

## □ 국가연구개발사업의 경제적 효과 추정방법론

### 1. 경제적 효과 추정 기본 방향

국가연구개발사업 예비타당성조사에서 경제적 효과 분석은 국민 경제적 효과와 투자적합성을 분석하는 핵심적인 조사과정으로서, 기본적으로 국가연구개발사업 예비타당성조사 운영지침에서 정의하고 있는 사업유형(도전·혁신형, 성장형, 기반조성형)에 따라 비용편익분석기법(Cost-Benefit Analysis), 비용효과분석기법(Cost-Effectiveness Analysis)을 이용할 수 있다. 사업유형별 적용방향은 다음과 같다. 도전·혁신형 사업의 경제적 효과 추정은 비용효과 분석을 우선적으로 검토하되, 대체시장이 구체적이거나 편익추정에 활용 가능한 정보가 충분할 경우에는 비용편익분석을 실시할 수 있다. 성장형 사업의 경우는 비용편익분석을 기본적인 방법론으로 채택하여 분석하되, 비용편익분석이 적합하지 않다고 판단되는 사업의 경우에는 비용효과분석을 실시할 수 있다. 기반조성형 사업의 경우는 사업 특성에 따라 비용편익분석과 비용효과분석을 선택하여 분석할 수 있다.

### 2. 국가연구개발사업의 편익 추정방안

#### 가. 편익 추정의 원칙

건설사업에 대한 예비타당성조사에서는 장래의 불확실한 계획을 분석에서 제외함으로써 수요예측의 정교함을 확보하려 하나, 연구개발사업에서는 내재된 불확실성의 제외가 현실적으로 어렵다. 또한 연구개발사업의 편익은 기능을 구현하는 유형의 산출물이 있는 건설사업과 달리 사업 종료시점 이전부터 발생할 수 있다는 특징이 있다. 기존에 진행되어 온 국가연구개발사업들이 사업 종료시점을 미리 설정하지 않고 계속사업으로 진행될 수 있고 추진 중간단계에 진행과 성과를 근거로 지속이나 예산 규모 조정을 위한 판단이 가능하며, 경우에 따라서는 소규모로 시행하여 그 효과성에 따른 후속 활동을 결정하는 일종의 정책 실험(policy experiment)이 용이한 것도 이러한 특성에 기인한다. 따라서 연구개발사업에 대한 편익 추정과정에는 불확실한 정보와 다수의 가정이 적용될 수밖에 없으며, 이를 감안하여 최종 결과에 반영해야 한다.

편익 추정의 방법으로는 편익의 항목과 범위를 세분화해서 추정한 뒤 이를 모두 합산하는 상향식(bottom-up) 접근법과 세분화하지 않고 전체의 관점에서 분석하는 하향식(top-down) 접근법이 있다. 상향식 접근법과 하향식 접근법을 모두 적용하여 각각 편익을

추정한 후 비교에 의한 조정을 거치는 것이 이상적이거나, 연구개발부문 예비타당성조사에서는 우선적으로 상향식 접근법을 적용하고 이러한 세분화에 제약이 클 경우에 하향식 접근법을 적용한다. 어느 경우이든 간에, 편익 추정과정에 적용되는 가정, 즉 편익 회임기간으로 인한 투입과 편익 발생시점의 차이, 편익기간, 편익항목의 범위, 편익 수혜집단의 범위 등 불확실한 사항의 적절한 처리를 위한 모형 및 가정의 적용은 필요하다.

연구개발부문 예비타당성조사에서는 직접적 편익만을 해당 사업의 편익으로 반영한다. 직접적 편익이란 사업목표와 부합하면서 사업의 결과로부터 직접적으로 얻어지는 편익을 의미한다. 따라서 사업의 목표를 명확히 파악하고 사업의 수혜자를 식별하는 것이 편익 추정의 첫 단계이며, 그 다음으로 기준선 분석을 통해 해당 사업의 시행 유무(with or without)에 따른 상황을 정확히 파악하는 것이 필요하다. 연구개발사업의 직접적 편익은 신제품 개발, 생산성 증대, 품질 개선, 비용 저감 등 여러 가지 형태로 나타날 수 있다. 직접적 편익의 범주를 정할 때에는 각 연구개발사업의 사업계획서에서 목표로 제시한 것과 관련된 편익만을 추정의 대상으로 하는 것이 현실적이다. 하지만 A사업과 B사업이 분야만 다르고 본질적으로 유사한 사업인데 A사업의 사업계획서에서는 한 가지 목표만 제시한 반면에 B사업의 사업계획서에서는 두 가지 목표를 제시한 경우, 각 사업계획서를 기준으로 목표를 인정할지, 아니면 B사업의 사업계획서를 기준으로 목표를 고려할지의 문제가 발생할 수 있다. 따라서 사업계획서의 포함 여부와 무관하게 해당 편익이 직접적인 것이라면 예비타당성조사 연구진은 추정 대상에 포함하여 경제성 분석에 반영하는 것이 바람직하다.

연구개발사업의 편익은 원칙적으로 연구개발활동의 결과로 직접적으로 나타나는 모든 긍정적 효과를 의미하며, 미시적 수준에서 긍정적 효과를 구분하여 추정한 후, 거시적 수준에서 각각의 긍정적 효과를 적절하게 합산해야 한다. 연구개발사업으로 인해 혜택을 얻는 경제주체를 크게 소비자(또는 가계)와 생산자(기업 또는 산업)로 구분한다면, 소비자에게 발생하는 편익은 지불의사액(willingness to pay, WTP)의 관점에서 평가하고, 생산자에게 발생하는 편익은 부가가치(value-added)의 관점에서 평가하는 것이 적절하다. 수혜의 대상을 소비자와 생산자로 뚜렷하게 구분하기 어려운 경우는 국가 전체적 관점에서의 가치창출액으로 평가하거나 정성적으로 평가할 수 있다. 각각 추정된 편익을 합산할 때는 이중계산의 문제는 없는지 또는 누락된 부분은 없는지 주의 깊게 살펴야 한다. 연구개발사업의 편익은 사업마다 상이하며, 동일한 종류의 사업이더라도 투자규모에 따라 달라질 수 있기 때문이다.

편익이란 용어는 원래 경제학에서 정의하는 것이므로 편익 추정은 원칙적으로 경제학적 방법에 근거해야 하는데, 경제학적 방법을 적용하기 위해 많은 시간과 비용이 소요되거나 여러 여건상 적용하기 어려운 경우 대용 가능한 방법을 적용할 수 있다. 연구개발사업의

편익을 추정하기 위해서는 원칙적으로 수요곡선 접근법이나 부가가치 접근법과 같은 경제학적 방법론에 근거해야 하지만, 경우에 따라서는 이것이 용이하지 않거나 불가능할 수 있다. 이런 경우에는 국내외 분석사례를 참고하여 해당 상황에 맞게 조정하는 편익이전(benefit transfer)<sup>1)</sup> 작업이 필요할 수 있다. 예를 들어 외국에서 측정한 편익을 구매력지수와 분석시점 등을 종합적으로 고려하여 국내 상황에 맞게 조정할 수 있으나, 이러한 방법은 왜곡된 결과를 초래할 수 있어 주의를 요한다. 만일 편익이전도 용이하지 않다면 대체비용 접근법을 이용하여 추정한 편익의 활용을 고려할 수 있다.

## 나. 편익항목의 구분

연구개발부문 예비타당성조사에서 연구개발사업의 편익으로 인정되기 위해서는 그 효과가 해당 사업의 핵심 목표와 부합하며 사업의 결과로부터 직접적으로 발현되는 것이어야 한다. 이러한 편익은 크게 정(positive)의 편익인 가치창출 편익과 부(negative)의 편익인 비용저감 편익으로 구분할 수 있다.

가치창출 편익은 연구개발사업의 결과로 소비자의 후생을 향상시키거나 사업의 산출물이 시장을 통해 거래됨으로써 새롭게 부가가치를 창출하는 것을 사업의 목적으로 할 때 반영할 수 있는 편익항목이다. 가치창출 편익은 성과의 수혜 대상에 따라 소비자 중심 편익과 생산자 중심 편익으로 나눌 수 있다. 소비자 중심 편익은 연구개발사업의 효과가 소비자에게 영향을 주는 경우로서 후생경제학에 근거를 둔다. 연구개발사업의 결과로써 신규 시장 창출하는 것은 아니더라도 사업의 성과물이 국민에게 기존에 없던 새롭고 긍정적인 효과를 부여하면서 그 효과를 화폐가치로 계량화할 수 있다면 소비자 중심 편익을 반영할 수도 있다. 만일 시장가치로 계량화할 수 없다면, 진술선택접근법 등을 사용할 수 있다. 반면 생산자 중심 편익은 연구개발사업의 효과가 생산자에게 영향을 미치는 경우에 반영되어야 한다. 생산자 중심 편익의 대표적인 추정 방법으로는 사업을 통해 새롭게 개발된 산출물이 상용화되어 시장에서 거래됨으로써 발생하는 부가가치의 증가분을 바탕으로 편익을 추정하는 시장수요접근법이 있다.

비용저감 편익은 연구개발사업을 통해 개발된 기술을 적용함으로써 특정 분야에서 기존의 비용 소요가 감소될 수 있는 경우 유효하다. 예를 들어 공정기술의 개선·개량 또는 새로운 공정기술 개발을 통해 기존의 생산과정의 비효율이 제거 또는 저감되거나, 투입 요소 대체 등을 통해 생산의 효율성이 증가하여 동일한 산출의 소요 비용이 기존에 대비 저감되

---

1) 편익이전 기법에 대해서는 한국환경정책평가연구원(2007)을 참조.

는 경우의 생산비용저감 편익이 대표적이라고 할 수 있다. 피해비용저감 편익은 연구개발 사업을 통해 개발된 기술을 적용함으로써 기존에 재난·재해, 사고, 질병 등으로 인해 발생 하던 피해비용을 저감할 수 있는 경우에 해당된다.

연구개발부문 예비타당성조사의 편익항목은 <표 5-41>과 같이 구분될 수 있으며, 편익이 중복 산정되지 않도록 해당 사업의 목표 및 수혜자, 사업의 범위, 내용 및 결과에 부합하는 직접적 편익으로만 편익항목을 설정해야 함에 유의할 필요가 있다. 이를테면 고려 중인 편익이 간접적인 경제적 효과는 아닌지, 비용과 편익의 범위가 일치하는지<sup>2)</sup> 등을 확인하여 편익항목의 오류를 범하지 않도록 한다.<sup>3)</sup>

<표 5-1> 연구개발부문 예비타당성조사의 편익항목 구분

구분	세부 편익항목	설명
가치창출 편익	소비자 중심 편익	연구개발사업의 효과가 소비자에게 영향을 주는 경우, 후생경제학에 근거
	생산자 중심 편익	연구개발사업의 효과가 생산자에게 영향을 주는 경우, 시장수요접근법이 대표적
비용저감 편익	생산비용저감 편익	자원비용, 공정비용, 연구장비 사용비용, 출장비용 등 각종 생산비용의 저감
	피해비용저감 편익	재난·재해, 사고, 질병 등으로 인해 발생하는 피해비용의 저감

#### 다. 편익 추정방법의 선택

연구개발사업은 사업 추진과정 및 예산 집행에서의 변동, 목표 달성 및 실제 편익 발생의 가능성, 환경 변화 등 다양한 불확실성으로 인해 사전에 편익을 추정하기 어렵다. 특히 건설사업과 대비 연구개발사업의 유형은 매우 다양하며, 일부 사업은 각기 다른 목표를 지향하는 활동들을 포괄하여 하나의 사업을 구성하는 경우도 존재하므로 편익 추정의 복잡도 역시 높다. 예비타당성조사 연구진은 편익항목과 추정방법을 선택하되, 편익항목의 식별은 부처가 제출하는 사업계획에 따라 세분하는 것을 기본으로 하여야 한다. 보다 근본적으로는, 사업계획의 구체화에 의한 명확한 목표 제시가 확인되어야 편익 추정의 착수가 가능하다. 한편, 편익의 추정방법은 사업목표가 무엇인지, 사업목표 달성으로 인한 수혜 대상이

2) 해당 편익 창출을 위한 비용 투자가 사업에 포함되어 있는지 검토.

3) 조재혁(2016).

누구인지, 평가하고자 하는 편익이 무엇인지, 가용한 자료가 얼마나 있는지 등에 따라 다르므로, 사업의 특성과 자료의 한계를 고려하여 다양한 편익 추정방법 중 최선의 방법을 택하여야 한다.

[그림 5-9]는 편익항목에 따른 편익 추정방법의 선택과정을 도식화한 것이다. 예비타당성 조사에서 경제성 분석의 기본적인 방법론은 비용편익 분석이므로<sup>4)</sup>, 우선적으로 [그림 5-9]의 과정을 통해 해당 사업의 효과를 가장 적절하게 대변할 수 있는 편익항목과 편익 추정방법을 선택할 수 있다. 그러나 사업의 효과를 대변하는, 화폐가치로 계량화된 편익을 구하기 어렵고, 사업의 목표, 수혜자, 내용 등을 고려할 때 비용편익 분석이 적절치 않다고 판단되는 경우에는 비용효과 분석을 검토해야 한다.



[그림 5-1] 연구개발부문 예비타당성조사의 편익 추정방법 선택과정

연구개발부문의 예비타당성조사의 편익 추정은 '사업 분석 → 편익항목 도출 → 자료의 가용성(可用性, availability) 확인 → 편익 추정방법의 선택 → 항목별 수요(시장) 또는 비용 도출 → 가치 계산'의 과정을 거친다. 사업을 면밀히 분석하여 사업목표와 수혜자를 명확히

4) 기획재정부(2016a).

식별하고, 사업의 핵심목표 및 수혜자와 일관성이 있으면서 사업의 직접적인 효과를 편익 항목으로 선정한다. 예비타당성조사 연구진은 해당 편익의 추정에 사용될 자료를 최대한 확보하기 위해 노력하며, 자료의 가용성에 따라 편익 추정방법을 선택한다. 사업의 성과와 직접 관련되는 수요/시장 자료 또는 비용 자료의 확보가 어려운 경우, 유사(대리)시장의 존재를 확인하고 이에 대한 자료를 확보하여 편익을 추정한다. 이러한 편익 추정에 사용되는 수치와 모수(parameter)들은 객관적인 자료에 근거하여 충분한 신뢰성을 갖춰야 한다. 편익 추정을 위한 충분한 자료의 확보가 어려울 경우 진술선호접근법(stated preference)을 적용할 수 있으나, 진술선호접근법의 적용은 해당 연구개발사업에 대한 객관적이고 적절한 설문 구성이 가능한 경우로 엄격하게 제한되어야 한다. 이상과 같은 절차를 통해서도 적절한 편익 추정방법을 선택하지 못하였다면, 다른 편익 추정방법론을 고려하거나 비용효과 분석의 검토로 이행할 필요가 있다.

## 라. 편익 추정 시 필수 고려사항

### (1) 기초자료

국가연구개발사업의 편익 분석은 국가통계자료를 기본(reference)으로 하여야 한다. 국가승인통계자료를 사용함으로써 출처가 다양한 자료로 인해 야기될 수 있는 일관성 저해를 최소화할 수 있다. 국가연구개발과 관련된 논문과 특허에 대한 사항은 국가연구개발을 수행하고 있는 부처·청과의 연계를 통해 과제, 인력, 장비·기자재, 성과 등 국가가 진행하는 연구개발사업정보를 서비스하는 국가과학기술지식정보서비스<sup>5)</sup>의 자료를 사용하는 것을 원칙으로 한다.

