

기업연구개발활동통계 개선방안에 관한 연구

조성표*1), 박선영**, 한기인***, 노민선****, 배한수*****, 김현아*****

초 록

본 연구에서는 국가의 연구개발활동조사에서 기업연구개발활동 통계에 대한 효과적인 산출방법을 제시하고자 하였다. 이를 위하여 국내·외 연구개발 통계 방법을 조사한 후 이를 토대로 우리나라에서 기업연구개발활동에 대한 자료의 수집 및 분석에 대한 개선방안을 제시하였다.

대부분의 국가에서는 대기업을 전수조사, 소규모 기업은 표본조사를 수행하고 있으나, 우리나라에서는 연구소 등록법인에 대하여 전수조사를 행하고 있다. 전수조사는 비용이 많이 들고 비표본오차로 인하여 모집단에 대한 체계적인 추정이 불가능하다는 문제점이 있다. 현재 산업기술진흥협회에 등록된 연구기관의 수가 20,000개를 넘어서고 있어 전수조사는 한계에 다다른 것으로 생각되어 표본조사 도입에 대한 타당성과 방법론을 중점적으로 검토하였다.

먼저, 표본조사의 타당성을 평가하기 위하여 현재 전수조사를 통해 수집된 자료를 이용하여 표본조사를 수행한 결과를 비교 분석하였다. 산업별(24개), 그룹별(8개)로 구분하여 216개 셀별로 모집단수/표본수를 곱하여 산정(셀별추정법)한 결과, 전수 통계치와 거의 동일하게 나타났다. 따라서, 산업별, 그룹별로 세분하여 모집단수/표본수를 곱하여 추정하는 셀별추정법이 타당한 것으로 평가할 수 있다.

이상의 분석결과를 토대로 새로운 조사설계방안을 제시하면 다음과 같다.

직전연도 조사기업은 직전연도 연구개발비 수준과 기업종류(대기업, 벤처기

* 경북대학교 경영학부 교수, spcho@knu.ac.kr

** 경북대학교 경영학부 전임강사, 교신저자 parksy@knu.ac.kr

*** 한국산업기술진흥협회 조사연구팀장, hahin@koita.or.kr

**** 한국산업기술진흥협회 전임연구원, cool@koita.or.kr

***** 경북대학교 경영학석사, zse4rg@hanmail.net

***** 경북대학교 석사과정, bellekha@naver.com

본 연구는 한국산업기술진흥협회 연구비 지원에 의하여 이루어 졌음

업, 중소기업), 그리고 산업에 따라 셀을 분할한다. 대기업, 연구개발비 수준이 높은 기업 등 주요한 셀에 대하여는 전수조사를 실시한다. 나머지 셀에 대하여는 각 셀별 연구개발지출의 분포가 동질적이기 때문에 표본 추출방법은 단순임의추출법(SRS)을 사용한다. 다만 전년도 미계상된(또는 미포함된) 기업에 대하여는 신규 대형 연구소 진입 등을 고려하여 규모비례확률추출법(PPS)을 고려하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 일부 기업들이 특정 항목에 대한 자료를 제공하지 않는 항목무응답의 경우, 누락된 자료에 대하여는 대체기법(Imputation Algorithm)에 따라 이를 추정한다.

이러한 표본조사방법은 전수조사에서 발생하는 비표본오차를 해소하고, 자료 수집비용 및 소규모기업의 행정적 부담을 경감할 수 있다는 장점이 있다. 향후 연구에서는 좀 더 구체적인 조사방법론을 강구할 필요가 있으며, 이와 함께, 연구개발에 대한 다양한 측면의 정보를 수집하기 위해 새로운 설문지를 개발할 필요성이 있다.

주제어: 과학기술연구개발활동조사, 연구개발활동, 기업 R&D, 통계산출, 표본조사

I. 연구의 필요성 및 목적

연구개발투자 등을 통한 기술 및 지식자본의 축적이 국가와 기업의 지속적인 성장을 위한 필수조건으로 대두됨에 따라 모든 국가들과 선진 기업들은 연구개발에 많은 자원을 투입하고 있으며 그 성과에 대한 분석에 관심이 증대되고 있다.

그러나 과학기술에 대한 통계는 정책수립자나 의사결정자의 사용목적에 따라 여러 종류로 산출되기 때문에 연구개발투입자료에 대한 이해가 부족할 경우 분석결과의 왜곡을 초래할 수 있다. 특히 우리나라의 경우 가장 많은 연구개발비를 부담·사용하고 있는 기업부문의 연구개발통계에 관한 신뢰성 문제가 대두되고 있다.

현재 등록된 연구기관(기업부설연구소, 연구개발전담부서)의 수가 20,000개를 넘어 섰고, 기업수도 19,000개를 넘어서고 있어 현행 국가연구개발활동조사를 위해 수행 중인 전수조사는 한계에 이른 것으로 보여 진다. 따라서 비표본오차를 초래할 수 있으며, 소규모 기업에게 행정부담을 초래하는 현재의 전수조사방법에서 벗어나 표본조사의 도입을 검토할 필요성이 있다.

