスの使用量を削減する、または、PFC ガスを使用しないプロセスの開発を目標として実施したプロジェクトであり、エッチング技術および代替ガスの開発に成功し、実用化されている。本プロジェクト開始当時は、第3回世界半導体会議において「2010年までに PFC 総排出量を 1995年に比べて 10%以上削減する」ことが世界共通の削減目標として採択された年ということもあり、省 PFC に対する取り組みの必要性は認識されつつあったものの、不況期と重なり個別企業が積極的に環境問題に取り組むには至っていなかった。そのような社会情勢の中で「地球環境保全」という目的を掲げたプロジェクトが実施されたことは画期的であり、先進性・先見性のある試みであったと評価されている。さらにプロジェクト終了後の自社開発でも、省 PFC、非 PFC を意識するきっかけとなったという意見も聞かれた。この例は、技術の展開ではなく、技術開発に取り組む技術者、企業の意識変化というアウトカムであると整理できる。

表1に示したテーマのアウトカムを総括すると、分類A)は国際競争力の強化、B)とC)は新たな方向性への先鞭付けと整理でき、これらのプロジェクトの意義は大きかったと考えられる。特に、B)とC)のアウトカムは、公的機関が狙うべきアウトカムのひとつの形態ではないかと考える。

(2) 課題

一方、今回の調査からは課題も見える。図2、3のようにフロー図を作成することはできたが、電子・情報分野はコンシューマ製品までに非常に多くの産業が関連しており、実際にひとつの中間製品(1次製品を使って製造した製品)からコンシューマ製品までの流れを具体的に把握することはできなかった。プロジェクトと装置・技術のつながりは実際にプロジェクトにかかわった企業、技術者にのみ蓄積されている情報であり、また、その企業、技術者がコンシューマ製品まで関わらないためである。今回の調査から前述のA)からC)の分類分けのような分析をすることも可能であり、もともと調査の目標としていたコンシューマ製品までの流れを追及することをもって、アウトカムを示すことが最適なのかどうかは検討が必要である。今回のようにプロジェクトの成果の社会への波及を中心に調査することが公的資金を原資とするプロジェクトを評価するために必要ではないかと考える。更に、A)のように一次製品の開発に貢献することも重要ではあるが、それは分かりやすいアウトカムである。それよりも、B)やC)というシェアや製品売り上げという捉えづらい無形のアウトカムについても広く調査・評価することが重要と考えられる。ただし、今回これらのアウトカムについて把握することができた一番の要因は、この分野に関してプロジェクトも含めて精通した技術者の方にヒアリングをさせていただけたことが大きい。今後、このような観点からプロジェクトのアウトカム調査を行うためには、ヒアリング先の選定が大きな課題といえる。

4. まとめ

電子・情報分野について、半導体製造に関するプロジェクトのうち、6テーマについてアウトカム調査を実施した。当初は開発した技術からコンシューマ製品までの展開を示すことで、アウトカムを整理・分類しようとしたが、調査の結果、コンシューマ製品に至るまでのフローを把握することは難しいが、「日本メーカーのシェア拡大」、「新しい技術の可能性を示し、新たな産業分野への広がり」、「環境問題への配慮を促す動機付け」のようにアウトカムの性質に応じた整理・分析できることがわかった。特に「新しい技術の可能性を示し、新たな産業分野への広がり」、「環境問題への配慮を促す動機付け」のようなプロジェクト外へ波及しているアウトカムについて、今後はこのような観点からアウトカムを把握し、プロジェクトの成果を評価・公表していくことが重要と考える。さらに、この整理の観点については調査や日頃の情報収集を元に見直しを図っていくべきである。