

○大井健太，関根重幸（産総研），石川 健，岡田光浩，渋谷往男，保坂孝信（三菱総研）

1. はじめに

近年、研究開発における成果を評価する指標として「アウトカム」が注目されるようになってきた。アウトカムは、企業経営においては顧客の満足度をあらゆる指標であり、顧客の立場にたつて企業経営を改善していくために用いられている。最近では、行政評価でもアウトカムが重要視されているが、その場合、行政サービスの結果として国民にもたらされる実際の成果がアウトカムとなる。

企業や行政機関と異なり、公的研究機関ではその業務が経済的な生産と直結せず、また国民生活との接点も必ずしも多くない。そのため、顧客満足度を考慮した普遍性のあるアウトカム指標を単純に抽出できない難しさがある。大きな違いの一つは、企業経営においては業績評価が極めて短期的な視点で行われるのに対し、研究開発においては、研究成果（論文、特許）が出てから、それが具体的なアウトカム（産業技術や製品、新産業の創出、政策への反映、など）になるまで長時間かかることにある。それ以外にも、研究開発におけるアウトカムは多様である、アウトプット量と必ずしも比例しない、など、通常の業務とは異なる特徴を示す。

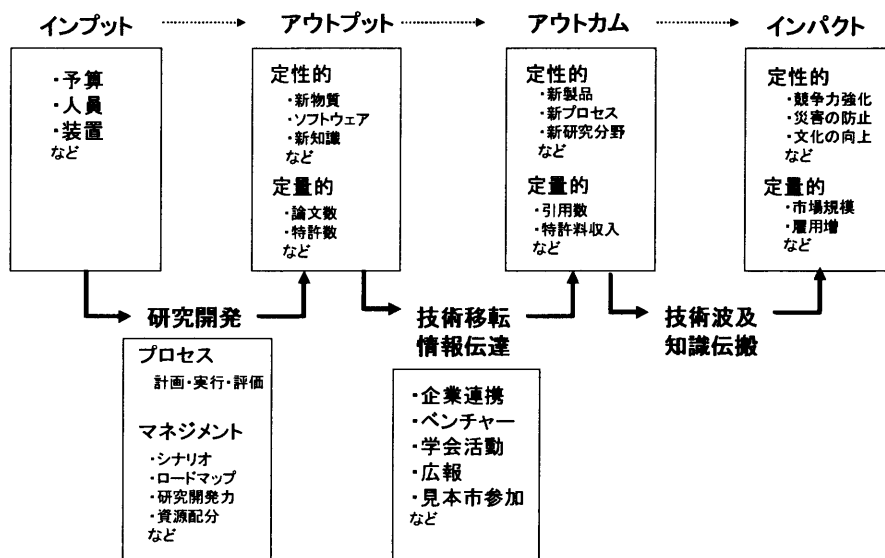
産総研では、旧工業技術院時代に行われた研究の中から典型例を取り上げ、実現されたアウトカムの事例調査を進めている^{1,2)}。研究開発におけるアウトカムを分類・整理し、その特徴の把握に努めている。また、アウトプットからアウトカムに至るプロセスについて調査を進め、アウトカム創出に有効な要因の抽出を進めている。このような過去の事例調査は、アウトカム視点から効果的な研究活動を進める上で大いに参考になるものと期待される。

今回は、昨年度から今年度にかけて調査した8事例の中から、ミッションに沿った典型例として、薄膜シリコン太陽電池、ライフサイクルアセスメント、地質図幅についてアウトカム調査結果を報告する。

2. 研究開発におけるアウトカムの定義

研究開発におけるアウトカムの定義については、研究開発の種類（基礎研究、応用研究、など）やその結果もたらされる成果が極めて多様であることから、必ずしも定まったものになっていない。ここでは、アウトプットは「研究機関で産み出された成果」、アウトカムは「それによってもたらされた、産業、社会、政策、学術的な成果」と定義する。また、「引き続いて起こる社会経済的、科学技術的な波及効果」をインパクトと定義する。本定義に従えば、研究開発からアウトカムに至るプロセスは図1のようにあらわされる。なお、研究プロジェクトの事前評価とは異なり、過去のアウトカム事例調査では、当初の目的とは異なる想定外のアウトカム成果や人材育成などの間接的な成果も見られる。これらは、間接アウトカムとして分類し整理した。