과학기술통계의 중요성을 인식하고 연구개발통계조사의 문제점을 개선하려는 노력은 일부 이루어져왔다. 우리나라 연구개발활동의 측정방법의 문제점을 개선하여 과학기술통계지표체계를 구축하려는 연구에서는 각 부문에 대한 연구개발활동의 개선방안을 기술하고, 표본조사 대상기업에 대해서는 모집단을 추정해야 통계의 신뢰성을 높일 수 있음을 제시하였다(윤문섭·장진규, 1996). 이 외에도 과학기술연구개발활동조사시 발생하는 무응답을 처리하기 위한 대체방법들에 대한 분석도 이루어졌으며(신동안·김재광, 2006), 무응답처리에 관한 여러 가지 방법뿐만 아니라 표본조사의 도입방안을 제시한 연구도 수행되었다(유승훈·문혜선, 2002). 그러나, 연구들이 표본조사를 통한 모집단 추정의 필요성을 언급하고 방법론을 제시하기도 하였으나, 실제 자료를 사용하여 전수조사와 표본조사간의 차이를 실증분석하거나 조사설계방안을 구체화 하지는 못하였다.

따라서 본 연구에서는 국내외 R&D 통계방법을 조사하여 비교 분석함으로써 R&D통계의 신뢰성 확보를 위한 활동조사 개선방안 및 기업 연구개발활동의 효율적 통계산출방법을 구체적으로 제시하고자 한다.

먼저, 기업의 연구개발지출에 대한 다양한 정의와 측정 목적을 비교·분석함으로써 통일성과 검증가능성을 제고하고자 한다. 즉, 과학기술 분야, 회계기준, 세법 등에서의 연구개발활동의 범위와 정의에 대한 고찰을 통하여 개선안을

제시한다면 연구개발 활성화를 도모할 수 있을 것이다.

II. 국내·외 사례분석

2.1. 연구개발활동에 대한 주요 정의 비교

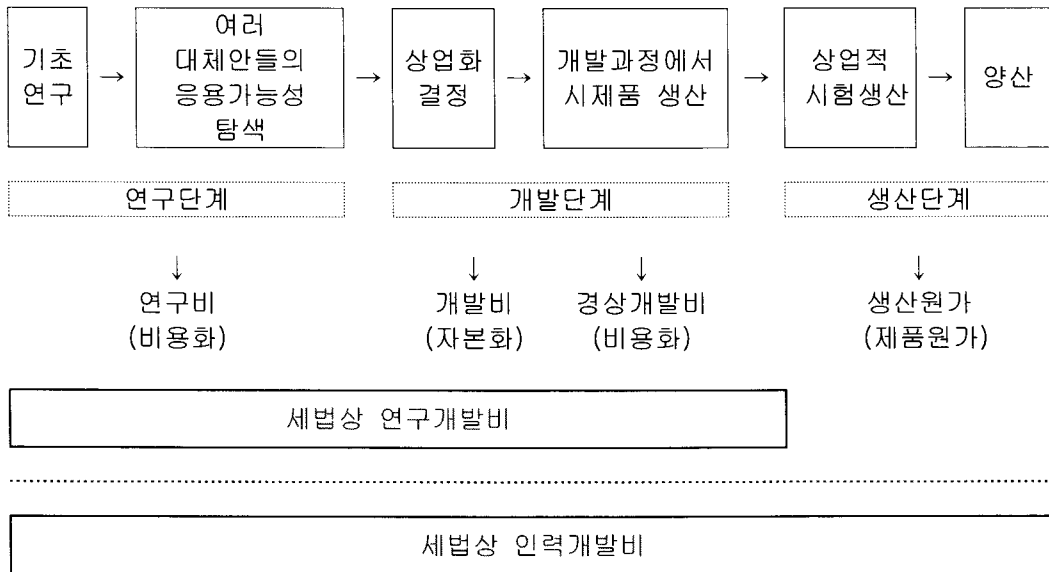
우리나라의 과학기술 통계 또는 지표들을 수집하는 과학기술연구개발활동조사는 OECD Frascati Manual의 기준에 따라 이루어지고 있다. 이 기준에 의하면 "연구 및 실험개발(R&D : Research and Experimental Development)은 지식의 축적을 위하여, 조직적인 기반 위에서 수행되는 창조적인 연구를 의미한다. 여기에는, 인간, 문화, 사회에 대한 지식, 그리고 새로운 응용을 목적으로 이러한 지식을 이용하는 것을 포함한다"(문단 57)고 정의하고 있다. 연구개발 투입요소(R&D inputs)로서 연구개발 지출과 연구개발인력을 측정하는데, 일반적으로 연구개발에 투입된 비용과 인년수(人年數)의 정도가 년 단위로 측정된다.