다만, 예비타당성조사 목적에 적합한 사업별 세부자료가 구축되어 있으며 연구진이 국가통계자료 및 국가과학기술지식정보서비스의 자료 대신 해당 자료를 활용하는 것이 적합하다고 판단하는 경우는 해당 자료를 사용하는 것이 가능하다. 다만 이러한 자료들에 대한 공신력 및 적합성에 대해서는 예비타당성조사 연구진이 별도로 분석할 필요가 있다.

### (2) 분석 범위 설정

편익 분석의 범위로써 시간적 범위와 공간적 범위, 그리고 편익의 직접적 수혜자를 설정하여야 한다. 시간적 범위의 경우 조사의 일관성을 기하기 위하여 비용 및 편익 추정의 기준은 「국가연구개발사업 예비타당성조사 수행 총괄지침」에 따라 해당 사업계획의 조사 착

---

5) 'National Science & Technology Information Service'의 약자임.

수 직전 연도 말로 설정한다. 분석기간으로는 사업 수행기간, 편익 회임기간, 편익기간을 설정한다. 사업 수행을 통해 영향을 받는 공간적 범위는 연구개발투자 효과의 비배제성을 반영하여 전국 단위를 기본으로 설정하여야 한다. 과학기술적 타당성 분석에서도 언급된 바와 같이 직접적 편익의 범위를 설정하기 위해서는 수혜자의 표적화가 선결되어 있으며 수혜자 표적화는 적절해야 한다.

### (3) 기준선 설정<sup>6)</sup>

사업 시행으로 인한 효과를 분리·분석하기 위해서는 사업 시행 유·무에 대해 각각의 효과를 분석하고 비교하여 양자의 차이를 도출해야 한다. 기준선 분석은 신규 사업의 타당성 여부 판단을 위한 기준을 설정하는 작업이므로, 예비타당성조사 연구진은 가용자료와 전문가 견해를 포괄한 합리적인 기준선을 설정하기 위하여 세심한 주의를 기울여야 한다.

기준선은 현재와 비교하여 아무런 변화가 없는 상태가 아닌 사업이 시행되지 않을 경우의 상태를 의미한다. 일반적으로 기준선은 자료에 근거한 하나의 경제사회적 상태로, 복수의 시나리오 구성이 가능한 경우 시나리오 간 비교를 통하여 설정할 수도 있다. 즉, 적절한 단일 기준선을 설정할 수 없는 경우 복수의 기준선이 허용될 수도 있으나, 자료에 근거하지 않는 입력변수의 단순 변화에 의한 복수의 기준선 설정은 의사결정에 기여하는 바가 높지 않아 지양하는 것을 원칙으로 한다.

연구개발사업의 예비타당성조사 과정에서 기준선 설정을 위하여 고려할 사항을 요약하면 <표 5-42>과 같다.

<표 5-2> 연구개발부문 예비타당성조사에서 기준선 분석 시 준수해야 할 사항

준수 사항	설명
사업 추진을 통해 해결되는 문제를 중심으로 현재와 미래의 상태에 관련된 경제사회적 변수들을 구체적이고 명료하게 제시할 것	사업 수행을 통해 해결하려는 문제에 대한 구체화와 해결되는 정도의 정량적인 제시, 현재의 상태, 문제가 해결되는 과정에 대한 사항, 사업추진 과정과 결과물에 의해 영향을 받는 주체들에 대한 사항을 중심으로 기술
분석을 위한 모든 변수들을 구분하여 정량값을 제시할 것	예비타당성조사 연구진은 사업 시행과 미시행인 경우의 비교 분석을 수행해야 하므로, 이 과정에서 필요한 변수들의 식별은 결과의 엄밀성 확보를 위해 필요

6) 미국 환경보호청(EPA)의 규제영향분석 사례를 참고하였음.

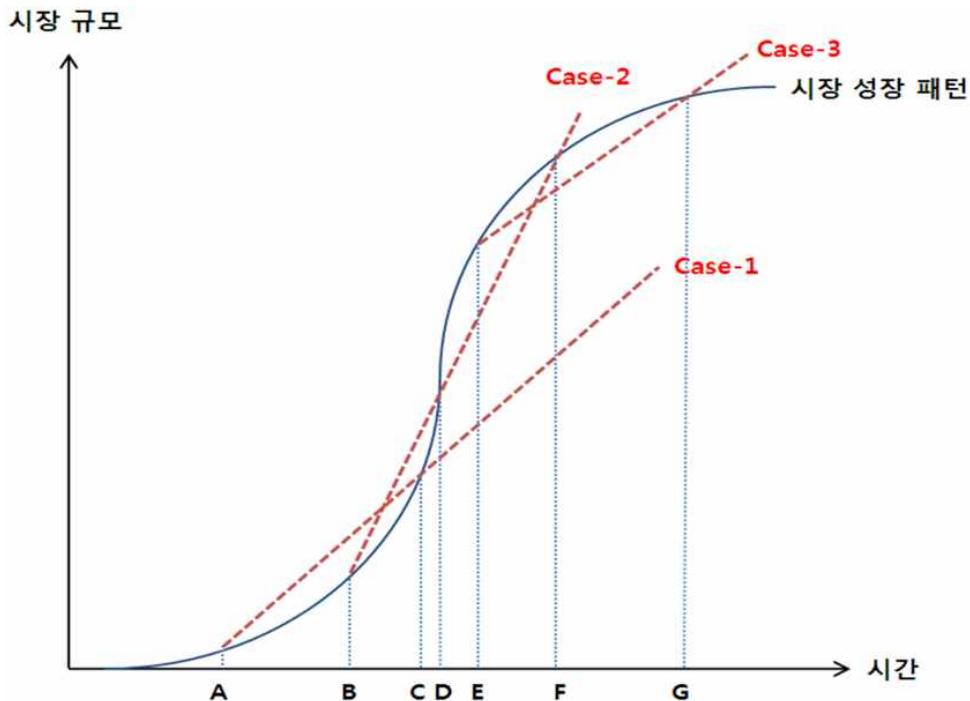
준수 사항	설명
기준선 구체화를 위한 노력의 수준을 적절히 결정할 것	기준선에 대한 분석은 확보된 자료를 토대로 자료를 연결시키는 모형을 적용하고 이 과정에서 자료가 확보되지 않은 부분에 대한 적절한 가정 도입으로 진행됨. 즉, 자료의 수준, 모형의 수준, 가정의 수준 등이 기준선 분석결과의 수준을 결정하게 되므로 구체화를 위한 노력의 수준을 예비타당성조사 기간과 재원의 범위 내에서 설정
기준선의 상태를 구체화하기 위한 모든 가정들을 명시하고 구체적으로 설명할 것	기준선 분석은 현재 상태 및 미래에 대한 예측분석이므로 확보가 어려운 사항과 관계에 대한 가정이 필수적으로 수반됨. 예비타당성조사 연구진은 분석에 적용된 가정의 목록을 제시하고 수치를 명시함으로써 기준선 분석결과의 재현성을 확보해야 함. 적용된 가정과 더불어 경쟁기술의 발전 추이, 해당 기술의 요소 중 불확실한 부분 등과 같이 논의를 통해 제외되는 가정도 있게 되는데 제외의 이유를 구체적으로 보고서에 명시
시간 기준으로 기준선을 설정하는 시점과 종료시점을 구체적으로 제시할 것	예비타당성조사 기준선 분석의 시점은 사업 착수 시점이며 종료시점은 경제적 타당성 분석의 기간과 동일함. 종료시점의 설정은 사업 추진을 통한 효과 발생의 지연 및 지속과 관련된 사항임
기준선 설정의 과정에서 불확실한 모든 요인에 대해 상세히 기술할 것	불확실한 요인을 명확히 제시하고 가정에 따른 민감도 분석결과를 제시
조사 대상사업의 경제적 타당성 분석과정에서 기준선에 적용된 가정들을 적용할 것	경제적 타당성 분석에서 다수의 시나리오를 비교하는 경우, 비용효과 분석에서 다수의 대안을 비교하는 경우에 있어서 기준선은 동일하게 적용

#### (4) 미래 시장규모의 예측

제품수명주기 이론에 따르면, 일반적으로 새로운 기술에 의해 시장은 도입기, 성장기, 성숙기, 안정기(또는 쇠퇴기)의 네 단계를 거치면서 S자 형태로 성장한다. 대부분의 경우 처음 시장에 출시되고 성장하여 안정기에 접어들 때까지 성장률은 정률을 유지하지 않으며, 시장 성장률이 시간이 지남에 따라 점차 증가하다가 다시 감소하는 형태를 보이게 된다. [그

림 5-10]에 도시한 바와 같이 연구개발사업과 관련된 시장의 생애주기가 초창기(태동기) 또는 성장기에 해당되는 경우, 미래시장규모의 과대 또는 과소 추정 가능성이 있으므로 유의할 필요가 있다. 즉, 연구개발사업이 종료되는 미래 시점이 기술수명주기, 시장생애주기 또는 기술수명의 어느 단계 또는 시점에 해당하는지를 감안하여 시장규모를 추정해야 한다.

과거 또는 최근의 시장 데이터가 확보된 경우, 성장규모 예측을 위해 연평균복합성장률(compound annual growth rate, CAGR), 이동평균법(moving average), 지수평활법(exponential smoothing), 성장 및 확산모형(growth or diffusion model), 시계열(time series) 모형, 그리고 신경망(neural network) 모형 등을 적용할 수 있다.



[그림 5-2] 시장성장패턴과 구간별 예측 시나리오

연평균복합성장률은 분석 대상사업과 관련된 시장의 최근 몇 년 동안의 성장률을 기하평균(geometric mean)한 값이다. 연평균복합성장률을 이용한 미래 시장규모 예측에 따르면, 최근 수년 간의 기하평균 성장률이 미래에도 지속된다고 가정하여 복리(compound interest rate)의 개념으로 성장률을 적용하게 된다. 그러나 이러한 가정은 안정기에 접어든 시장을 제외하면 중장기 예측 시 미래 시장규모의 과대 추정 우려가 있으며 일반적인 기술수명주기(technology life cycle) 이론과도 부합하지 않는다. 또한 연평균복합성장률을 이용하여 미

래 시장규모를 추정하는 경우에는 과거 시장 데이터의 표본추출에 따라 어떻게 연평균복합 성장률을 계산하느냐에 따른 미래 시장규모의 변화폭이 크며 따라서 획득 가능한 데이터의 수 또는 연구자의 주관적 판단에 의해 결과가 변화하는 한계점을 지닌다. 당초 연평균복합 성장률은 복수의 데이터 중 첫 값과 마지막 값을 사용하여 성장률의 기하평균값을 산출하므로 실제 시장 데이터들의 추세를 반영하는 데에도 한계가 존재하며, 데이터 중 튀는 값(spike)을 계산에 사용하면 산출된 성장률의 기하평균값이 큰 폭으로 변할 수 있다는 점도 연평균복합성장률의 사용을 주의해야 하는 이유이다. 따라서 자료 및 방법론에 대한 근거가 부족할 경우 연평균복합성장률을 이용한 미래 시장규모 예측은 지양해야 한다.<sup>7)</sup>

이동평균법은 시장 매출액 또는 판매량의 변동이 거의 없는 기존 제품 시장의 예측에 사용되며, 최근 자료들을 평균하여 잡음을 고려하지 않고 예측하는 방법이다. 일반적으로 제품수명주기에서 안정화 단계에 있는 제품/서비스의 경우 쉽게 적용할 수 있으나, 정확성이 떨어지는 것으로 평가된다. 지수평활법은 이동평균법의 문제를 일정 부분 개선한 것으로 최근 시장자료에 대한 가중치를 지수적으로 부여하여 예측하는 방법이다. 일반적으로 계절성(seasonality)이나 순환성을 고려할 수 있어 이러한 특성을 가지는 제품/서비스의 시장 예측에 유용하게 사용될 수 있으며, 특히 시장이 증가하거나 감소하는 경향이 뚜렷한 경우에 높은 예측력을 보이는 것으로 보고되고 있다.

다음으로 성장모형이나 확산모형은 중장기 예측에 높은 설명력을 보이며 잠재시장의 규모, 최대 판매 시점, 분기별 판매량(또는 시장규모) 등의 예측에 많이 사용되고 있다. 특히 성장모형이나 확산모형은 분석 대상이 신상품/서비스인 경우에 높은 예측력을 보이는 것으로 보고되고 있다.<sup>8)</sup> 그러나 성장 및 확산모형은 초기 데이터에 따라 추정 결과치가 민감하게 변화하는 단점이 있어 초기 시장 데이터의 정확성이 담보되어야 한다. 또한 초기 시장 데이터가 없는 경우에는 모형의 적용이 어렵다는 단점이 있으나, 이는 1970년대 이후 초기 시장 데이터가 부족한 경우를 위해 전문가 설문자료와 결합하거나, 유사 제품의 사례 등을 통해 잠재시장의 규모를 외생적으로 투입, 또는 컨조인트 분석을 통해 소비자 선택확률을 확산모형에 반영하는 모델들이 개발되어 이러한 문제점은 일정부분 해결되었다.<sup>9)</sup>

시계열 모형은 일반적으로 이동평균법(auto-regressive integrated moving average, ARIMA), 자기상관조건부이분산(generalized autoregressive conditional heteroskedasticity, GARCH)<sup>10)</sup> 등의 모형을 사용하는데, 일반적으로 시계열 모형을 사용하는 경우 데이터의

7) 최이중(2013).

8) 대표적인 성장모형인 로지스틱모형, 콤펙트모형과 확산모형인 베스모형은 이론적으로 시장 데이터가 3개만 있어도 미래 성장규모 추정이 가능하기 때문에 신제품/서비스의 예측에 많이 사용되고 있음.

9) 이와 관련하여서는 Mahajan et al.(1990), Mahajan et al.(2000), Jun et al.(2000), Lee et al.(2006)을 참조.

안정성(stability)을 확인해야 하기 때문에, 시계열 모형을 이용할 경우 최소 30~50개 정도 이상의 데이터가 필요하다고 알려져 있다. 즉, 시장 데이터가 충분한 경우에만 제한적으로 사용할 수 있는 방법이라고 할 수 있다.

신경망모형은 신경망이론에 기반하여 복잡한 변수들 간의 관계를 살펴볼 수 있어 최근 각광을 받고 있는 분석방법이다. 신경망모형은 변수들 간의 관계를 쉽게 살펴볼 수는 있는 장점이 있으나, 이들 변수가 통계적으로 유의한지를 검증하기가 어려운 단점이 있다. 또한 회귀분석의 독립변수 선정과 마찬가지로 분석 대상 제품(또는 시장 수요)과 이에 영향을 미치는 요인들을 찾기가 어려운 문제점이 있다.

일반적으로 예비타당성조사의 경제적 타당성 분석은 연구개발사업이 종료되는 미래 시점(5년에서 10년 후)으로부터 편익기간 중의 예상 편익을 추정하므로 중장기 예측으로 볼 수 있으나, 아직 시장이 형성되지 않아 시장자료가 없는 경우가 많다. 성장 및 확산모형은 중장기 예측에 높은 설명력을 보인다는 점, 초기 시장자료가 없을 경우 전문가 설문 결과와 쉽게 결합이 가능하다는 점, 대체 및 경쟁 등을 고려한 모형들이 많이 개발되어 있다는 점, 이미 경영학 및 경제학 분야에서 충분히 검증되었다는 점, 그리고 기술수명기간 이론에 기반하고 있다는 점 등에서 예비타당성조사의 미래 시장규모 예측에 유용하게 활용될 수 있다. 분석 대상 제품/서비스가 현재 안정화단계에 있는 경우에는 이동평균이나 지수평활, 연평균성장 등을 이용하여 미래 성장규모를 추정하고, 시장이 도입기이거나 성장기 초기인 경우에는 성장모형이나 확산모형을 사용할 수 있다. 이때 이동평균, 지수평활, 연평균복합성장률 등<sup>11)</sup>을 함께 사용하여 미래 예측치의 범위를 살펴보고 각각을 시나리오화하여 비교하는 과정을 통해 결과의 객관성을 높일 수 있다.