図1 研究開発と成果波及のプロセス



3. 調査の方法

3-1. 調査事例の選定

産総研は、2001年4月に旧工業技術院傘下の17研究所が統合して設立された経済産業省所管の独立行政法人であり、先端産業技術の開発、政策対応の長期的研究、科学基盤研究、という3つのミッションを掲げ研究を進めている。また、①環境・エネルギー、②情報・通信、③材料・製造・ナノテクノロジー、④ライフサイエンス、⑤地質・海洋、⑥標準、という6研究分野にグループ化し、分野融合を図りつつ研究を進めている。研究目標や手法は分野ごとで異なり、そのため実現されるアウトカムの特徴も研究分野で異なっている。今回は、ミッションや研究分野を考慮し、現在でもアウトカムが見られる事例を取り上げ調査した。具体的には、薄膜シリコン太陽電池、画像情報処理、機能的食品、生体適合性セラミックス、温度標準、ライフサイクルアセスメント、地質図幅、シリコン半導体の8事例であり、この中から3事例を紹介する。

3-2. 調査内容

3-2-1. アウトカムとインパクトの抽出と整理： 図1のアウトカム定義に従えば、研究開発のアウトカムは波及効果（インパクト）に至る経路の中間段階に位置付けられ、インパクトの分類に沿ってその特徴を抽出できる。本調査では、経済産業省技術評価指針に基づく標準的評価項目「追跡調査」における波及効果に関する評価項目・評価基準に基づき、さらに若干の項目を追加してアウトカムとインパクトを具体的に抽出し整理した。なお、インパクトという概念は、基本となるモデルや概念的枠組みに基づいて論理的に定義されているわけではなく、経験的、便宜的に2～7のカテゴリーに分類され、使用されており、必ずしも網羅性が保証されていないことに注意する必要がある。

3-2-2. アウトプットからアウトカムに至るプロセス： アウトカムは、産総研のアウトプットが他機関に利用され初めて産み出されることから、アウトカム創出は研究機関の意思や努力だけで

なく、外部関係者の価値観に大きく依存することになる。そのため、技術移転、市場化に向けたマネジメントなど、研究開発以外のプロセスも研究開発活動と同様に重要な役割を果たす。アウトプットからアウトカムに至るプロセスを詳細に調査し、プロセスをモデル化するとともに、アウトカム創出に有効な要因を分析した。

3-2. 調査方法

調査方法は、内部関係者の面談調査、外部関係者の面談調査、補足調査と文献調査という3段階で進めた。

4. 調査事例1：薄膜シリコン太陽電池

1970年代後半からアモルファスシリコン太陽電池に関する研究が旧電総研を中心に活発に進められ、日本における太陽電池産業の隆盛に大きく寄与した。研究経過の詳細な調査からアウトカムとインパクトを抽出・整理し、旧電総研の果たした役割を明らかにした。波及効果の種類毎にアウトカム成果とインパクトをまとめると表1のようになる。なお、紙面の関係上、間接アウトカムとインパクトを同一のカラムに示した。

表1 薄膜シリコン太陽電池研究のアウトプット、アウトカム、インパクトの整理

アウトプットの整理		アウトカム、インパクトの整理			
定性的アウトプット	一般化されたアウトプット定量指標	波及効果の種類	アウトカム	間接アウトカム+インパクト	一般化されたアウトカムの定量指標
1. 技術開発	特許数 (基本特許数) 海外特許数 論文数 学会発表数 共同研究件数 技術指導件数	研究開発力向上 (学術貢献)	・太陽電池研究の拡大・進展 ・研究手法の利用による研究の加速	・研究開発人材の育成 (リーダーの育成) ・人材の輩出 ・委員会の設立	・論文引用数 ・共同研究者数 ・技術指導者数 ・関連学会委員就任数 ・関連研究者数の増加率
1-1 アモルファスシリコン膜製造技術		技術波及 (産業技術貢献)	・アモルファスシリコン太陽電池の工業化への寄与 (高効率化、信頼性向上、低コスト化)	・電池研究の重点化 (研究分野の絞り込み) ・電池研究の加速 (評価技術・診断技術の利用) ・LCD、FEDなどのデバイス開発技術への応用	・特許料収入 ・実施特許件数 ・民間共同研究者数 ・技術指導研究者数 ・共同特許出願数
1-2 プロセス診断・制御技術		政策へのフィードバック (政策貢献)	・サンシャイン計画における基本計画策定 (アモルファスシリコン太陽電池)	・ニューサンシャイン計画の立案寄与 ・新エネルギー政策の立案寄与	・大型プロジェクト立案・採択数
1-3 工業的製膜技術		経済効果 (産業貢献)		・アモルファスシリコン太陽電池製品の上市と販売 ・表示素子の販売	・販売数量(寄与度) ・市場占有率(寄与度) ・波及製品の販売量(寄与度)
2. 技術基盤インフラ		国民生活・社会レベルの向上 (社会貢献)		・化石燃料消費量の削減 ・化石燃料由来温室効果ガス削減 ・エネルギー自給率向上	
2-1 評価法の開発		国際貢献		・ICAMSでの招待講演、 ・PVSECなどの国際委員会の立ち上げ、運営	・海外研究者受け入れ数 ・国際会議開催数 ・海外との共同研究数
2-2 評価機器の開発、整備					
3. 技術移転					