연구개발지출은 통계단위 내에서(intramural) 집계되며, 경상지출 및 자본지출을 포함한다. 경상지출은 노동비용 및 기타경상비로 이루어져 있는데, 노동비용은 연구개발 인력의 노동비용, 연구개발에 종사하는 대학원생의 노동비용이 포함되며, 간접 서비스 인력은 경상비용에 포함된다. 기타 경상비에는 일년동안 통계단위에 의해 수행된 연구개발에 필요한 재료, 공급품, 설비의 비자본 구매가 포함된다. 자본지출은 통계단위의 연구개발 프로그램에 소모한 고정자산의 연간 총지출을 의미하며, 토지 및 건축물, 기계 및 설비를 포함한다.

기업회계기준서 제3호 “무형자산”에서는 연구개발활동을 연구단계와 개발단계로 구분하여 설명하고 있다. 신제품 사업화 과정으로 구분하면 (1) 기초연구, (2) 여러 대체안들의 응용가능성 탐색, (3) 상업화 결정, (4) 개발과정에서 시제품 생산까지는 연구개발단계로 구분가능하며, 이후 (5) 상업적 시험생산, (6) 양산 단계는 생산단계로 구분될 수 있다. 따라서, 이러한 구분은 OECD Frascati Manual의 정의와 유사하다고 할 수 있다. 이를 요약하면 다음 <그림 1>과 같다.

기업회계기준서에서는 연구개발활동에 관련된 무형자산인 개발비의 취득원가는 그 자산의 창출, 제조, 사용준비에 직접 관련된 지출과 합리적이고 일관성있게 배분된 간접지출을 모두 포함한다. 이에 관한 회계처리를 살펴보면, 개발단계에서의 지출은 미래 경제적 효익을 제공할 것이 거의 확실한 경우에는 비용이 아

나라 “개발비” 라는 무형자산으로 계상하며, 다만 경상적인 개발비는 당기 비용으로 처리하도록 하고 있다.



[그림 1] 신제품 사업화 과정에서의 회계처리와 세법상 연구개발비와의 관계

조세특례제한법 제10조와 시행령 별표 6에서는 연구 및 인력개발비에 적용된 비용을 자체기술개발, 위탁 및 공동기술개발, 중소기업에 특별히 허용되는 비용, 기타 기술개발 비용, 인력개발비로 정의하고 있다. 한편 조세특례제한법 제11조에서는 “연구 및 인력개발을 위한 설비투자에 대한 세액공제”의 범위를 연구 및 인력개발을 위한 설비투자로 정의하고 있다. 즉, 조세 관련법에서는 기본적으로 기업회계기준을 존중함에 따라 연구개발지출은 이와 유사하나 설비투자세액공제를 규정하고 인력개발비를 추가하고 있다.

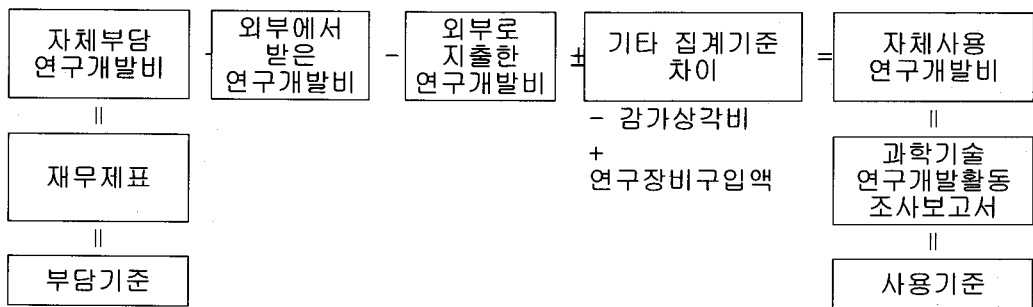
또한 다음과 같이 몇 가지 차이점도 존재한다. 기업회계기준서에서는 연구개발설비에 대한 감가상각비를 포함하고 있으나 조세특례제한법에서는 투자세액공제제도를 통하여 이러한 자본적 지출에 대한 조세혜택을 부여하기 때문에 이를 제외하고 있다. 따라서 조세특례제한법에서의 연구개발설비에 대한 정의는 기계·장치, 토지·건물 및 컴퓨터소프트웨어 구입을 위한 자본적 지출을 포함하는 과학기술연구개발활동조사에서의 정의와 유사하다. 조세특례제한법에서는 기업의 경쟁력을 제고하기 위한 비용인 품질관리비용, 직무발명보상금,

고유상표 및 고유디자인의 개발을 위한 비용 등을 정책적으로 포함하고 있다.

이상에서 살펴본 것처럼 조세 관련법 조항은 기본적으로 기업회계기준서와 유사하기 때문에 주로 OECD와 기업회계기준서의 연구개발지출의 차이점만을 비교하면 다음과 같다.

연구개발지출항목에서 경상비 항목은 서로 유사하다고 할 수 있으나, 가장 큰 차이점은 자본적 지출에 있다. Frascati Manual을 기반으로 한 과학기술연구개발활동조사보고서에서는 건물 증설, 장비 구입 등 자본적 지출분은 구입 시점에서 전액 연구개발지출로 집계하고 있으나, 기업회계기준서에 근거한 R&D Scoreboard에서는 발생주의에 근거하여 비용을 인식하고 있다. 또한 Frascati Manual에서는 연구수행자를 중심으로 집계하지만, 기업회계기준서에서는 연구개발 자금 출처를 중심으로 집계하고 있다.