과거 시장자료를 확보할 수 없는 경우에는 유사추론방법, 전문가 설문, 컨조인트 분석, 시나리오 분석방법 등을 적용할 수 있으나, 결과의 엄밀성에 대한 논쟁의 여지가 있으므로, 예비타당성조사 연구진은 가급적 자료에 근거한 예측을 수행하도록 하여야 한다.

유사추론방법은 분석 대상 제품과 유사한 제품의 과거 시장 성장패턴을 이용하여 분석 대상의 시장규모를 예측하는 방법이다. 그러나 유사한 제품이라는 정의가 연구자와 분석자들 사이에 합의되지 않는 경우가 있으며, 융합제품의 경우에는 유사한 제품이라는 개념보다는 관련된 제품이라는 개념이 보다 적절하기 때문에 고려해야 하는 제품의 규모가 증가하는 문제가 있다. 융합제품의 경우, 관련 제품들을 선정하고 해당 제품들의 과거 성장패턴

---

10) Bollerslev(1986).

11) 예측을 위한 일반적인 방법론으로 분류되지 않지만 선형회귀모형을 기반으로 구성된 모형과 같은 다양한 모형의 적용할 수 있음.

에 기술 유사성을 중심으로 가중치를 선정하고 헤딩 가중치를 각각의 제품들에 적용하는 방법을 사용할 수는 있다. 유사추론방법의 근본적인 문제는 실제 분석 대상 제품이 참고한 제품과 유사하게 성장할 것이라는 근본적 가정의 근거의 확보가 가능한지에 대한 쟁점의 해소와 밀접한 관계가 있으며, 시장 상황과 기술의 변화를 고려하지 않는 점 역시 부가적인 쟁점으로 작용하는 경향이 있다.

전문가 설문은 현재도 제한적으로 적용되고 있으며 AHP나 델파이 기법 등을 활용할 수 있다. 델파이 기법은 여러 전문가의 경험과 직관에 근거하여 이들의 의견을 수렴해 가는 방식으로 일반적으로 시간과 비용이 많이 요구되는 반면, 정확성은 중간 정도로 평가되고 있다. 그러나 시장이 아직 형성되지 않고 유사한 과거 제품이 없는 경우 유일하게 참고할 수 있는 방법이라고 할 수 있다.

컨조인트 분석은 잠재 소비자들을 대상으로 컨조인트 설문을 실시하고 이를 통해 소비자 선택 확률을 도출하는 방식으로 실제로 잠재시장 규모 추정에 적용되기도 한다. 컨조인트 분석은 추가적으로 기술 속성의 변화에 따른 잠재시장의 규모 변화(탄력성) 등을 살펴볼 수 있어 기술개발전략 수립에도 유용한 정보를 얻을 수 있는 장점이 있다. 그러나 컨조인트 설문의 특성상 비용 소요가 작지 않으며 현재 구매 의사가 미래 실제 구매로 정확하게 연결되지 않는 경우 과대 추정의 문제가 발생하므로 설문지 구성이 까다로운 단점도 있다.

전문가 설문이나 컨조인트 분석의 근본적인 한계점은 특정 시점의 시장규모는 추정할 수 있으나, 연도별 또는 분기별 시장규모의 예측이 어렵다는 데 있다. 예를 들어, 과거 또는 최근의 시장 동향과 무관하게 10년 또는 20년 후의 횡단면 시장규모 예측이 필요한 경우 전문가 설문이나 컨조인트 분석은 유용한 방법론이 될 수 있다. 그러나 예비타당성조사에서 편익의 현재가치를 추정하기 위해서는 연도별 또는 분기별 예상 편익의 추이를 추정하고 이를 현재가치화해야 한다. 따라서 전문가 설문이나 컨조인트 분석을 이용하여 시장규모를 예측하고자 할 경우 이를 유사추론분석 또는 성장 및 확산모형과 결합하여 성장패턴을 예측하는 방법을 고려할 필요가 있다.

## (5) 편익 회임기간

연구개발사업의 편익을 추정하기 위해서는 먼저 편익이 발생하기 시작하는 시점을 어떻게 결정할 것인지를 고려해야 한다. 일반적으로 연구개발투자 이후 편익이 발생되기까지는 일정 기간을 필요로 하므로, 해당 사업으로 인한 편익이 어느 시점부터 발생될 것인지를 예측하는 것은 편익 산정을 위해 중요하다. 마찬가지로 편익 발생 시작시점으로부터 얼마 동안 해당 사업의 편익이 유효할지를 결정하는 문제도 편익 추정결과에 직접적으로 영향을

미친다. 그리고 최초 편익 발생시점과 편익기간의 결정은 편익을 현재가치로 환산하는 과정에서 할인율의 적용 정도에도 영향을 준다.

연구개발사업에 대한 투자가 이루어진 후, 경제적인 편익 또는 효과가 발생하기 전까지의 시간적 지연을 편익 회임기간<sup>12)</sup>이라고 정의할 수 있다. 일반적으로 연구개발활동으로 인한 경제적 효과가 발생하기 위해서는 기술개발의 사업화 등의 과정을 거쳐야 하므로 일정 기간 소요가 필요하며, 연구개발부문 예비타당성조사에서는 해당 편익 회임기간 동안에는 경제적 편익이 발생하지 않는 것으로 간주된다. 즉, 연구개발투자 이후 편익 회임기간이 경과한 시점을 최초 편익 발생시점으로 정의된다. 선행연구<sup>13)</sup>에서 학술적 연구가 신제품·공정의 상용화로 이어지기까지 걸리는 시간을 분석한 결과, 기존에 관련 연구가 전무하였던 기초연구<sup>14)</sup>의 경우에는 평균 7년, 기존 연구가 존재하였던 응용기술 개발<sup>15)</sup>의 경우에는 평균 6.4년이 소요된 것으로 조사되었다. 이와 유사하게 Gellman(1976)은 1953년부터 1973년 사이의 기간을 대상으로 학술적 연구와 기술혁신 간의 평균 지연시간(lag time)을 구하였으며, 분석 결과 평균 7.2년이 소요되는 것으로 나타났다.

한국개발연구원에서는 사업 주관부처가 사업계획서에 편익 회임기간을 제시하는 경우에는 이를 준용하되, 별도의 언급이 없을 경우에 기초연구는 5년, 개발·응용 연구는 3년을 기본으로 사업특성을 고려하여 반영하고 있다<sup>16)</sup>.

연구개발부문 예비타당성조사의 경제성 분석 시 편익 회임기간의 적용은 연구개발사업의 결과가 경제적인 효과를 나타내기까지의 기간을 고려하여 편익을 산출하는 것으로서 현실을 반영하는 것이다. 연구개발을 통한 시제품 개발 후 표준화/인증, 양산준비 등을 고려한다면, 편익 발생까지의 시간적 지연인 편익 회임기간을 고려하는 것이 현실적이다. 또한 연구개발사업 종료시점의 TRL 단계(기초/응용/개발)에 따라 편익 발생시점 역시 상이하므로 편익 회임기간도 이에 따라 상이하게 적용하는 것이 적합하다. 이는 모든 연구개발사업이 제품화 단계인 TRL 7단계에서 종료되는 것은 아니므로, 연구개발이 종료된 TRL 단계부터 7단계까지의 추가 연구개발기간을 포함한 편익 회임기간까지 고려하는 것이 필요하다는 논

---

12) 양희승(2010)에 따르면 '회임기간'이라는 용어는 일반적으로 시간적 지연을 나타내기 위한 용어로 R&D투자와 경제적 효과 사이의 시간적 지연에 한정하여 사용되는 개념은 아님.

13) Mansfield(1991). 학술적 연구(academic research)와 기술혁신(industrial innovation) 사이의 관계를 알아보기 위해, 7개 산업분야(information processing, electrical equipment, chemicals, instruments, drugs, metals, oil)의 76개 회사를 무작위로 추출하여 1975년~1985년 사이에 출시된 신제품·공정의 1985년 판매량 자료를 수집하였음.

14) Innovations that could not have been developed in the absence of recent academic research(Mansfield(1991)).

15) Innovations that were developed with very substantial aid from recent academic research(Mansfield(1991)).

16) 양희승(2010).

의에 근간하고 있다. 예를 들어, A기술을 개발하는 사업이 TRL 5단계에서 종료될 경우, 5 단계 이후부터 7단계 완료까지 추가 연구개발기간이 소요되며, 이를 편익 회임기간 산정에 포함해야 한다. 따라서 사업별로 추가 연구개발기간을 고려한 편익 회임기간을 적용해야 한다.

추가 연구개발기간 동안에도 추가 연구개발비용이 소요될 수 있으나, 비용 추정에 한계가 있어 수행 세부지침에 구체적으로 명시할 수는 없다. 다만 사업별 추가 연구개발비용의 반영 필요성은 존재한다. 특히, 전임상·임상시험 등이 해당 연구개발사업 내에 포함되지 않은 의약품 및 의료기기 개발사업, 후속 실증이 필요한 사업<sup>17)</sup> 등은 대규모 추가비용이 소요되므로, 이들 사업에 대해서는 추가 연구개발비용을 반드시 검토할 필요가 있다.

연구개발부문 예비타당성조사에서의 편익 회임기간은 사업 주관부처가 사업계획서에서 제시하는 경우 이를 준용하는 것을 기본으로 하되, 사업별 특성에 맞게 종료시점의 TRL 단계를 감안할 필요가 있다. 예비타당성조사 연구진은 사업 주관부처가 제시한 사업 종료시점의 TRL 단계와 조사대상 사업계획에 명시된 산출물의 수준, 그리고 외부 전문가 의견을 종합하여 조사대상 사업의 종료시점에서의 TRL 단계를 판별할 수 있다. 일단 조사대상 사업의 TRL 단계가 특정되면, 여기에 해당 사업의 고유의 특성을 감안한 추가 연구개발기간의 예상 소요와 기존 관련 문헌의 데이터, 기존 유사사례, 전문가 의견, 주관부처 의견을 종합하여 편익 회임기간을 추정한다. 만일 조사대상 사업 전체가 단일 로드맵에 의해 정의될 수 있다면 사업 종료시점으로부터 추가적인 회임기간의 소요 이후 편익이 발생하는 것으로 본다. 반면 단일 사업 내에서 상호 독립적인 복수의 기술개발이 추진되는 사업계획이 적절한 것으로 분석되었다면, 각 기술개발별로 고유의 편익 회임기간 소요 후 독립적인 편익이 발생한다고 상정할 수도 있다. 이때, 예비타당성조사 연구진은 개별 편익의 산출합이 사업의 총편익과 필요충분조건이 성립하는지에 대한 점검을 통해 편익의 과다추정 요인을 면밀하게 통제하여야 한다.

## (6) 편익기간

일종의 초기조건으로서 최초 편익 발생시점이 결정된다면, 조사대상 사업의 편익 지속기간이 경계조건으로서 정의될 수 있어야 한다. 연구개발 예비타당성조사에서는 편익의 발생 기간을 편익기간으로 지칭한다. 연구개발활동이 야기하는 경제적 효과로는 신기술 적용에 의한 생산량 증가, 기술료 수입, 비용 저감 등이 있으며, 이러한 효과들은 통상 특정 시점에서 일시적으로 발생하기보다는 다년도에 걸쳐 지속적으로 발생하는 것으로 알려져 있

---

17) 실증 플랜트 구축운영, 대규모 현장 실증시험 등의 내용을 담고 있는 사업.

다. 편익기간과 관련하여 노화준(2004)은 해당 사업을 수행함으로써 편익이 발생할 것으로 기대할 수 있는 기간을 사업의 수명으로 정의하였다. 김태윤·김상봉(2004)은 편익의 계산기간과 관련하여 일반적으로 단일 재화를 구성하는 다수 고정 자산의 평균내용연수(durable years)에 의해 결정될 수 있다고 설명한 바 있다. 이들은 일정 재화를 구성하는 고정자산의 개별투자액에 해당 자산의 내용연수를 가중평균방식으로 산정하여, 항만의 경우 약 49~50년, 공항의 경우 약 17~18년의 추정 결과를 얻었다. Mansfield(1991)는 학술연구와 이를 토대로 한 신제품(공정) 상용화의 시차(time lag)에 대한 추정 연구에서 투자시점을 기준으로 8년 후에는 사회적 편익이 더 이상 발생하지 않는다는 가정<sup>18)</sup>을 적용하였으며, 이때 조사대상 표본 기업들은 8년의 편익기간을 보수적으로 판단하였다고 언급한 바 있다.<sup>19)</sup>

연구개발사업의 경제적 타당성 분석에서 편익기간의 추정은 기본적으로 전술한 선행연구와 유사한 관점에서 접근될 수 있다. 연구개발활동을 통해 개발된 기술은 도로·철도 등의 건설사업의 결과물과는 다른 특성을 지니며, 따라서 사회간접자본 대상의 예비타당성조사 지침이 제시하는 시설물의 물리적 수명과 기본적으로 상이한 개념으로 간주되어야 한다. 연구개발사업의 예비타당성조사에서는 해당 기술의 특성을 최대한 반영했을 때의 해당 연구개발 활동의 효과의 지속 또는 유효기간을 편익기간으로 본다. 편익기간의 추정에는 전술한 다양한 방법론들이 활용될 수 있으나, 근거와 논리의 타당성을 전제로 새로운 또는 시도되지 않은 방법을 적용해볼 수도 있다. 만일 적절한 편익기간 추정 방법의 탐색이 어려운 경우, 예비타당성조사 연구진은 편익기간에 기술수명기간을 적용할 수 있다.

기술수명기간(technology cycle time, TCT)<sup>20)</sup>은 특허의 서지정보로부터 정량적으로 산출되는 지표의 일종으로, 조사대상 기술을 대변하는 특허군에서 개별 특허의 발행연도와 해당 특허가 인용한 특허들<sup>21)</sup>의 발행연도와 시차의 중간값(median)<sup>22)</sup>을 해당 특허군에서 산술평균한 값<sup>23)</sup>으로 정의된다.<sup>24)</sup> 기술수명기간은 인용특허수명과 유사하게 특허인용분석

18) Mansfield(1991)에서 편익 발생 기간이 8년이라는 가정은 보수적인 가정임을 언급함.

19) 설문지 표본에 해당되는 기업들이 응답한 편익기간의 분포에서 8년이 평균이나 긴 편이 아니라, 짧은 편이었다는 의미임. 또한, Mansfield(1991)는 '편익기간'이라는 용어 자체는 사용한 바 없음에 유의할 필요가 있음.

20) TCT(Technology Cycle Time)는 연구자에 따라 기술순환주기, 기술교체주기, 기술수명기간 등으로 다양하게 해석되는데, 본 연구에서는 용어의 일관성을 위해 기술수명기간으로 지칭함.

21) 소위 후방인용특허(backward citation patents)들과 동일한 의미임.

22) 매우 오래된 특허에 의한 과대 편향 가능성을 줄이기 위해 평균값이 아닌 중간값을 사용함.

23) 조사대상 기술은 복수의 특허가 대변한다고 보는 것이 상식적이며, 때문에 각각의 특허의 기술수명기간은 중간값의 정의상 1/2의 배수가 되어야 하나 복수의 특허에 대해 기술수명기간이 산술평균되면서 특허군의 기술수명기간은 유리수가 되는 것.

24) 예를 들어, Narin and Hamilton(1996)을 참조바람.

을 통한 기술변화 관련 측정지표로, 당초 미국 CHI(Computer Horizon Inc.) Research가 NSF의 위탁을 받아 수행한 연구에서 제안한 지표이기도 하다.<sup>25)</sup> 이렇게 산출된 기술수명 기간 값은 기술발전의 속도, 즉 혁신활동의 속도에 대한 정보를 제공함과 동시에 해당 특허에 포함된 기술의 유효수명으로 간주될 수 있다.<sup>26)</sup> 이는 연구개발사업의 목표로 제시된 기술이 편익으로 발현되는 기간은 해당 기술이 특허를 통해 권리를 보호받고 후발 특허에 의해 영향력이 사라지지 않는 기간으로 해석될 수 있기 때문이다.