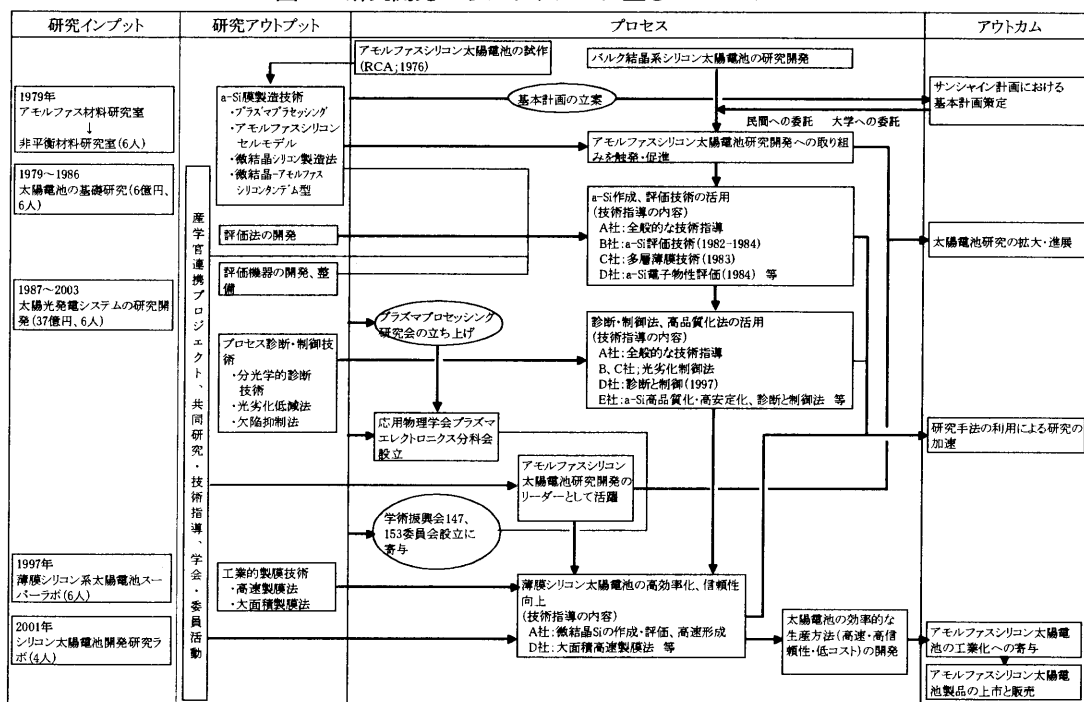
ICAMS: International Conference on Amorphous and Microcrystalline Semiconductors
PVSEC: International Photovoltaic Science and Engineering Conference

薄膜シリコン太陽電池の研究がアモルファス太陽電池の工業化へ直接的に寄与しただけでなく、研究人材の育成、LCD や FED などのデバイス開発への目的外の波及、など多方面に広く伝搬していったことを示している。特に、企業関係者からは、研究リーダーの育成という点で企業の研究レベルの向上に果たした役割の重要性を指摘する声が大きかった。

アウトプットからアウトカムに至るプロセスを詳細に調査した結果の一部を図2に示す。プロセスの調査から、アウトカム創出に向けた有効要因を抽出した。それらは以下のようにまとめることができた。

- 1)産業・社会動向：エネルギー政策の変化。
地球温暖化への意識の高まり
- 2)アウトプットの特徴：プラズマプロセッシングを用いた高品質な薄膜製造技術
新規な性能評価技術の開発
- 3)産総研内部での製品化マネジメント：
製品化に向けた技術フォローアップ（工業的製膜技術）
積極的な研究成果の普及と技術移転
国家プロジェクトの立ち上げと先導
- 4)外部機関におけるマネジメント：
意欲的な企業の参加
研究開発と協調した太陽電池の普及施策

図2 研究開発からアウトカムに至るプロセス



5. その他の調査事例

同様な調査を他の事例についても行っているが、詳細説明は学会で行う。

参考文献

- 1)産業技術総合研究所技術情報部門、(株)三菱総合研究所「産業技術総合研究所におけるアウトカム事例調査(1)」2004年4月。
- 2)同上「産業技術総合研究所におけるアウトカム事例調査(2)」2004年9月。