이 차이는 각 보고서의 보고 목적의 차이에서 비롯되는데, 과학기술연구개발활동조사보고서는 어느 부문에서 연구개발활동이 이루어졌는가에 관심을 갖는 반면, R&D Scoreboard에서는 어느 부문에서 연구개발을 위한 투자를 하였는가에 관심을 가지고 있기 때문이다. 다음 <그림 2>는 자금출처(부담)기준과 연구수행자(사용)기준별 연구개발지출 집계방법의 차이를 요약한 것이다.



[그림 2] 연구개발지출 집계방법 비교

일반적으로 기업에서는 재무자료를 재무자료를 산출하기 때문에 과학기술연구개발활동조사에서는 이러한 데이터를 활용하여 재산출하고 있는데, 이러한 차이를 조정하기에 앞서 선행되어야 할 과제가 있다. 즉 현재 기업의 연구개발투자금액의 공시가 이루어지고 있는 두 부문 즉, 사업보고서상의 연구개발투자

금액 공시, 감사보고서상의 주석사항 공시에서 이 금액이 서로 일치하지 않는 경우가 종종 나타나고 있다. 따라서 사업보고서상의 연구개발활동 금액과 감사보고서상의 금액을 검증할 수 있는 방법을 모색하여야 한다.

2.2. 각국의 연구개발통계 조사방식 비교

주요 국가들은 아직 회계기준상의 연구개발비와 본 연구에서 언급하고 있는 연구개발지출에 대한 차이점을 구체적으로 인지하지 못하고 있다. 대부분 Frascati manual에 따라 국내에서 수행한 연구개발지출(intramural expenditures)을 연구개발통계로 집계하고 있다. 특히, 대부분의 국가들은 장비구입비를 집계하고 있으나, 일본은 감가상각비를 별도 집계하고 있으며, 연구개발장비의 감가상각비만을 집계하고 있는 미국은 향후 구입비도 함께 집계할 계획이다. 대부분의 국가들은 연구개발통계 조사시 전수조사와 표본조사를 병행하여 수행하고 있다.

2.2.1. 모집단 및 표본 추출틀

먼저 각국의 모집단 및 표본 추출틀에 관하여 살펴보면 다음과 같다.

미국은 연구개발을 수행하는 모든 기업체를 모집단으로 하고 있다. 즉, 통계국(Bureau of the Census)의 표준통계사업장목록(SSEL: The Standard Statistical Establishment List)은 유급직원을 고용한 사업장을 3백만개 이상 포함하고 있는데, 이중 5인 이상 종업원을 고용한 185만개 기업을 대상으로 한다. R&D지출액을 기준으로 전수조사와 표본조사를 병행하여 32,084개 기업을 추출하고, 조사양식은 두 가지를 사용한다. 제조업 50인 이상, 비제조업 15인 이상 대기업은 상세 양식(RD-1)을 이용하고, 소기업과 처음 표본에 포함된 기업에 대해서는 양식 RD-1A을 통해 자료를 수집한다.

일본은 「사업소기업 통계조사」 중 자본금 1천만엔 이상인 기업 약 53만개를 대상으로 자본금 10억엔 이상의 대기업은 전수조사를 하고, 자본규모와 산업을 기준으로 기업을 선정하여 표본조사를 실시하고 있다. 자본금 1억엔 미만 기업은 30%내외를 표본으로 추출을 하고 전년도 R&D 미수행기업은 10%~0.5%를 표본으로 추출한다. 일본도 두 가지 조사양식을 사용하고 있는데 자본금 1억엔을 기준으로 상세양식(A)과 간소양식(B)으로 구분하여 사용하고 있다.

영국은 Inter-Departmental Business Register (IDBR)의 23,000개 기업

중 연구개발을 수행하는 기업을 대상으로 Innovation Survey와 Business Annual Survey 실시하고 있는데, 전년도 조사에 응하였거나 연구개발투자가 많을 것으로 추정되는 기업은 전수조사를 실시한다. 기타 기업 중 종업원 400명 이상은 전수조사, 100명 이상~400명 미만 기업은 40%, 100명 미만 기업은 33%를 표본으로 추출하여 조사를 수행하고 있다.

이상에서 살펴본 것처럼 대부분의 국가에서는 기업 전체를 모집단으로 하여 대기업은 전수조사, 소규모기업은 표본조사를 하고 있다. 그러나 영국은 연구개발수행 기업을 모집단으로 하고 있으며, 우리나라는 연구소 등록법인을 대상으로 전수조사를 실시하고 있다. 조사양식은 기업의 규모에 따라 장문양식(Long form)과 단문양식(Short form)을 구별하고 있으나, 우리나라는 하나의 양식만을 사용하고 있다.