인용특허수명(cited-patent life time, CLT)은 특허 데이터베이스를 분석하여 개별기술에 대한 특허의 연차별 피인용<sup>27)</sup> 빈도수를 측정, 평균인용 빈도 등의 기준치를 상회하는 기간을 수명 추정에 활용하는 방법이다.<sup>28)</sup> 여기서 특허인용빈도(frequency)는 특정 특허 그룹 내에서 개별 특허를 인용한 후행특허의 수를 의미한다. 즉 어떤 기술을 대변하는 동일한 특허군에 대해, 기술수명기간은 과거회귀적으로, 인용특허수명은 미래지향적으로 접근한 결과로도 볼 수 있다. 이와 같이 특허 등록 후 해당기술에 대한 후행기술의 인용 여부를 파악하여 이를 기술의 수명추정에 이용하는 개념은 기술 확산(technology diffusion)의 동태적 관점에서 기술의 수명을 대리할 수 있는 논리적인 장점이 있다고도 볼 수 있다<sup>29)</sup>. 실제로 유선희(2006)는 미국출원 특허 데이터베이스를 통해 20~30년간의 해당 특허를 추출하고, 이를 대상으로 통신산업 기술군<sup>30)</sup>별 인용특허수명을 추정하는 바 있다. 이 외에도 특허의 인용수를 가중치로 적용시킨 지표를 개발<sup>31)</sup>하거나 기술의 누적 특허출원빈도 정보를 이용하여 기술의 확산을 예측<sup>32)</sup>하는 등 기술의 발전이나 수명주기 예측을 위해 관련 특허의 정보를 이용하는 연구들이 수행된 바 있다.

지식경제부(2008)는 기술의 경제적 수명을 기술의 수명에 부정적 영향을 미치는 요인들이 발생하여 기술이 경쟁우위를 상실하는 미래의 시점까지의 평균 기간, 즉 특정 기술로 인한 경쟁우위의 유효기간으로 정의하였다. 이러한 기술의 경제적 수명을 추정하기 위해서

25) *Ibid*

26) 다만 기술수명기간이 특허의 수명을 대리한다기보다는 기술변화의 속도를 나타내는 지표이며, 특정 시점에서 과거의 기술들에 대한 횡단면적 정보를 제공하므로 동태성이 떨어진다는 단점이 있음을 지적하는 의견(유선희 외, 2006)도 존재함.

27) 소위 전방인용(forward citation)에 해당됨.

28) 성웅현·유선희(2007), 지식경제부(2008).

29) 유선희·이용호·원동규(2006), Lee et al.(2010).

30) Telegraphy, Telephonic communications, Pulse or digital communications, Telecommunications, Communications: directive radio wave systems and devices.

31) Trajtenberg(1990).

32) Ernst(1997).

산업재산권 법적 보호기간, 인용특허수명 지수, 기술수명 영향요인(정성적 지표)에 대한 정량화 평가지표, IT기술 로드맵 등의 여러 가지 방법이 활용되고 있다.<sup>33)</sup>

### 3. 편익 추정 방법론

#### 가. 가치창출 편익 추정

연구개발사업의 편익항목은 사업의 성격과 내용에 따라 매우 다양하므로, 사업 주관부처가 제출하는 사업계획서를 참고하여 편익항목 및 개념을 구체적으로 세분화해야 한다. 연구개발사업의 특수성을 반영하기 위한 가장 기본적인 방법은 사업별로 발생하는 편익항목을 도출한 후 이를 화폐가치로 추정하는 것인데, 계량화가 가능한 편익항목을 화폐가치로 추정하고 계량화가 불가능한 편익항목은 정성적으로 언급하거나 정책적 타당성 내의 특수 평가항목에 반영하고 있다.

과거의 연구개발부문 예비타당성조사의 편익 추정의 일부 사례에서 '투자 대비 수익률'을 가정하여 편익을 추정한 경우가 있다. 이는 수익률을 가정하여 투자의 규모에 따라 일정한 가치창출 편익이 발생할 것으로 설정하여 편익을 추정한 사례들이다. 이러한 사례들에서는 Mansfield(1991)과 같이 연구개발사업의 사회적 수익률이나 내부 수익률을 활용하였다. 그러나 사전에 정해진 수익률을 사업비에 적용하여 편익을 추정하는, 즉 투입과 편익을 연동시키는 편익 추정방법은 편익이 투입에 비례하므로 사업비가 대규모로 투입될수록 편익이 증가하는 논리적 취약성과 사업별 특성을 반영하지 못하는 한계로 인해 연구개발부문 예비타당성조사에는 적용을 지양한다.

#### (1) 소비자 중심의 편익

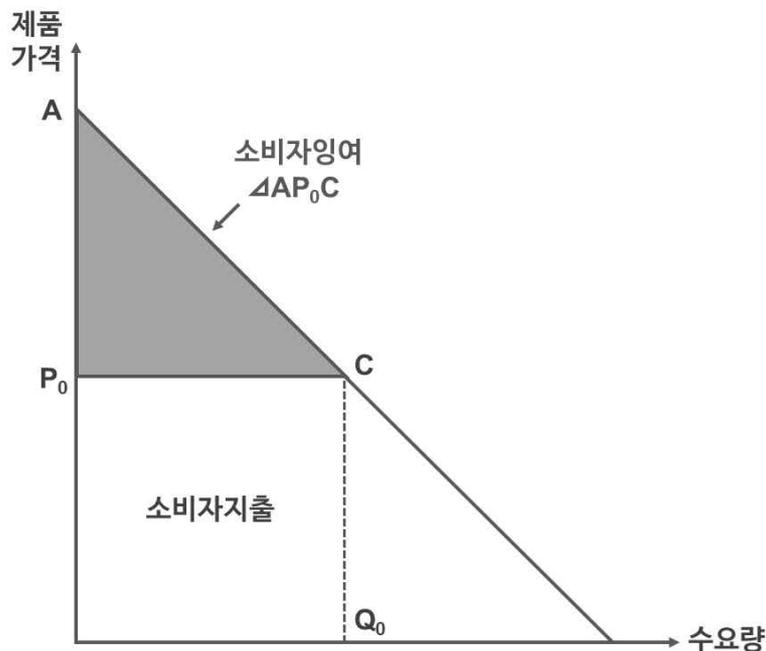
연구개발사업의 효과가 소비자에게 직접적인 영향을 주는 경우 소비자 잉여의 창출분이나 증가분을 편익으로 추정할 수 있다. 잠재적 소비자들은 연구개발사업의 산출물을 이용하여 만족감을 얻는데, 이를 화폐단위로 표현한 것을 소비자 편익 또는 소비자 후생이라고 하며 일반적으로 수요곡선 접근법을 이용하여 추정한다.

수요곡선 접근법은 산출물의 수요곡선이 도출 가능한 경우에 한하여 적용 가능한 방법으

---

33) 지식경제부(2008)에 따르면, 기술의 수명은 인용특허수명보다 크고 특허 권리 법적 보호기간보다는 작기 때문에 해당기술의 기술성, 시장성, 사업성의 평가결과를 반영하여 전문가들의 합의에 따라 그 사이의 값을 추정하는 것이 일반적임.

로, 수요곡선의 아래 면적으로 산출물의 소비자 편익을 추정한다. 일반적으로 다른 제품의 가격이 일정할 때, 관심대상 제품가격이 변하면 수요량도 따라서 변하게 된다. 만일 이 제품의 수요량과 가격의 관계를 나타내는 적절한 수요곡선을 추정할 수 있다면 수요곡선의 높이는 소비자가 한 단위의 제품을 얻기 위해 지불할 의사가 있는 최대 가격을 의미하는 한계지불의사액(marginal willingness to pay) 또는 한계편익(marginal benefit)이 된다. [그림 5-11]에서 산출물의 단위당 가격이  $P_0$  이고 수요량이  $Q_0$  일 때, 소비자가 수요  $Q_0$ 로부터 얻는 총편익은  $\triangle AP_0C$ 로 계산되며, 이를 소비자 잉여(consumer surplus)라 한다.

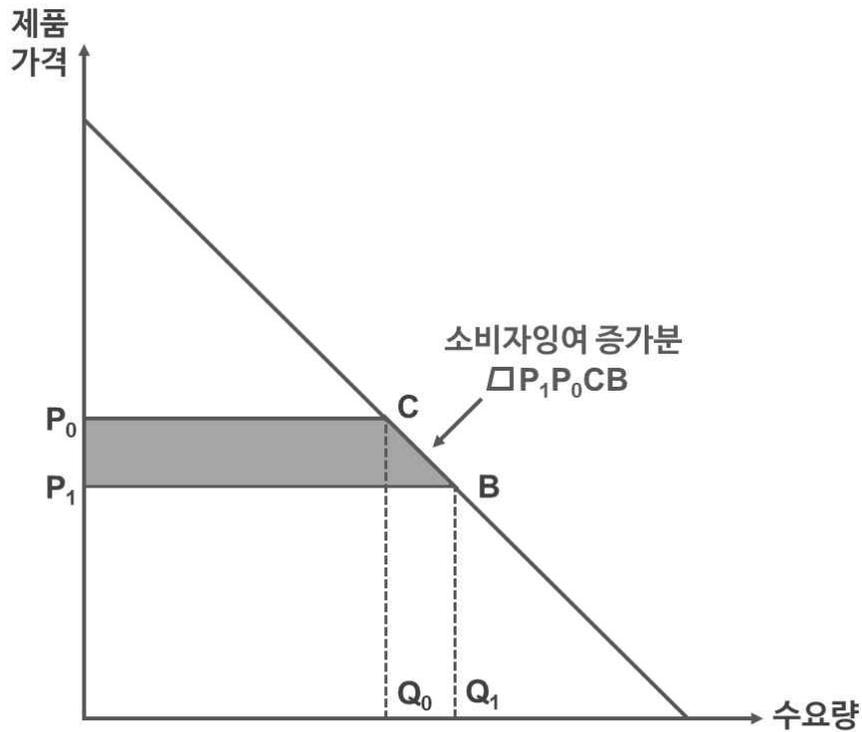


[그림 5-3] 제품에 대한 수요와 소비자 잉여

소비자 후생(또는 소비자 잉여)은 소비자가 제품을 이용하기 위해 지불하고자 하는 최대 금액의 합에서 실제 제품 이용의 대가로 지불한 금액의 차액으로 정의된다. 따라서 산출물의 수요곡선, 실제 지불된 가격과 소비자들의 수요량으로부터 소비자 후생과 소비자 잉여를 계산할 수 있다. 이때 가격  $p$ , 수요함수  $D(p)$  에 대해 시장균형가격이  $P_0$ 라고 가정하면 소비자 편익은 수식 (1)과 같이 정의된다.

$$\text{소비자 편익} = \text{소비자 잉여} = \int_{P_0}^A D(p)dp \quad (1)$$

반면, 연구개발사업의 산출물이 새로운 것이 아니라 기존 제품의 가격을 하락시킨다면<sup>34)</sup>, 소비자 잉여의 증가분을 편익으로 추정할 수 있다. 즉, 가격이  $P_0$ 에서  $P_1$ 으로 하락할 때, 소비자 잉여의 증가분은 식 (2)와 같이 [그림 5-12]의  $\triangle P_1P_0CB$ 의 면적으로부터 구할 수 있다.



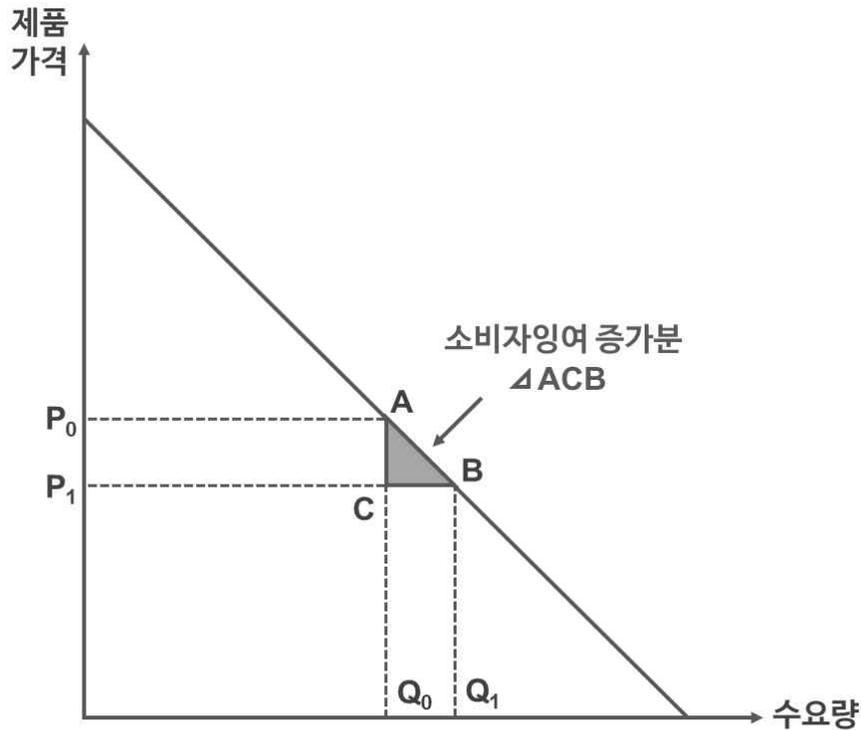
[그림 5-4] 가격 하락으로 인한 소비자 잉여의 증가

$$\text{소비자 편익} = \text{소비자 잉여} = \int_{P_1}^{P_0} D(p)dp \quad (2)$$

연구개발사업의 산출물이 새로운 것도 아니고, 기존 제품의 가격을 하락시키는 것도 아니라 기존 제품의 공급량을 늘리는 것이라면, 소비자 잉여의 증가분 및 지출의 증가분의 교집합을 편익으로 삼을 수 있다. 즉, 공급량이  $Q_0$ 에서  $Q_1$ 으로 증가할 때 소비자 잉여의 증가분은 [그림 5-13]과 같이  $\triangle ABC$ 의 면적으로 구할 수 있으며, 식 (3)이 편익으로 간주된다.

34) 예를 들어, 휴대폰 주요 부품의 국산화로 휴대폰 가격이 하락할 수 있음.

$$\text{소비자 편익} = \text{소비자 잉여} = \int_{Q_0}^{Q_1} D(q) dq - P_1 \times (Q_1 - Q_0) \quad (3)$$



[그림 5-5] 수량 증가로 인한 소비자 잉여의 증가

국가연구개발사업의 편익을 사후 분석한 연구들은 다수 보고된 바 있으나 소비자 중심 편익을 사전 분석의 방법론으로 적용하는 데에는 몇 가지 현실적인 제약이 따른다. 소비자 중심 편익은 해당 기술분야의 시장에서 도출되는 수요함수의 도출이 관건이다. 수요함수의 추정은 자료가 충분히 축적되어야 비로소 가능하며, 가능하다고는 하나 까다로운 작업이다. 특히 기존 관련 시장이나 대리시장이 존재하지 않는 경우 분석의 난이도는 대폭 증가한다. 심지어 수요함수를 도출한 이후에도 시장 가격 또는 수량의 변화 예측이 가능해야 하는데, 이 또한 별도의 가정과 모형이 충분한 근거와 논리에 의해 뒷받침된다고 하더라도 어려운 일이다. 예비타당성조사 연구진은 충분한 근거를 토대로 편익을 분석해야 함에 유의할 필요가 있다.

소비자 중심 편익을 수요함수로부터 직접 추정하기 어려운 경우 비시장적 가치에 대한 소비자 중심 편익을 도출하는 대안을 고려해볼 수 있다. 비정형성을 지니는 국가연구개발사업은 해당 사업의 편익이 비시장적 가치를 창출하는 경우가 있다. 비시장적 가치는 일반적으로 시장에서 거래가 되지 않는 재화, 즉 비시장재(non-market goods)의 가치를 의미한

다. 비시장재는 환경재, 공공서비스 등과 같은 공공재, 학술 SOC, 그리고 시장형성 이전 재화(pre-market goods) 등으로 크게 구분할 수 있다. 이러한 비시장재들은 시장의 부재로 해당 편익을 시장자료로부터 직접 구할 수 없다는 공통점을 갖고 있다. 이때 비시장적 편익은 비시장재화의 소비<sup>35)</sup>로부터 발생하는 경제적 가치로 정의될 수 있다.

경제학적 의미의 가치는 신고전학과(neo-classical)의 후생경제학에 근거하고 있다. 후생경제학의 기본 전제는 경제활동의 목적이 사회를 구성하는 개인들의 복지를 증진하는데 있고, 주어진 상황에서 각 개인의 복지 수준을 가장 잘 판단할 수 있는 사람은 자기 자신이라는 것이다. 각 개인의 후생은 자신의 시장재 소비뿐만 아니라 시장에서 거래되지 않는 비시장재의 소비에도 의존하게 된다. 예컨대 환경재의 질이나 양 변화에 대한 경제적 가치는 그 변화가 인간의 복지에 미치는 영향에 근거하고 있다는 것이다. 여기에 비사용가치(non-use value)의 근원이 되는 이타적·윤리적 관심도 포함되며, 이에 따라 국가의 위상 강화, 국민들의 자긍심 고취, 극한 상황에서의 과학자 연구활동 지원 등에 대해서도 가치를 부여하는 것이다. 비사용가치는 비시장적 가치의 핵심을 구성하고 있다.

예를 들면, 연구개발시설은 사용료의 개념으로 소비자들의 비시장적 가치를 편익으로 적용할 수 있다. 이 경우, 사용료의 객단가는 정책이나 경영 관점에서 산출된 금액이 아닌 해당 시설 이용자의 지불의사액이 반영되어 책정되어야 하며, 객단가의 추정을 위해 시설의 성격과 건립목적 검토, 국내외 유사시설의 분석자료 활용, 입지할 지역의 여건 등이 고려되어야 한다. 해외 자료를 활용할 경우, 국가의 소득규모, 국민의 선호도 차이, 문화 및 사회적 여건 차이 등이 반영되어야 국내 자료와의 비교분석이 가능해진다.

비시장적 가치의 측정을 위해서는 일반적으로 현시선호접근법, 진술선호접근법 등의 추정방법론을 적용한다. 직접적인 시장자료가 없다면 비시장재화와 연관이 있는 대리시장(surrogate market)을 찾아서 간접적인 시장을 분석하는 현시선호접근법(revealed reference approach)을 적용할 수 있다. 현시선호접근법은 사후적(ex post)·간접적 접근법이므로 적용대상의 제약이 있다. 대리시장의 정보 확보에 제약이 있을 경우, 가상의 시장을 설정하여 선호도를 조사하는 진술선호접근법을 적용한다. 진술선호접근법은 사전적(ex ante)·직접적 접근법으로 적용대상의 제약이 적다. 진술선호접근법에는 소비자에게 선호를 직접 묻는 조건부가치 측정법(contingent valuation method, CVM)과 선호를 간접적으로 묻는 컨조인트 분석법(conjoint analysis)이 있다. 진술선호접근법은 현시선호접근법에 비해 적용상의 제약이 적고, 이론적으로도 우수하나 고비용이라는 단점이 있다.

---

35) 비시장재화의 소비 주체는 크게 일반 국민으로서의 불특정 다수와 해당 연구개발 산출물을 이용하는 연구자로 구분할 수 있음.

## (2) 생산자 중심의 편익

연구개발사업의 효과가 생산자에게 직접적으로 영향을 주는 경우 생산자 잉여의 창출분이나 증가분의 개념으로 편익을 추정해야 한다. Mansfield *et al.*(1977)은 미시경제학적인 개념으로 생산자 잉여(producer surplus)를 편익의 범위로 설정하여 연구개발사업의 편익을 정의하고 추정하기도 하였다. 그러나 이러한 방법으로 생산자 중심의 편익을 추정하기 위해서는 시장에 반영되는 수요의 변화 또는 수요 함수, 가격의 변화, 그리고 혁신을 이용하여 생산자가 획득하는 기술 또는 제품 단위당 이익을 계산해야 하는 복잡함이 있다. 또한 예비타당성조사 연구진이 이러한 방법으로 생산자 중심의 편익을 추정하는 것은 현실적으로 어려운 일이다. 따라서 연구개발부문 예비타당성조사는 다른 개념의 분석 방법론을 개발하여 적용하고 있다.

재화와 서비스에 대한 경제적 가치는 사람들이 원하는 것으로부터 얻는 만족감(wellbeing)의 정도 즉, 선호(preferences)와 선택(choices)에 기초한다. 공공투자사업의 편익 추정을 위해서는 사업의 결과물과 관련이 있는 재화나 서비스에 대한 시장 수요의 추정이 필수적이다. 연구개발부문 예비타당성조사에서는 이러한 시장 수요의 추정에 의한 편익을 추정하고 있으며, 시장수요접근법(market demand approach)이라는 방법론으로 생산자 중심의 편익을 계산하고 있다.

시장수요접근법은 시장가치 창출을 목적으로 하는 다수 연구개발사업의 경제성 분석에 대표적으로 활용되고 있다. 시장수요접근법은 해당 연구개발사업의 시행에 의한 미래 시장 규모의 증가분에, 해당 연구개발사업의 기여로 창출된 직접적 편익을 한정하기 위한 다양한 변수를 고려하여 편익을 산정하는 것이다. 이와 같은 시장수요접근법의 개념을 수식화 하면 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$\text{편익} = \text{미래 시장규모} \times \text{사업기여율} \times \text{R\&D기여율} \times \text{R\&D사업화성공률} \times \text{부가가치율}$$

편익 추정과 관련하여 전술한 필수 사항들인 편익 발생시점 및 편익기간, 환율, 할인율 등 다양한 변수가 편익 추정 결과에 영향을 미칠 수 있다. 이러한 요소는 예비타당성조사 연구진이 충분한 근거와 자료를 통하여 도출해야 한다.

### (가) 미래 시장규모

미래 시장규모란 해당 연구개발사업의 결과와 직접적으로 관련된 국내 산업/제품의 미래

총생산액(또는 매출액)<sup>36)</sup>을 의미하며, 일반적으로 미래 국내 수요 중 국산품이 차지하는 규모와 해외에 수출되는 규모를 모두 포함한다. 단, 편익 추정식에서의 미래 시장규모는 특정 산업 또는 제품의 전체 시장이 아니라, 기준선 분석과 시장점유율(또는 시장대체율)의 적용을 통해 도출된 조사 대상사업과 직접적으로 관련된 시장규모만을 의미한다. 미래 시장의 범위는 주로 사업의 목표와 범위에 따라 결정된다. 즉, 해당 사업의 목표가 국내 시장에서의 새로운 제품의 매출을 통한 가치창출인 경우는 국내 시장으로 한정되며, 목표가 세계 시장 진출 또는 점유율 확대일 경우 세계 시장이 해당된다.

미래 시장규모를 예측하기 위해 활용되는 자료는 세계 시장과 국내 시장을 모두 고려하여 최대한 정교하게 분석되어야 한다. 그러나 실제로 객관적인 자료를 충분히 확보하지 못하는 경우가 많다. 따라서 세계 시장규모나 관련 제품·기술·서비스의 시장규모, 국내 시장 규모와 점유율 등 가용한 자료를 결합하여 사용할 수 있다. 여기서 주의할 사항은 편익 발생시점이 현재가 아닌 미래의 어느 시점에서의 예측이라는 점이다. 다시 말해, 이용 가능한 과거와 현재의 시장자료에 근거하여 미래 시장규모를 예측하기 위해서는 다양한 방법론을 적용할 수 있으며, 시장과 자료의 특성에 따라 적합한 방법론을 선택하는 것이 중요하다.

#### (나) 사업기여율

연구개발사업의 편익을 추정하기 위해서는 미래 시장규모의 예측뿐 아니라, 전체 시장규모에서 해당 사업에 의한 기여분을 특정하는 것이 중요하다. 편익 발생시점 이후의 시장규모는 조사대상 연구개발사업뿐 아니라 해당 사업 이전에 수행된 연구개발활동은 물론 동시대에 추진되는 연구개발활동의 성과에 의해서도 동시에 영향을 받기 때문이다. 이론적으로 사업 편익의 추정은 사업완성의 전후(before vs. after)로 파악해서는 안 되며 사업에 의한 것인가의 여부(with vs. without)로부터 파악되어야 한다(김동건, 2012). 이는 앞서 본 세부 지침에서 언급한 기준선 분석과 같은 개념이다. 이러한 개념을 반영하여 연구개발부문 예비타당성조사의 경제성 분석은 동 사업이 시행되지 않더라도 과거에 존재하였던, 그리고 기존의 연구개발투자 추이에 의해 유지 또는 확대되는 시장의 매출액은 편익 추정에서 제외하거나 사업기여율<sup>37)</sup>이라는 변수를 고려하여 편익추정 대상시장을 보정하고 있다.

새롭게 창출되는 미래 시장이나 매출액의 증가분을 바탕으로 추정되는 연구개발사업의 편익에는 조사 대상사업 외에도 과거에 추진되었거나 동시대에 진행되는 해당 기술분야의 유사 연구개발사업 및 다양한 주체들의 연구개발활동이 기여하는 편익이 포함되어 있다고 볼

36) 생산액 또는 매출액은 시장에서 형성되는 가격과 수량의 곱한 값을 기본적으로 의미함.

37) 기준선 분석의 일종이며, 타 방법 또는 개념을 적용하여 기준선 분석을 적용하여도 무방함.

수 있다. 따라서 추정된 편익을 모두 해당 사업에 의한 결과로 해석하는 것은 편익의 과대 추정을 초래하며 결과적으로 조사대상 사업에 대한 경제적 타당성의 분석 결과의 적절성을 훼손하게 된다. 따라서 조사대상 연구개발사업에 의해 창출되는 편익만을 계산하기 위해서는 대상 시장 또는 기술분야의 전체 연구개발투자 규모 중에서 해당 사업이 차지하는 비중을 고려해야 한다.

사업기여율은 미래 시점 기준의 연구개발활동 중 조사 대상사업이 차지하는 비중만을 적용한다는 개념이다. 실제로 연구개발사업의 경제성 분석을 수행하는 과정에서 해당 산업분야의 미래 편익 발생시점의 전체 연구개발투자 규모에 대한 예측자료가 입수 가능하다면 이를 활용할 수 있다. 또한 해당 산업에서 유사한 성격의 정부 투자나 민간 투자 규모에 대한 자료의 이용이 가능하다면, 이를 최대한 활용하는 것이 바람직하다.

반면, 이러한 상세 자료의 활용이 어려운 경우에는 기본적으로 한국과학기술기획평가원에서 매년 발간하는 「연구개발활동조사 보고서」에 제시된 정부와 민간의 연구개발투자 비율에, 해당 사업의 정부투자액 및 민간매칭금액을 적용하여 추산할 수도 있다. 여기에는 현재 시점에서 정부와 민간의 연구개발투자 비중이 미래 해당 시점에서도 유지될 것이라는 가정과 연구개발투자의 비중과 시장규모 창출에서의 비중이 동일할 것이라는 가정이 내포되어 있다.

이처럼 사업기여율이라는 요소는 해당 연구개발사업으로 인해 창출되는 편익을 추정하기 위해 고려되어야 하나, 사업기여율을 정량화하기 위해서는 여러 가정을 필요로 하므로 한계점 역시 존재한다. 또한 연구개발사업의 분야가 다양한 만큼 각 기술 또는 산업분야에 대한 자료도 다양하며, 자료의 선택에 따라 사업기여율의 값이 상이할 수도 있으므로 예비타당성조사 연구진은 논리적이고 객관적인 자료를 적용하기 위한 노력을 지속적으로 경주해야 한다.

#### (다) R&D 기여율

국가연구개발사업의 직접적 경제적 편익을 추정하기 위해서는 해당 시장에서 창출된 부가가치 중에서 연구개발이 기여한 정도를 고려할 필요가 있다. 즉, R&D 기여율은 연구개발성과의 상업화를 통해 부가가치가 창출되었을 때, 전체 부가가치 가운데 연구개발에 의한 기여분이 어느 정도인지를 나타내는 지표이며, 해당 사업의 경제적 가치를 합리적으로 추정하기 위해 적용한다. 창출된 전체 경제적 가치 가운데 연구개발이 기여한 몫에 대해서는 일반적으로 전문가 및 사업 수행주체의 인식에 기초한 주관적 조사를 통해 그 값이 추정되거나, 거시적 관점에서 산출된 값을 대표적으로 활용할 수 있다. 그러나 R&D 기여율

을 정량적인 근거를 토대로 세부 기술분야별로 산정하는 데에 한계가 있으므로, 거시적 관점의 R&D 기여율이 일반적으로 활용된다.

거시적 관점에서 연구개발부문 예비타당성조사의 경제성 분석에 적용하는 R&D 기여율은 중요소생산성에 대한 연구개발투자의 탄력성을 추정한 값이다. 이 값은 연구개발투자의 1% 변화에 의한 중요소생산성의 변화를 백분율(%)로 계량한 것이다. 대표적인 연구로는 미국 제조업이나 기업을 대상으로 연구개발투자의 탄력성을 추정한 Griliches(1980, 1986)이 있다. 또한 미국 이외의 국가들을 대상으로 연구개발투자의 탄력성을 추정하는 연구들도 활발하게 진행되어 왔다. Mansfield(1988)는 일본을, Niininen(2000)은 핀란드를, 그리고 Cuneo and Mairesse(1984)는 프랑스를 대상으로 분석한 바 있다. 한편 Englander et al.(1988)과 Verspagen(1995)은 여러 국가의 산업을 비교하는 연구를 수행하였으며, Coe and Helpman(1995)와 Guellec and Potterie(2001)는 OECD 국가들을 대상으로 개별 국가의 국내 연구개발투자와 중요소생산성의 관계를 분석·비교하기도 하였다.

국내에서도 연구개발투자의 탄력성에 관한 다양한 연구들이 진행된 바 있다. 송준기(1994)는 10개 제조업에 속한 150개 기업들을 대상으로 연구개발투자와 생산성의 관계를 분석하였으며, 11개 제조업을 대상으로 한 실증분석을 통해 김의제(1999)는 연구개발투자에 의한 중요소생산성의 증가율 결과를 제시하였다. 그리고 신태영(2004)과 하준경(2005)은 거시경제적 측면에서 연구개발투자의 탄력성을 추정하였다.

정확한 R&D 기여율을 도출하기 위해서는 대상 기술을 상용화하기 위해 필요한 비R&D 비용을 추정하는 것이 적절할 것이다. 하지만 이러한 자료는 획득이 어려우며 근거가 불충분한 경우가 많기 때문에 거시적으로 추정된 R&D 기여율 수치를 적용할 수밖에 없는 경우가 대부분이다.<sup>38)</sup> 다만 기존에 일반적으로 사용되는 R&D 기여율의 수치는 발표된 지 상당한 기간이 경과한 경우가 있으므로, 조사 착수 시점을 기준으로 가장 최근에 발표된 공신력 있는 수치를 적용하는 것이 적절하다.<sup>39)</sup>

#### (라) R&D 사업화성공률

국가연구개발사업을 통한 기술개발 결과가 시장에서의 경제적 효과 창출로 이어지기 위해서는 기술의 실증 및 상용화의 과정을 거치게 되는데, 이러한 과정에서 존재하는 불확실성을 반영하기 위해 R&D 사업화성공률이라는 변수를 고려한다. 기술개발이 실패할 경우나

38) 이때 유의해야 할 점은 실질적인 분석을 위해서는 예비타당성조사 대상사업의 사업비 이외의 필요한 추가 R&D비용까지 고려한 이후 R&D기여율을 적용하는 것이 바람직함.