2.2.2. 자료수집 및 추정기법

자료조사방법을 살펴보면 대부분의 국가들이 설문지와 안내지를 보내고, 온라인 입력방식을 채택하고 있다. 2007년을 기준으로 살펴보면 한국(2007)은 회수율이 83.8%(표본기업수 15,075개), 미국(2007)은 77.5%(32,084개 기업), 일본(2007)은 78.0%(13,568개 기업)이고, 영국(2006)은 98.0%(4,000개 기업)로 회수율이 가장 높게 나타났다.

표본조사를 하는 소규모기업들의 무응답을 보정하기 위해서는 대체기법(Imputation algorithm)을 적용하여 전체 모집단을 추정 (모집단수/표본수)한다. 미국의 경우는 전수조사 대상이 되는 대기업의 무응답에 대해서는 다른 원천의 정보를 이용 (재무제표 등)하고 항목 누락에 대하여는 산업평균 증감율을 적용하여 추정한다. 영국에서는 무응답의 경우 전수조사기업은 동일제품그룹에 속하는 기업 자료를 통해 추정하고, 표본기업 무응답은 표본으로 추출 되지 않은 기업으로 간주하여 가중치만 조정 후 추정하고 있다. 요약하면 대부분의 국가에서는 표본조사를 병행하여 연구개발통계를 추정하고 있는데, 우리나라에서는 연구소 등록법인에 대해 전수조사를 실시하고 있다.

Ⅲ. 기업 연구개발 통계 개선방안: 표본조사의 도입

3.1. 표본조사와 전수조사 비교

모집단에 대한 어떤 지식이나 특성을 알아내는 방법에는 전수조사와 표본조사

두 가지가 있다. 모집단 전체에 대한 조사를 전수조사라고 하며, 모집단으로부터 표본을 추출하여 그 표본을 통해 모집단의 특성을 조사하는 경우를 표본조사라고 한다. 전수조사의 특징을 보면 모집단의 모수(모집단의 특성을 수로 나타낸 것)를 직접적으로 계산하여 비교하는데, 모집단에 관한 구성요소를 완전하게 열거하는 방법으로 조사를 수행한다. 반면, 표본조사는 모집단의 일부를 선택하여 조사한다. 이때 선택된 표본은 모집단을 대표할 수 있어야 하는데 표본집단의 조사를 통해 모집단의 특성을 추론 혹은 추정 할 수 있다. 사회조사에서 일반적으로 표본조사를 사용하는 이유는 전수조사의 경우에는 시간적, 금전적, 기타 여러 가지 한계로 인하여 전체를 대상으로 조사하기가 어렵기 때문에 모집단에서 일부를 표본으로 추출하여 조사하고 그 조사 결과에서 나온 통계량으로써 사회 전체의 성향을 추정하기 위해서이다.

조사방법을 결정할 경우에는 통계오차를 고려하여야 하며 통계조사에서 오차는 표본오차와 비표본오차로 구분할 수 있다. 표본오차는 모집단의 일부분인 표본에 의하여 모집단을 추정하기 때문에 일어나는 오차를 말하며, 비표본오차는 실사나 집계, 분석에서 일어나는 오차를 의미한다. 전수조사에는 표본오차가 존재하지 않으며, 비표본오차는 표본조사나 전수조사 모두에서 발생한다. 표본오차는 표본의 크기가 커짐에 따라 감소하는데, 이 감소는 표본의 크기의 제곱근에 반비례하고 표본의 크기가 작을 때는 표본크기를 증가시키면 표본오차가 크게 감소하고, 표본크기가 클 때는 표본오차를 약간 크게 하면 표본크기를 크게 줄일 수 있다. 비표본오차는 표본조사보다 전수조사에서 더 크게 발생하고, 표본의 크기가 커짐에 따라 증가한다.

표본조사에서 표본오차는 우연적이며, 피할 수 없는 불가피한 것이지만 이것은 통계이론에 의해 관리가 가능하다. 그러나 비표본오차는 표본설계와 실제조사 그리고 분석시 주의를 기울임으로써 최소화하는 수밖에 없다는 어려움이 있다.

현행 과학기술연구개발활동조사의 경우 전수조사 방식으로 인해 비표본오차의 존재가능성이 높다. 실제로 2006년도 연구개발활동조사보고에는 비표본오차가 내포되어 있는 것으로 나타났다. 즉, 총 16,055개 기업 중 52.3%에 해당하는 9,036개 기업만이 조사되어 비표본오차가 존재함을 알 수 있지만 전수조사는 누락된 7,019업체에 대한 추정이 불가능하다. 이에 반해 표본조사는 층화추출을 수행하면 층별로 미포함된 기업들에 대한 추론이 가능하다. 따라서 연구개발활동조사보고에서도 표본조사의 도입을 적극 검토할 필요성이 있다.

3.2. 표본조사를 위한 분석

표본조사의 타당성을 평가하기 위하여 현재 전수조사자료를 이용하여 표본조사를 수행한 결과를 비교·분석하였다. 첫째 표본은 모집단의 50%가 포함되도록 하고, 2006년도 조사기업 총 9,036사를 분석대상으로 하였다.