39) 현 연구가 진행되는 시점을 기준으로 「제3차 과학기술기본계획」에서 최근 데이터를 적용하여 새롭게 구한 수치(35.4%)를 제시하였으므로 이를 활용하는 것을 권고함.

기술개발이 성공하더라도 사업화에 실패하는 경우에는 사업화성공률은 0이 된다. 따라서 이러한 사업화의 불확실성 요소를 고려하지 않고 편익을 산정하면 해당 사업의 편익은 과대 추정될 가능성이 높아지게 된다. 사업화성공률은 연구개발사업의 결과물이 시장에서의 부가가치 창출로 이어지는 과정에서 발생할 수 있는 불확실성을 반영하는 모수로서의 의미가 있으나, 연구개발사업의 다양한 특성으로 인해 일관된 적용이 적절하다고 보기 어렵다는 한계점 역시 존재한다. 따라서 정확한 편익 추정을 위해서는 연구개발사업의 특성에 부합하는 사업화성공률을 산출하기 위한 노력이 지속적으로 필요하다.

전술한 이유로 인해 특정 기관에서 발간하는 성과분석보고서를 근거로 R&D 사업화성공률을 획일적으로 적용하는 것보다는, 충분한 근거가 있다면 주관부처에서 제출하는 연구개발성과의 활용에 대한 조사·분석보고서를 활용하되, 필요에 따라 기타 자료를 활용하는 식의 접근이 적절할 수도 한다.

사업을 통해 개발되는 기술이 2개 이상의 기술분야와 관련된 경우 R&D 사업화성공률로써 특정 기술분야만의 수치를 적용하기는 어렵다. 이런 경우에는 단순 산술평균, 산업규모를 고려한 평균, 사업비 규모에 따른 가중 평균, 해당 과제 비중에 따른 가중 평균 등의 다양한 방법을 활용할 수 있다. 다만, 가급적 해당 기술에 가장 적절한 기술분야로 한정하되, 복수의 분야를 대상으로 하여야 할 경우는 가장 단순한 형태의 산술평균을 적용하는 것을 권고한다. 다만 연구진의 추가적인 분석 또는 사업 주관부처의 제출자료 등의 충분한 근거가 있다면 가중평균을 적용할 수 있다.

#### (마) 부가가치율

편익은 사업 수행으로 창출된 매출액 전체가 아닌 부가가치를 기준으로 추정되기 때문에 부가가치율을 적용해야 한다. 부가가치율은 매출액 중에서 실제 새롭게 창출된 경제적 효과가 차지하는 비율을 의미하며, 일반적으로 업종 또는 기업의 일정 기간 부가가치액을 동일기간의 매출액으로 나눈 비율로 정의된다.

부가가치율에 대한 개념과 수치는 출처에 따라 상이하며 예비타당성조사에 어떤 출처의 부가가치율을 적용해야 하는지에 대한 논의는 지속적으로 제기되어 왔다. 기존 「연구개발 부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 연구(제1판)<sup>40)</sup>」에 따르면 부가가치율은 한국은행에서 가장 최근에 발간한 산업연관표를 인용하여 적용되어야 한다. 해당 내용은 부가가치율을 적용함에 있어 한국은행의 산업연관표와 동 기관의 기업경영분석 중 어떤 자료를 사용할지에 대한 논의를 기반으로 작성되었으며, 결론적으로 산업연관표를 활용하는 것이 적절

40) 한국과학기술기획평가원(2011).

한 것으로 판단되었다. 위와 같은 결론은 기업의 생산활동에 초점을 맞춘 기업경영분석보다는 전체적인 국민경제의 해부도라 할 수 있는 산업연관표를 적용하는 것이 적절하다는 판단에 의해 기인한 것이다.

이러한 논의와는 무관하게 한국은행이 아닌 타 기관(통계청, 국세청)에서 발표하는 부가가치율에 대한 검토가 필요하다. 특히 통계청에서도 산업별 다양한 통계치를 제시하고 있으며, 한국은행의 산업연관표의 부가가치율과 상이할 수 있다. 본 세부지침에서는 각 기관 별로 정의하고 있는 부가가치율의 개념에 대하여 살펴보고, 적절한 부가가치율 설정에 대해 정리하고자 한다.

한국은행이 발표하는 산업연관표는 5대 국민계정<sup>41)</sup> 중 하나이다. 국민소득계정이 재화와 서비스의 생산으로부터 발생한 소득(부가가치)과 최종수요를 파악하려는 반면, 산업연관표는 생산과정에서 원재료 등으로 중간소비된 것까지 포괄한 모든 재화와 서비스의 생산과 그 처분을 경제활동별로 파악할 수 있도록 작성된 행렬형태의 표이다. 한국은행은 5년마다 실측표, 매년 연장표로 산업연관표를 발표하고 있으며, 여기서 부가가치의 정의는 최종산출물에서 중간투입물의 가격을 뺀 나머지 부분으로 정하고 있다. 이때, 부가가치율의 구성 항목으로는 피용자 보수, 영업잉여<sup>42)</sup>, 고정자본소모<sup>43)</sup>, 순생산세 등이 있다. 이를테면 순생산세는 생산세<sup>44)</sup>에서 보조금을 제외한 부분이다. 이러한 내용에 따른 산출식은 다음과 같다.

$$\begin{aligned}
 \text{부가가치} &= \text{총투입(총산출)} - \text{중간투입} \\
 &= \text{피용자보수} + \text{영업잉여} + \text{고정자본소모} + \text{순생산세} \\
 &= \text{피용자보수} + \text{영업잉여} + \text{고정자본소모} + \text{생산세} - \text{보조금}
 \end{aligned}$$

위와 같은 개념으로 도출한 부가가치를 기반으로 부가가치율은 총투입액 중 부가가치액

- 
- 41) 일정 기간 국민경제의 모든 구성원이 이룩한 경제활동의 성과와 국민경제 전체의 자산과 부채 상황을 정리해 보여 준 것을 말함. 기업의 재무제표에 비견되는 국가의 재무제표라 할 수 있음. 국민계정은 국민소득통계, 산업연관표, 자금순환표, 국제수지표, 국민대차대조표 등 5대 국민경제 통계로 구성됨.
  - 42) 영업잉여는 생산에서 발생한 잉여(또는 적자)로서 금융자산의 이자, 유형 비생산자산의 임료 등을 차감하기 전 소득임. (가계가 소유한 비법인기업의 경우는 순수한 영업잉여 외에 가계 구성원이 제공한 무급 노동투입의 대가가 포함되어 있으므로 혼합소득이라 부름).
  - 43) 고정자본소모는 회계기간 중 생산에 사용된 건물, 구축물, 설비, 기계 등의 유형 고정자산에 대하여 물리적인 마모나 정상적인 진부화, 훼손 등으로 발생하는 가치의 감소분을 평가한 것을 말한다. 생산자가 현수준의 생산활동을 영위할 수 있도록 지속적으로 비축하고 있는 부가가치의 일부분을 의미.
  - 44) 생산세는 생산자가 재화 및 서비스를 생산, 배달, 판매, 이전 또는 기타 용도로 사용하였을 때 동 재화 및 서비스에 대해 부과되는 조세와 기타 생산에 사용된 토지, 건물, 기타 자산의 소유 또는 이용에 대한 조세와 고용된 노동력 또는 피용자보수에 대한 조세.

이 차지하는 비율로 정의되며 다음의 식으로 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} \text{부가가치율(\%)} &= \frac{\text{부가가치액}}{\text{총투입액}} \times 100 \\ &= 100 - \text{중간투입율(\%)} \end{aligned}$$

다음으로 통계청이 발표하는 각종 통계치에서 정의하는 부가가치의 개념을 살펴보고자 한다. 통계청은 산업별 또는 지역별로 다양한 통계치를 발표하고 있다. 이러한 통계치들은 각각 부가가치에 대한 개념을 조금씩 다르게 정의하고 있으며, 산출식도 다르다. 다양한 통계치들 중 건설업조사<sup>45)</sup>(2010), 경상남도도시군단위지역내 총생산(2008), 광업·제조업조사<sup>46)</sup>(2009), 산업총조사<sup>47)</sup>(1978), 운수업조사<sup>48)</sup>(2009), 정보통신기술산업(ICT)통계<sup>49)</sup>(2010), 한국도시통계<sup>50)</sup>(2008) 등의 사례가 있다.

각종 통계자료에서 제시하는 부가가치율은 개념적으로 일부 차이가 있다. 대표적인 사례로, 산업연관표(한국은행)와 광업·제조업조사(통계청)에서는 부가가치의 기본적인 개념을 총산출액에서 중간투입비를 제한 값으로 동일하게 정의하고 있다. 하지만 일반적으로 광업·제조업조사에 의한 부가가치가 산업연관표에 의한 부가가치보다 높게 계산이 되는데, 이는 추계방식의 차이에 의한 것이다. 중간투입비 계산에 있어서 사업체 단위조사<sup>51)</sup>인 광업·제조업조사는 기업 공통의 경비에 해당하는 간접생산비가 중간투입비에서 누락되기 때문에 산업연관표보다 부가가치율이 더 높게 산출된다. 산업연관표와 광업·제조업조사의 부가가치

- 
- 45) 「건설업조사」는 건설업부문의 구조 및 활동실태 파악을 목적으로 매년 실시하는 통계조사로서, 각종 건설관련 업종을 등록하고 당해 연도에 건설 활동을 수행한 모든 기업체를 대상으로 연간 수주액과 기성액을 통계로 작성·발표.
  - 46) 광업·제조업부문에 대한 구조, 분포 및 산업활동 실태를 파악하여 경제정책 수립 및 관련 산업 연구분석에 필요한 기초자료 제공.
  - 47) 산업총조사는 광업제조업, 전기수도가스업 부분만 선별적으로 조사.
  - 48) 운수업조사는 전국에서 운수업을 경영하는 기업체를 대상으로 운수업의 구조와 분포 및 경영실태 등을 종합적으로 파악하기 위하여 매년 실시하고 있으며, 이 조사의 조사단위는 기업체이며, 본사에서 소속기관(지사, 영업소) 분을 포함하여 조사하였고, 동일 기업체내에 복수의 운수업종이 있는 경우 업종별로 분리하여 조사.
  - 49) 정보통신기술산업(ICT) 부문의 구조와 경영실적을 종합적으로 파악하여 정보통신기술산업 관련 정책수립 및 연구활동에 필요한 기초자료 제공.
  - 50) 전국 시·읍의 인구, 재정, 건설, 사회복지 및 문화 등 각 분야의 주요통계 자료를 수록하여 도시 변화양태 파악 및 도시행정을 위한 기초자료 제공 - 중앙부처, 지방자치단체, 유관기관 등에서 도시행정 수행에 활용.
  - 51) 사업체란 개개의 공장, 작업장, 사업소처럼 일정한 장소에서 단일소유권 또는 단일통제하에서 경제활동을 영위하는 경제단위를 지칭. 따라서 하나의 기업이 서울에 본사, 지방에 2개의 공장을 가지고 있다면, 광업·제조업조사에서는 지방에 있는 2개의 공장만을 조사하고 본사는 조사에서 누락시킴.

추산을 위한 항목들의 개념을 비교하면 <표 5-43>과 같다.

<표 5-3> 광업·제조업조사와 산업연관표의 비교

항목	광업·제조업조사(통계청)	산업연관표(한국은행)
총산출액	사업체 단위의 조사이므로 생산액만을 포함	생산액에 내국소비세를 별도로 추계하여 반영
중간 투입비	사업체 단위로 조사가 가능한 직접 생산비만을 계산 (예. 원재료비, 연료비, 구입전력비, 구입용수비, 외주가공비, 수선비)	모든 직·간접 생산비 모두 포함. 기업의 공통경비에 해당하는 간접생산비까지 중간투입에 포함

광업·제조업조사는 산업 단위의 조사인 것과 달리, 산업연관표는 품목 단위의 조사이므로, 특정 제품의 미래 시장규모를 파악해야 하는 예비타당성조사의 편익 추정에는 산업연관표의 부가가치율이 적절한 것으로 판단된다. 이는 광업·제조업조사에서 적용하는 조사 범위에 따라서 타 산업의 중간투입비에 대한 부분은 계산에서 누락될 수 있기 때문이다.

이러한 사항은 산업연관표를 면밀히 살펴보면 더욱 명확하게 알 수 있다. 산업연관표는 특정 산업의 중간투입뿐만 아니라 연관산업의 중간투입까지도 고려한다. 다시 말해, 투입과 수요 구조를 갖는 산업연관표는 타 산업에 의한 영향을 충분히 고려할 수 있다는 것이다. 예컨대, 하나의 기업이 여러 가지 품목을 생산하는 경우, 광업·제조업조사에서는 대표 품목에 따라 그 기업의 생산량 전체가 그 업종으로 분류되어 품목단위보다 정확성이 떨어진다 고 할 수 있다.

산업연관표는 작성 형태에 따라 다양한 형식이 있다. 크게는 공급사용표(supply and use table)와 투입산출표(input-output table)로 나누어지며, 각각의 표는 '상품 × 산업 행렬형식'의 구조로 이루어져 있다. 한국은행은 과거에는 산업연관표에 투입산출표만 작성해왔으나, 2010 기준년 실측 산업연관표 이후 공급사용표도 작성하고 있다. 이렇게 공급사용표도 작성하는 이유는 각종 산업기준 통계자료와의 연계 활용 및 새로운 국민계정체계<sup>52)</sup> 기준에 부합하기 위함이다.

산업연관표의 종류는 크게 실측표(benchmark input-output table)와 연장표(updated input-output table)로 나눌 수 있다. 실측표는 5년 단위<sup>53)</sup>로 작성되며 실측조사에 기반하여 작성된다. 또한 실측표는 작업기간이 약 3년이 소요되며, 공표시기는 작성대상년도 종료 후

52) 2008년에 UN, OECD, EU, IMF, 세계은행 등 5개 국제기구가 공동으로 개정 작업.

53) 0과 5로 끝나는 해(예. 2000년, 2005년).

3년 이내로 설정하고 있다. 연장표는 기존에는 3과 8로 끝나는 해에 연장표를 작성해왔으나 2006년부터는 매년 작성하고 있다. 연장표는 실측조사를 간소화하고 수정하는 RAS 기법(양비례조정법)<sup>54)</sup>을 이용하여 작성하고 있으며, 주요 투입계수는 협회 등의 자료를 이용하여 직접 추계하고 있다. 연장표는 작업기간이 2년이며, 공표시기는 작성대상년도 종료 후 16개월 이내이다.

한국은행이 발간하는 산업연관표는 세 가지 가격기준(생산자가격, 구매자가격, 기초가격)으로 작성되고 있다. 생산자가격은 구매자에게 청구되는 부가가치세와 유통마진(운송료)을 제외한 가격이다. 구매자가격은 공제가능한 부가가치세<sup>55)</sup>를 차감하고 지불한 운송료와 거래유통마진을 포함한 가격으로 정의되어 있다. 기초가격<sup>56)</sup>은 생산된 한 단위의 재화나 서비스에 대해 생산자가 구매자로부터 수취하는 금액에서 동 생산물의 생산 또는 판매로 인해 생산자가 납부하는 생산물세<sup>57)</sup>를 차감하고 생산물보조금을 더한 후 생산자가 구매자에게 별도로 청구하는 운송료를 제외한 가격이다. 여기서 유통마진은 화물운임과 도소매마진을 합한 값이다.

생산자가격과 기초가격에 의한 부가가치율이 상이한 부분은 계산에 포함된 개념의 차이에서도 나타난다. 생산자가격은 구매자 지불가격에서 구매자부담 부가가치세, 거래 및 운송마진을 제외한 가격을 지칭한다. 이에 비해 기초가격은 '생산자가격 - (부가가치세 제외 생산물세 - 수취보조금)'의 방식으로 계산된다. 이러한 차이에 의해서 생산자가격을 이용한 부가가치율은 '부가가치율(생산자가격) = 부가가치계(생산자가격) / 총투입액(생산자가격)'이며 여기서 부가가치계(생산자가격)는 '비용자보수 + 영업잉여 + 고정자본소모 + 생산물세 + (공제)보조금'으로 계산이 된다. 반면 기초가격을 이용한 부가가치계는 '비용자보수 + 영업잉여 + 고정자본소모 + 기타생산세 + (공제)기타생산보조금'으로 개념적으로 다르게 적용된다.

연구개발부문 예비타당성조사 시 편익 추정에 활용하는 부가가치율은 조사 착수 시점의 최신 한국은행 산업연관표의 투입산출표 중 기본부문 기초가격거래표<sup>58)</sup>를 적용해야 한다.

54) 외생부문을 직접 추계하여 중간수요계와 중간투입계 확정 후 내생부문에 대해 기준년 표에 가격지수를 반영한 잠정거래표를 작성하여 행과 열을 이중비례(bi-proportional) 조정하여 추계하는 방법.

55) 1993년 국민계정체계부터 부가가치세를 차감하도록 변경되었으나 산업연관표는 부가가치세를 비롯한 간접세를 포함시켜왔기 때문에 통계 시계열 유지를 위해 계속 포함하여 작성함.

56) 2003년 산업연관표부터 작성 및 발표.

57) 생산물 단위당 부과되는 세금으로 물량에 대해 일정금액이 부과되거나 판매가격의 일정비율로 부과됨.

58) 생산자가격 또는 구매자가격은 동일 생산품이라도 생산물세(또는 생산물보조금)와 운임 및 유통마진이 다르기 때문에 가격표에 차이가 발생할 수 있음.

부문분류의 적용 기준은 해당 기술을 가장 적합하게 나타낼 수 있는 기본부문을 원칙으로 하되 필요에 따라 통합소분류로 확대할 수 있다. 기초가격평가표를 적용하는 이유는 국민계정체계 생산체계 작성 시 기초가격을 기준으로 활용하도록 하고 있기 때문이다.

사업을 통한 성과가 한 개 이상의 상품부문과 관련될 경우에는 부가가치율로서 특정 부문만의 수치를 적용하기는 어렵다. 이 경우에는 해당 성과에 가장 적절한 상품분류로 한정을 하되, 만약 2개 이상의 부문을 적용해야 할 경우는 가장 단순한 형태의 산술평균을 적용하는 것을 우선으로 하며, 연구진의 추가적인 분석 또는 사업 주관부처의 제출자료 등을 통하여 충분한 근거가 있을 경우에는 가중평균을 적용할 수 있다.

### (3) 기타 편익

국가연구개발사업과 같은 공공투자사업의 편익은 공공재의 성격을 띠고 있거나 외부효과가 커서 시장에서 거래되지 않는 비시장재(non-market goods)가 많고 이러한 경우에 적용하기 위한 다양한 방법론<sup>59)</sup>이 개발되어 왔다.

연구개발을 통해 특허와 같은 지식재산권의 창출을 기대하는 사업의 직접적 경제적 편익은 지식재산권의 이전 등을 통해 기대되는 경제적 효과이다. 예를 들어, 연구개발사업의 최종산출물이 특허이며 기술이전(license out)이 사업목표인 경우에는 기술로열티를 예측하여 편익을 추정한다. 일반적으로 기술로열티는 고정로열티와 경상로열티로 구성된다. 고정로열티는 예상계약금과 기술개발성공률, 사업화 추진으로 인한 기대 로열티 창출액 등으로 계산되며, 경상로열티는 미래 시장규모, 시장점유율, 이전 기술의 사업화 성공률, 경상로열티 비율 등으로부터 계산된다. 그러나 이러한 로열티 수입을 반영하여 편익을 추정하는 접근법은 편익 추정에 적용하는 미래 시장규모, 시장점유율, 기술개발 및 사업화 성공률, 로열티 비율 등에 대한 가정이 다수 필요하며 적용 수치에 따라 편익 규모가 크게 차이날 수 있으므로, 현실적인 편익 추정을 위해서는 해당 기술분야에 대한 인용 가능한 유사사례가 있는 경우로 한정하여 적용을 고려하는 것이 바람직하다.

이외에도 본 세부지침에서 소개하지 않은 편익 추정방법이 존재할 수 있으며, 이러한 방법론을 활용한 추정에 제한은 없다. 다만 일반적으로 적용하지 않은 방법론을 활용할 경우에 예비타당성조사 연구진은 해당 방법론에 대한 면밀한 사전검토를 충분히 실시한 이후 적용을 고려해야 한다.

---

59) 손해함수접근법, 대체비용접근법, 제어비용접근법, 복구비용접근법 등 비경제학적 간이 측정법이 있음.

## 나. 비용저감 편익 추정

가치창출 편익과는 다른 개념으로 비용저감으로 인한 편익<sup>60)</sup>을 고려할 수 있다. 비용저감의 유형으로는 생산비용저감과 피해비용저감 등이 있으며, 연구개발부문 예비타당성조사의 편익으로 적용되기 위해서는 조사대상 사업의 특성에 대한 이해가 선결되어야 한다.

### (1) 생산비용저감 편익

기존 공정을 대체할 새로운 공정기술의 개발이나 기존의 생산 공정이나 활동의 일부를 개선·개량하는 기술 개발을 목적으로 하는 연구개발사업에 대한 직접적 경제적 편익은 새로운 기술의 적용으로 인한 생산비용저감액으로부터 계산된다. 새로 개발되는 기술이 기존 기술을 완전히 대체하는 경우와 기존 기술의 일부를 효율화하는 경우가 있으며, 두 경우 모두 국내 생산 규모의 금액이 아닌 수량 단위 예측이 필요하다. 즉, 신기술의 적용을 통해 단위 생산에서 비용이 어느 정도 저감되는지를 먼저 추정하고 여기에 미래의 국내 생산 규모를 곱하여 전체 비용저감액을 산출하게 된다.

$$\text{비용저감액} = (\text{기존 기술에 의한 현재의 단위당 생산비용} - \text{신기술에 의한 미래의 단위당 생산비용 추정치}) \times \text{국내 생산 규모}$$

$$\text{비용저감액} = (\text{기존 기술에 의한 현재의 단위당 생산비용} \times \text{신기술에 의한 미래의 비용저감율}) \times \text{국내 생산 규모}$$

여기서 금전적 단위의 생산액을 수량 단위의 생산 규모로 어떻게 전환할 것인가와 관련한 문제가 제기된다. 이는 일반적으로 국가통계시스템이나 많은 보고서 등이 전체 산업의 규모를 집계할 때, 매출액이나 부가가치 등과 같은 금전 단위로 집계하고 있기 때문이다. 따라서 이 경우에는 관련 최종 산출물의 평균 가격함수 추정이나 생산원가와 가격과의 관계식 등을 이용하여 미래의 가격을 추정하는 방법을 사용할 수 있다. 일반적으로 하이테크 제품은 대부분 지수적 가격 하락 패턴을 보이는 것으로 보고되고 있다(Lee et al., 2006; Bayus, 1993).

---

60) 가치창출과 비용저감의 상호 배타적인(mutually exclusive) 편익 개념을 동시에 적용하기 위해서는 시장균형을 정확히 파악하고 이에 따른 편익 규모를 측정해야 함. 또한 사업목표와 연계된 직접 수혜자와 그에 따른 직접 편익만으로 편익의 범위를 설정해야 하며, 다양한 편익 개념을 적용하기 위해서는 그 근거가 충분히 제시되고 분석되어야 함.

비용저감액이 실현되기 위해 요구되는 조건들과 요인<sup>61)</sup>들에 대한 고려 역시 필요하다. 대표적인 요인들이 R&D 기여율이나 R&D 사업화성공률이다. 비용저감 효과를 발현하기 위해 연구개발투자 이외의 상용화를 위한 다양한 비용이 추가되어야 하는 경우<sup>62)</sup>가 있다. 예를 들어, 생산체계 구축이나 적용비용, 또는 학습비용과 같은 비용이 대표적이다. 연구개발 사업 이후에 이러한 비용이 발생할 수 있는 사례에 대해서는, 정확한 후속비용의 도출이 가능한 경우에는 이를 구해 총비용에 포함하되, 그렇지 않을 경우 비용저감액 산출식에 R&D 기여율을 적용해야 한다. 비용저감을 위해 개발된 기술이 상용화를 위한 과정을 거쳐야 하는 경우에는 R&D 사업화성공률을 적용하여 상용화 성공에 대한 확률적인 개념을 추가해야 한다.

국가연구개발사업을 통해 국내에 구축되는 연구기반<sup>63)</sup>으로 인해 비용저감효과가 발생한다면 이때의 비용저감액은 편익이 될 수 있다. 이러한 연구기반으로 인한 비용저감 편익을 도출하기 위해서는 그와 관련된 수요분석<sup>64)</sup>이 정밀하게 이루어져야 한다. 비용저감분은 원칙적으로 기존의 연구기반 사용비용과 해당 연구기반 사용비용의 차액을 저감분으로 계산해야 한다. 기존 연구개발부문 예비타당성조사 사례를 보면 연구기반으로 인한 비용저감효과는 대부분 기반에 구축된 연구장비를 통하여 발생하였다.

연구장비 구축의 경우, 해당 연구장비가 국내최초로 구축되며 국내의 연구자나 연구기관들이 활용함으로써 해외 기관에 위탁하는 경우보다 비용을 저감할 수 있다면 그 저감액을 비용저감 편익으로 간주할 수 있다. 이는 해당 연구장비를 구축하지 않고 해외의 연구장비를 사용함으로써 지불되어야 하는 사용료를 편익분석의 기준선으로 간주한다는 의미로 볼 수 있다. 정리하면 연구장비 사용에 따른 비용저감 편익은 해외 연구장비 사용비용과 해당 사업을 통해 신규 구축되는 연구장비에 대한 사용비용의 차액에 해당 연구장비 사용의 수요를 곱하여 계산한다.

$$\text{연구장비 사용비용저감 편익} = (\text{기존 해외 연구장비 사용비용} - \text{해당 사업의 연구장비 사용비용}) \times \text{연구장비의 사용수요}$$

61) 해당 요인들로 사업기여율도 적용할 수 있으나, 부가가치율은 적용하지 않는 것이 일반적임.

62) 필수조건은 아니며, 예비타당성조사 연구진의 구체적인 분석에 따라 적용 여부를 결정할 수 있음.

63) 연구기반 중 일부 대형시설에 대해서는 CVM을 적용하여 편익을 추정하는 방안을 고려할 수 있으며, 이는 비용저감 편익이 아닌 가치창출 편익의 개념임.

64) 연구기반 구축과 관련하여, 기존 연구기반을 사용하던 수요가 이전되는 경우는 이전 편익에 해당되므로 연구개발 부문 예비타당성분석에서는 편익으로 고려하지 않음.

연구장비 사용비용저감 편익을 반영하기 위해서는 다음의 조건들이 모두 충족되어야 한다. ① 해당 연구장비는 국내에 최초로 구축되는 연구장비여야 하며, 국내에 유사 기능·사양의 연구장비가 구축되어 있는 경우 해당 편익은 인정되지 않는다<sup>65)</sup>. 만일 구축 대상 연구장비 대비 기능·사양이 낮은 유사 연구장비가 국내에 구축되어 있다면, 주관부처는 기존 연구장비로는 불가능하며 신규 장비로만 수행 가능한 활동이나 달성 가능한 가치(목표)를 근거에 기반을 두어 설명할 수 있어야 한다. ② 편익 추정의 대상으로 해당되는 장비는 사업기간 종료 후에도 공동활용되는 연구개발장비여야 하며, 장비 수요자가 상업적 필요에 의해 자체적으로 구축해야 하는 제조·생산용 장비에 대한 비용저감은 편익으로 간주되지 않는다<sup>66)</sup>. ③ 사업을 통해 국내에 연구장비를 구축하지 않는 경우, 국내의 연구자나 연구기관이 부득이하게 이용할 수밖에 없는 해외의 유사 사양의 연구장비가 소재한 국가, 도시, 기관명이 제시될 수 있어야 한다. ④ 해외 연구장비를 사용할 경우, 1회당 소요되는 시간과 이용단가가 용도별로 제시되어야 하며, 이용단가의 근거로서 해외 기관의 청구서(invoice)나 장비사용료 영수증 등의 근거자료가 제시되어야 한다. ⑤ 연구장비를 사용할 국내 사용자의 연간 수요는 수요조사 등을 통한 근거에 기반하여 제시되어야 한다. 이때 가상수요를 배제하기 위해 연구장비 신청자의 신규 활용용도, 기존 국내외 유사 연구장비 활용내역(용도, 사용시간 및 횟수 등) 등 수요와 연관된 구체적인 근거가 제시되는 것이 합리적이다. 상기와 같이 연구장비의 종류 및 용도, 비교 대상 해외 연구장비의 소재지와 사용비용, 국내 장비 사용수요 등이 사업 주관부처를 통해 근거를 바탕으로 구체적으로 제시되어야 연구장비 구축을 통한 비용저감 편익을 추정할 수 있으며, 상기 조건이 하나라도 충족되지 않는 경우 연구장비 사용비용저감 편익은 인정되기 어렵다. 해외 연구장비 사용비용과 비교할 국내 연구장비 이용단가는 과학기술정보통신부가 고시하는 「국가연구개발 시설·장비의 관리 등에 관한 표준지침」<sup>67)</sup>을 준용하여 산정하되, 장비사용료의 기본이 되는 장비취득가액은 비용 추정에서 사용한 장비의 취득가격을 적용하는 것을 원칙으로 한다.

연구장비를 구축함으로써 발생하는 다른 편익항목도 있을 수 있으나, 이의 반영을 위해서는 예비타당성조사 연구진이 해당 편익항목의 인정 가능 여부를 충분히 검토하여야 한

65) 단, 국내에 기 구축된 연구장비가 존재하더라도 현재의 가동률이 높아 새롭게 발생하는 연구장비 사용수요를 기존 연구장비가 모두 수용하지 못할 것으로 분석되는 경우에는, 기존 연구장비가 수용할 수 있는 범위를 넘어서는 신규 연구장비 사용수요를 신규 연구개발사업을 통해 구축할 연구장비 관련 편익 추정의 대상으로 반영할 수 있음.

66) 연구개발과제 내에 포함된 연구개발장비는 해당 장비로 인한 효과가 연구개발 성과물로 인한 편익에 반영되므로 연구장비 사용비용저감 편익 추정 대상으로 고려하지 않음. 사업기간 동안의 연구개발활동, 시제품 제작 등에 활용되는 장비도 순수 연구개발장비로 고려함.

67) [시행 2019. 1. 1.] [과학기술정보통신부고시 제2018-82호, 2018. 11. 9., 일부개정]

다. 일반적으로 연구개발사업을 통해 연구장비를 구축하는 목적은 개별적으로 연구장비를 도입할 여력이 없거나 활용빈도가 적어 연구장비를 직접 구입할 필요가 없는 수요자(중소기업, 연구자 등)에게 편의를 제공하기 위해서이다. 따라서 연구장비의 수요자들이 사업의 수혜자로서 기준선 분석의 측면에서 국내에 장비를 구축하지 않는 경우와 비교하여 국내에 장비를 구축할 경우에 수혜자들에게 증가하는 효용을 편익으로 채택해야 한다. 이러한 관점에서 연구장비 운영주체가 받게 되는 장비사용료 또는 수수료는 편익으로 반영하지 않는다<sup>68)</sup>. 연구장비 구축의 목적은 운영자의 수익을 위한 것이 아니며, 오히려 사용자에게 부과되는 장비 사용료 또는 수수료는 사업의 수혜자인 국내 연구장비 수요자에게 비용으로 작용하기 때문이다.