전년도 연구개발지출을 기준으로 전수조사군과 표본조사군을 나누었는데, 연구개발지출지출이 3억원이상 기업인 전수조사군은 4,867(53.9%)개 기업이며, 연구개발지출지출이 3억원 미만으로 표본조사군에 속하는 기업은 4,169(46.1%)개 기업이다. 이를 정리하면 <표 1>과 같다.

각 그룹별로 표본비율을 구성하여 보면, G1은 전수조사군으로 4,867(53.9%)개 기업이며, 표본조사군 중 G2~G3은 681(7.5%)개 기업을 100% 추출하였고, 표본조사군 중 G4~G8은 50~10%인 3,488기업(38.6%)을 추출하여 총 9,036개 기업 중 6,750개(74.7%) 기업이 분석에 사용되었다.

표본 조사에 (G4~G8)의 모집단 추정은 다음 두 가지 방법을 사용하였다. 산업별예측법은 산업별²⁾(24개)로 모집단수/표본수를 곱하여 산정하는 방법이며, 셀별예측법은 산업별(24개), 그룹별(8개)로 216개 셀을 구분하여 셀별로 모집단수/표본수를 곱하여 산정하는 방법이다.

<표 1> 그룹별 표본비율

연구비규모	대기업				벤처기업				중소기업			
3억원이상	G1											
	4,867				100%				4,867			
2~3억원	G2	15			G3	652	100%	652	G6	786	50%	393
1~2억원		7			G4	667	50%	334	G7	1,029	30%	309
1억원미만		7			G5	331	30%	99	G8	675	10%	68
합계	계	29	100%	29	계	1,650	65.8%	1,085	계	2,490	30.9%	770

전수조사 값과 표본조사 값의 차이분석은 표본조사집단(G4~G8)에서의 표본차이와 전집단(G1~G8)에서의 총액차이를 비교하였는데, 연구개발지출 규모와 연구원수 두 통계에 대하여 각각 분석을 실시하였다.

2) <표 2>의 산업구분 참조

<표 2>는 전수조사와 표본조사의 오차율을 비교한 표이다.

<표 2> 추정오차율 비교표 : 3억원 기준 표본

코드	산업	기업 수	산업별추정법				셀별예측법			
			연구비(%)		연구원(%)		연구비(%)		연구원(%)	
			표본 집단	전체 집단	표본 집단	전체 집단	표본 집단	전체 집단	표본 집단	전체 집단
011-122	농림수산업	14	-1.15	-0.11	-32.00	-11.85	-15.25	-1.44	-39.00	-14.44
15-16	음식료품 및 담배	243	18.58	1.02	11.05	1.83	-2.03	-0.11	0.28	0.05
17-19	섬유, 의복 및 가죽제품	126	28.28	3.19	10.23	2.86	-3.85	-0.43	6.41	1.79
20-22	목재, 종이, 인쇄및출판	54	30.54	4.27	12.52	3.80	0.10	0.01	-4.62	-1.40
23-25	코크스 석유, 핵연료 등	1,158	19.02	0.54	3.66	0.38	4.44	0.13	4.09	0.42
26	비금속 광물제품	148	17.30	1.17	-1.54	-0.37	3.37	0.23	-9.69	-2.31
27	제1차 금속산업	131	23.47	0.48	11.62	1.39	0.54	0.01	1.51	0.18
28	조립 금속제품	289	13.87	1.98	12.71	4.02	-6.55	-0.93	3.52	1.11
29	기타기계및 장비	1,054	17.43	0.94	5.47	0.92	0.08	0.00	1.37	0.23
30	컴퓨터및 사무용기기	204	5.92	0.19	9.31	0.76	-3.78	-0.12	3.50	0.29
31	전기기계	510	17.15	0.83	17.44	2.22	-1.48	-0.07	7.85	1.00
321	전자부품(반도체포함)	588	10.00	0.03	7.62	0.10	-3.02	-0.01	-3.18	-0.04
322-323	영상 음향 및 통신장비	773	11.48	0.14	11.65	0.60	0.89	0.01	8.29	0.43
33	의료, 정밀, 광학기기	445	10.88	0.88	-6.50	-1.37	-0.39	-0.03	-10.04	-2.12
34	자동차	370	14.77	0.06	5.81	0.13	-0.76	0.00	-2.18	-0.05
35	기타 운수장비	68	21.41	0.14	31.52	0.84	11.31	0.07	28.48	0.76
36-37	가구 및 기타제조업	64	13.55	1.05	12.00	1.87	6.11	0.47	20.16	3.15
	재생재료 가공처리사업	7	73.46	31.26	47.06	28.57	-30.62	-13.03	-41.18	-25.00
40	전기, 가스 및 수도사업	10		-0.01		-0.72	na	-0.01	na	-0.72
45-46	건설업	696	24.57	3.83	24.82	9.23	-2.74	-0.43	11.67	4.34
51,52,60,62,63,66	도소매 운수 금융업	85	25.19	1.28	0.35	0.08	-0.47	-0.02	-15.34	-3.40
64	통신업	30	1.90	0.01	14.13	0.43	-18.48	-0.12	-8.70	-0.26
72-75	사업서비스업	1,934	15.62	1.68	2.18	0.45	2.09	0.23	-2.95	-0.60
80,87,88,90,92	오락, 문화산업	35	6.08	0.53	4.69	1.27	-14.77	-1.30	-6.43	-1.74
	합 계	9,036	16.99	0.40	7.15	0.66	0.04	0.00	1.10	0.10

표본조사 셀별예측법에 의한 추정결과는 전수조사 결과와 유사한 것으로 나타났다.