국내 구축되는 연구장비의 활용에 따른 추가적인 편익도 고려할 수 있다. 이는 대부분 연구수행비용저감과 관련되어, 연구장비의 구축에 따라 출장횟수 또는 출장시간을 줄일 수 있는 경우이다. 예를 들어, 신규 개발된 제품의 시험·평가를 위해 해외 출장을 가지 않고 국내의 연구장비를 활용함으로써 출장비용을 저감할 수 있는 경우 출장비용의 저감액을 편익으로 인정할 수 있다. 또한 연구장비의 국내 구축을 통해 연구개발활동과 관련된 소요시간을 단축시킬 수 있는 경우, 노동시장을 대리시장으로 정하여 단축된 시간을 업무에 사용하여 생산성을 증가시킬 수 있는 것으로 보아 한계생산성인 시간당 임금률을 사용할 수 있다<sup>69)</sup>. 예를 들어, 해외 출장을 가지 않아도 되므로 발생하는 시간저감 편익은 해외 출장지로의 항공시간에 대한 1인당 업무통행 시간가치를 고려하여 산정할 수 있다.

$$\text{출장비용저감 편익} = (\text{기존 해외 출장비용} - \text{해당 사업으로 인한 출장비용}) \times \text{출장횟수}$$

$$\text{연구시간저감 편익} = \text{저감 시간} \times \text{업무통행 시간가치<sup>70)</sup>}$$

다만 예비타당성조사 연구진은 이러한 저감 편익의 계산 시 조사대상 사업 주관부처로부터 명확한 근거자료를 제공받아 이를 토대로 분석을 수행해야 한다.

이외에도 생산비용저감 편익의 종류로 물류비용저감 편익, 생산투입자원저감 편익 등이

68) 예를 들면, 국내에 연구장비를 구축하여 해외 주체로부터 사용료를 받는다면 이로 인한 수입(부가가치)을 편익에 추가할 수 있으나, 해당 사용료에 대한 충분한 근거가 바탕이 되어야만 적용 가능함.

69) 단축된 시간이 업무가 아닌 여가시간으로 활용될 수 있으며 이 경우 임금대비 할인/할증에 대한 논란이 있음.

70) 도로·철도 부문 사업의 예비타당성조사 표준지침(제5판) 참고.

있다. 이러한 다양한 비용저감 편익 중 생산투입자원저감 편익은 원재료비용저감 편익, 설치비용저감 편익, 운영비용저감 편익 등을 포함한다. 원재료비용저감 편익은 연구개발사업을 통해 개발된 공정기술을 적용함으로써 제품생산에 소요되는 원재료의 양을 감소시킬 수 있거나 더 저렴한 원재료를 사용할 수 있게 될 경우, 또는 시간과 노동을 저감시킬 수 있을 경우에 감소하는 비용을 의미한다. 설치비용저감 편익은 연구개발사업의 성과를 활용함으로써 보다 낮은 가격의 기술 공급이 가능하게 되므로, 따라서 기존의 비효율적인 방식에서 벗어나 비용효율적인 기술의 보급이 가능하다는 논리에 근거한다. 설치비용저감 편익도 기존 방식대비 구축비용이 감소되는 폭에 비례한 편익 추정이 가능하다. 운영비용저감 편익은 기존의 운영방식과 비교하여 신규 운영방식의 사용에 따라 직·간접 비용들을 줄이는 것이 목적인 사업에 대해 고려할 수 있다. 단, 운영비용의 저감분에 대한 명확한 근거가 있는 경우에 한하여 편익 추정이 가능하다.

이외에도 다양한 비용저감 편익<sup>71)</sup>이 존재할 수 있으며, 예비타당성조사 연구진은 다양한 자료들을 토대로 분석한 결과로부터 조사대상 사업의 편익으로의 반영 여부를 검토할 수 있다.

## (2) 피해비용저감 편익

피해비용저감 편익은 국가연구개발사업을 통해 개발된 환경 또는 보건분야 기술을 적용하여 기존의 재난·재해·사고·질병 등으로 인해 발생하는 피해비용을 저감하는 경우에 고려할 수 있는 편익항목이다. 피해비용에 대한 정의와 개념은 조금씩 다를 수 있으나 다양한 경우 이와 같은 개념이 적용될 수 있다. 하지만 환경비용저감이나 질병비용저감의 경우 연구개발활동이나 결과물을 통해 기대할 수 있는 발병률의 감소나 조기 사망 연수의 개선 등은 객관적인 데이터 확보에 한계가 있으므로 산출 결과의 불확실성을 명시해야 한다. 만일 조사대상 사업이 기여한 부분만의 효과 산출과 이중계산 부분의 배제에 제약이 있을 경우 비용효과 분석으로 결과를 산출할 수도 있다<sup>72)</sup>.

예를 들어, 대기질 개선을 목표로 하는 환경친화적 기술개발사업의 경우 사업의 효과로

- 
- 71) 비용저감 편익항목 중 기회비용저감과 같은 특수한 편익항목이 있을 수 있음. 그러나 기회비용저감은 ① 국외 업체에 의한 고도의 독과점 시장 상황으로 인한 국내 소비자의 제한적인 가격협상력, ② 시장에서 국산 제품이 최초로 출시되는 경우, ③ 확실한 기회요인(공통품목 개발) 존재, ④ 해당 분야에서 보편적으로 인정되는 방법을 사용함에 기인한 기회비용저감분 계량화, ⑤ 기회비용저감에 의한 가격인하의 결과가 시장가격보다 낮아 유의미한 수준과 같이 예외적인 상황에 한하여 인정될 수 있음.
- 72) 질환별 사망자의 정보로부터 사회적인 손실비용을 추산할 수 있으나 생산손실비용의 산출 시 환자의 입원이나 외래진료로 인해 발생하는 교통서비스 수요, 의료서비스 수요에 대한 부분을 별도로 차감해 주어야 실제 손실부분의 추정이 가능하다는 단점이 있음.

인해 국민의 호흡기 질환이나 조기사망이 저감될 수 있으며, 이와 관련된 피해비용의 감소액을 편익으로 설정할 수 있다. 이러한 방법은 물리적 변화가 건강이나 생산량의 변화에 미치는 영향을 금전적 가치로 환산하는 피해함수접근법(damage function approach)의 일종이다. 이밖에도 환경오염으로 인한 피해를 사후적으로 원상회복하기 위한 비용을 측정하고 이 비용을 환경개선 편익으로 간주하는 대체비용접근법이나, 사고 또는 재해로 인한 손실 규모를 추정하여 편익으로 적용하는 손실비용접근법의 적용을 고려할 수 있다.

의료기술개발사업의 경우에는 해당 의료기술이 개발된 후 잠재소비자가 해당 의료기술과 유사한 의료서비스에 대해 얼마만큼의 비용을 지출하고 있는지, 또는 해당 의료기술의 부재로 인해 얼마나 고통받고 있는지(질병비용 : cost of illness)를 평가하여 비용을 도출할 수 있으며, 이러한 비용을 토대로 비용의 저감액 또는 저감율을 추정하고 이를 편익<sup>73)</sup>으로 설정할 수 있다. 단, 인간생명의 가치 추정의 경우 특성가격접근법, 보상임금접근법, 회피행동접근법 등의 현시선호접근법과 진술선호접근법을 활용하여 산출된 연구들이 보고된 바 있으나, 편익 합산 시 중복계산의 우려가 있어 주의를 요한다.

이렇듯 피해비용저감 편익의 개념은 연구개발사업의 목표와 특성에 따라 반영되는 편익항목의 설정이 상이하다. 따라서 예비타당성조사 연구진은 적합한 추정방법의 적용가능 여부 판단뿐 아니라 추정 결과에 대한 점검 역시 반드시 수행해야 한다.

#### 4. 국가연구개발사업의 효과 추정방안: 도전·혁신형 연구개발사업

과학기술투자의 편익 측정에 어려움을 주는 요소는 OECD(2007) 등 다양한 문헌을 통하여 논의된 바 있다. 이 중 과학기술투자의 가치를 화폐가치로 환산하는 어려움을 완화하고자 도전·혁신형 연구개발사업에 대해서는 비용효과분석을 우선적으로 고려하도록 운용지침 및 수행 세부지침이 개정('20.1.)되었다. '4. 국가연구개발사업의 효과 추정방안'에는 이러한 제도개선을 지원하기 위해 현재까지 고려할 수 있는 방법을 수록하였으며, 구체적인 방법론은 향후 다양한 정책연구를 통해 구체화하는 것이 필요하다. 그러므로 이하 내용은 도전·혁신형 연구개발사업으로 구분된 경우에 한하여 예외적으로 적용하고, 다른 유형에 대해서는 본 세부지침에서 제공하는 '편익 추정방법론'의 일반 원칙을 준수하여야 한다.

---

73) 해당 의료서비스에 대한 지불의사액(WTP)을 조사하는 방식으로 소비자 편익을 측정할 수도 있으나, 이때 가치창출의 개념으로 적용되는 경우가 있어 적용에 신중을 기하여야 함.

## 가. 효과추정 기본 방향

예비타당성조사에서 효과를 추정하는 과정에서 검토가 필요한 사항에는 ① Do nothing 대안과의 비교, ② 복수의 사업 효과를 의사결정에 반영하는 방식, ③ 효과추정에 있어서 연구진의 역할 등이 있다.

연구개발부문 예비타당성조사에서 편익 추정의 기준선 분석은 대상사업이 시행되지 않을 경우(Do nothing)와 시행할 경우(Do something)로 구분하여, 시행 대안의 우열(優劣)을 검토하는 것을 원칙으로 하고 있다. 비용편익분석을 수행할 때에는 기회비용의 관점에서 비용과 편익을 평가하고 비용과 편익이 동일한 단위를 사용하기 때문에 Do nothing 대안을 별도로 특정하지 않더라도 총비용을 기준으로 시행 대안의 우열(優劣)을 평가할 수 있다. 하지만 비용효과분석에서 사업 시행을 전제로 하는 대안의 효과만을 추정할 경우, Do nothing 대안과의 우열을 공평하게 비교할 수 없다. 그러므로 경제적 타당성 분석방법론의 선택에 따른 의사결정 왜곡을 막기 위해서, 비용효과분석을 적용할 때에는 반드시 Do nothing의 효과와 비교하여야 한다. 통상 Do nothing의 효과는 사업을 기획하는 이슈탐지 시기에 분석되어야 하므로, 예비타당성조사를 신청하는 부처에서 제시하여야 한다.

비용편익분석은 투입(input)과 결과(outcome)가 화폐가치라는 동일한 단위로 측정되기 때문에, 하나의 대안에 대하여 우열(優劣)이 상반되는 의사결정이 이루어질 수 없다. 하지만 비용효과분석에서는 추정되는 효과의 종류에 따라 Do something 대안에 대한 우열(優劣)이 서로 다르게 표현될 수 있다. 이러한 경우, 의사결정에 반영하는 방식이 쟁점사항이 될 수 있다. 예비타당성조사의 과학기술적 타당성 분석에서는 '사업목표의 적절성' 항목에서 '사업 목표는 달성하고자 하는 효과를 구체적으로 제시하고 있는가?'라는 평가질의를 적용하고 있으며, 그 결과는 이러한 쟁점을 해결할 수 있는 근거로 활용될 수 있다. 즉, 사업목표는 실제 사업 추진을 통해 달성하고자 하는 결과(outcome)라고 정의되므로, 사업목표를 대표 하면서 하나의 단위를 갖는 효과를 기준으로 의사결정에 반영하는 것이 합리적인 선택이다. 그러므로 예비타당성조사를 신청하는 부처는 기획이 완료되어 예비타당성조사를 신청하는 시점에 원칙적으로 사업목표를 대표하는 단일한 효과를 제시하고, 예비타당성조사 연구진은 신청부처가 제시한 효과에 대한 검토를 수행한다.

이처럼 사업기획부처에서 효과추정을 수행하여 제시할 경우, 예비타당성조사 연구진의 역할이 조사과정에서 쟁점으로 부각될 수 있다. 연구진은 객관적이고 중립적인 시각에서 예산통제를 지원하는 전문가이므로, 예타 신청부처가 제시한 효과추정의 타당성을 검증하고 재조정하는 역할을 수행한다.

## 나. 효과추정 방법론

효과를 추정하는 과정은 ① 효과추정의 전제조건 검토, ② 효과추정의 타당성 검증, ③ 효과추정 재조정, ④ 결과정리의 단계로 진행된다. 비용효과분석을 우선으로 고려하여야 하는 경우에 예비타당성조사 연구진은 각 단계별 주안점에 따라 효과를 추정하여야 한다. 이러한 노력에도 불구하고 효과추정이 의사결정을 왜곡시킬 우려가 있는 경우에는 부득이하게 비용편익분석을 실시한다.

‘① 효과추정의 전제조건 검토’에서는 효과추정으로 발생될 수 있는 주요 논란에 대한 쟁점사항이 해결되었는지 여부를 검토한다. 주요 검토사항은 ‘가. 효과추정 기본 방향’에서 제시한 것이다. 검토결과 효과추정을 시도할 수 있을 정도로 예타요구 부처의 사업기획이 완결된 경우에 다음 단계로 진행한다.

‘② 효과추정의 타당성 검증’은 예타요구 부처가 제시한 효과추정에서 보완할 점을 찾는 작업이다. 이 단계에서는 우선 부처에서 적용한 방법론이 ‘연구개발사업 분석을 위한 14대 주요 방법론’ 중 비용효과분석에 적용될 수 있는지 여부<sup>74)</sup>를 판단한다. 그 다음으로 부처에서 적용한 효과추정 방법론에서 보완하여야 하는 사항<sup>75)</sup>을 검토한다.

‘③ 효과추정 재조정’은 ‘② 효과추정의 타당성 검증’ 과정에서 식별된 보완사항을 연구진의 노력으로 객관적으로 신뢰할 수 있는 값으로 표현하는 작업을 진행한다. 방법론이 적절하고 재조정을 위한 기초자료가 충분한 경우에는 예타 연구진이 효과를 다시 추정한다. 그러나 예타요구 부처에서 적용한 방법론이 부적절<sup>76)</sup>하거나 재조정을 위한 기초자료가 부족한 경우에 예타 연구진은 효과추정을 위한 새로운 방식을 검토하여 적용할 수 있다. 이러한 노력에도 불구하고, 예타 연구진이 새로운 방식을 제안하기 어려운 경우에는 비용효과분석이 부적절한 사유를 제시하고 비용편익분석을 실시하여 그 결과를 제시한다.

---

74) 연구개발사업의 대안평가에 적용될 수 있는 방법론에는 계량분석, 비용편익분석, 기술상용화추적, 설문조사, 사례 연구가 있다. 이 중 기술상용화 추적이 가능한 경우에는 비용편익분석을 실시할 수 있고, 사례연구는 선택편향성(selection bias)에 따른 논란이 있다. 그러므로 비용효과분석에 실제 적용할 수 있는 분석방법론은 계량분석과 설문조사로 한정됨.

75) 제3장 제1절 3. 마. (3) 적부(適否)분석: 연구개발사업 분석을 위한 14대 주요 방법론에 설명된 내용을 참고

76) 설문조사를 활용한 효과추정을 적용하는 경우에는 진술선호법과 비교하여 더 엄밀하다고 인정되는 방법론을 선택하여 적용함