우선 산업별예측법 결과를 보면, 연구개발지출의 경우, 표본조사집단(G4~G8)에 대한 오차율은 16.99%, 전집단(G1~G8)에 대한 오차율은 0.40%을 보이고 있고, 산업별예측법에 의한 연구원수 추정결과는 표본조사집단(G4~G8)에 대한 오차율은 7.15%, 전집단(G1~G8)에 대한 오차율은 0.66%로 나타났다. 오차율은 산업별로 큰 차이를 보이지 않고 있으나, 산업별예측법 추정의 오차비율이 높아 새로운 방법을 모색할 필요성이 있다.

셀별예측법 결과를 보면, 연구개발지출의 경우, 표본조사집단(G4~G8)에 대한 오차율은 0.04%, 전집단(G1~G8)에 대한오차율은 0.00%을 보이고 있다. 셀별예측법에 의한 연구원수 추정결과는 표본조사집단(G4~G8)에 대한 오차율은 1.10%, 전집단(G1~G8)에 대한 오차율은 0.10%로 나타났다.

이상의 결과를 보면, 셀별예측법에서는 오차율이 현저하게 개선되어 전수조사결과와 유사한 것으로 나타났다. 따라서, 산업별, 그룹별로 세분하여 셀별모집단수/셀별표본수를 곱하여 추정하는 셀별예측법이 타당한 것으로 평가할 수 있다.

민감도 분석을 위하여 전수조사 그룹을 축소하여 추가분석을 실시하였다. 전수조사그룹을 연구개발지출 5억원 이상으로 축소하고(G0), 3~5억원 그룹(G1)과 3억원 미만 대기업 그룹(G2)과 2~3억원 벤처기업그룹(G3)의 표본 비율을 70%로 축소하였다. 이에 따라 표본 수는 전체 기업 9,036개사 중에서 6,047개 기업 66.9%로 축소되었다. 민감도 분석 결과를 보면, 셀별예측법에 의한 연구개발지출 및 연구원 추정치의 오차율이 각각 -0.01%, 0.16%로서 표본 집단이 증가하여도 크게 무리가 없는 것으로 판단된다.

3.3. 표본조사 설계방안

표본조사 초기에는 표본의 비율을 충분히 유지하고, 향후 표본 조사의 경험이 축적되면 표본의 비율을 조정할 필요가 있다.

조사 모집단을 어떻게 구성할 것인가에 대해서는 우리나라의 경우, 연구개발을 수행하는 거의 모든 기업이 한국산업기술진흥협회에 등록되어 있기 때문에 광공업 종사업체로 등록된 모든 기업으로 모집단을 확대하기 보다는 현재 한국산업기술진흥협회에 등록된 연구소 보유기업을 대상으로 모집단을 형성하는 것이 효율적인 모집단이 될 것으로 판단된다. 따라서, 표본조사 설계방안을 구체적으로 제시하면 다음과 같다. 산업은 우리나라 표준산업분류(KSIC) 코드에 따라 구분하

며, 대분류로 직전연도 연구개발지출 조사기업과 미포함기업으로 분류한다. 이에 따라 표본추출층을 구성하면 <표 3>과 같다.

<표 3> 표본 추출층 구분

산업 분류		조사기업	미계상된 기업	최종 표본
산업	산업	G1~G8	G9~G11	
011-122	농림수산업	14	14	28
15-16	음식료품 및 담배	243	111	354
17-19	섬유, 의복 및 가죽제품	126	156	282
20-22	목재, 종이, 인쇄 및 출판	54	73	127
23-25	코크스, 석유, 핵연료, 등	1,158	501	1,659
26	비금속 광물제품	148	79	227
27	제1차 금속산업	131	94	225
28	조립금속제품	289	222	511
29	기타기계 및 정비	1,054	764	1,818
30	컴퓨터 및 사무용기기	204	157	361
31	전기기계	510	371	881
321	전자부품(반도체 포함)	588	390	978
322-323	영상, 음향 및 통신장비	773	472	1,245
33	의료, 정밀, 광학기기	445	273	718
34	자동차	370	219	589
35	기타 운수장비	68	58	126
36-37	가구 및 재생재료 처리업	71	78	149
40	전기, 가스 및 수도사업	10	11	21
45-46	건설업	696	406	1,102
51,52,60,62,63,67	도소매 운수 금융업	85	151	236
64	통신업	30	30	60
72-75	사업서비스업	1,934	1,370	3,304
80,87,88,90,92	오락, 문화산업	35	39	74
	합계	9,036	6,039	15,075

직전연도 조사기업은 직전연도 연구개발비 수준과 기업종류(대기업, 벤처기업, 중소기업)에 따라 다음과 같이 8개 그룹으로 분할한다. 그룹분류를 정리하면 다음 <표 4>와 같다. 연구개발지출은 표본 추출임을 고려하여 직전 연도만이 아니라, 최근 3년 정도를 고려하여도 무방하다. 미포함기업은 폐업 등을 제외하고 나머지 기업들은 대기업, 벤처기업, 중소기업 3 그룹(G9~G11)으로 분류한다.

<표 4> 연구개발비와 기업종류에 의한 구분

구분	전수조사기업 (4,867개사)	표본조사기업 (10,208개사)						
	연구비규모	연구비 규모	대기업		벤처기업		중소기업	
전연도 조사 기업 (9,036 기업)	3억원이상	3억원	G2	15	G3	652	G6	786
	G1	2억원		7	G4	667	G7	1,029
		1억원		7	G5	331	G8	675
	4,867		계	29	계	1,650	계	2,490
전연도 미계상된 기업(6,039개사)			G9	75	G10	2,128	G11	3,836

표본조사군에 대한 각 그룹별 표본비율을 구상하여 보면 <표 5>와 같다.

<표 5> 그룹별 표본비율에 대한 대체적 방안 비교

그룹	구분	기업수	비중	1안		2안		3안	
				비율	표본수	비율	표본수	비율	표본수
0	5억이상							100%	3,204
1	3억이상	4,867	32.28%	100%	4,867	100%	4,867	70%	1,164
2	3억미만 대기업	29	0.19%	100%	29	100%	29	70%	20
3	2-3억 벤처기업	652	4.32%	100%	652	70%	456	70%	456
4	1-2억 벤처기업	667	4.42%	50%	334	50%	334	50%	334
5	1억미만 벤처기업	331	2.20%	30%	99	30%	99	30%	99
6	2-3억 중소기업	786	5.21%	50%	393	70%	550	50%	393
7	1-2억 중소기업	1,029	6.82%	30%	309	50%	515	30%	309
8	1억미만 중소기업	675	4.48%	10%	68	30%	203	10%	68
9	미포함 대기업	76	0.50%	10%	8	10%	8	10%	8
10	미포함 벤처기업	2,129	14.12%	3%	64	3%	64	3%	64
11	미포함 중소기업	3,837	25.45%	3%	115	3%	115	3%	115
합 계		15,078	100.0%	46.0%	6,937	48.0%	7,239	41.3%	6,234

제1안은 연구개발지출 잠재력을 감안하여 대기업과 벤처기업의 비중을 높였다 (대기업 > 벤처기업 > 중소기업). 대기업(G2)과 2~3억원 벤처기업(G3)에 대하여 전수조사를 실시하는 방법이다. 제2안은 벤처기업과 중소기업의 비중을

동일하게 하는 방법이다(대기업 > 벤처기업 = 중소기업). 벤처기업(G3~G5)과 중소기업(G6~G8)의 비중을 동일하게 유지한다. 제3안은 전수조사군을 연구개발 지출 5억원 이상으로 하고, 표본조사군의 표본비율을 70%이하로 낮추는 방법으로 5억원 이상 그룹을 G0으로 신설한다. 미계상된 기업에 대하여는 대기업, 벤처기업, 중소기업을 각각 10%, 3%, 3%를 추출한다.

각 대체안별 장단점을 비교하여 보면 제1안은 표본비율이 조사기업 9,036개 기업의 76.8%이며(미계상된 기업까지 고려하면, 46.0%를 차지) 앞에서 표본 분석을 수행한 방법으로 이는 연구개발지출 잠재력을 감안하여 대기업과 벤처기업의 비중을 높인 표본설계방안이다. 제2안은 표본비율이 조사기업 9,036개 기업의 80.1%나 차지하여 표본조사의 실익이 별로 없다(미계상된 기업까지 포함하면 48.0%). 제3안은 표본비율이 조사기업 9,036개 기업의 69%를 차지하며(미계상된 기업까지 고려하면, 41.3%) 앞부분에서 민감도분석시 활용한 방법이다.

위의 세 안 모두 비교적 표본비율이 높은 편이나, 표본조사를 처음으로 실시하기 때문에 당분간 약간 높은 비율을 유지할 필요가 있으며, 향후 모집단이 증가하여도 표본비율을 축소하여 이 정도의 표본수를 유지하는 것이 좋을 것으로 생각된다. 따라서 일반적으로 중소기업에 비하여 대기업과 벤처기업의 연구개발 잠재력이 높기 때문에 대기업과 벤처기업의 표본비율을 높인 제1안이 바람직할 것으로 판단된다.

표본추출은 산업별, 그룹별로 구분하여 각 층에서 표본을 추출하는 층화추출법(stratified sampling method)을 전제로 한다. 표본을 추출하는 방법은 다음 두 가지가 주로 사용되고 있는데, 단순임의추출법(Simple Random Sampling: SRS)은 주로 그룹 내 표본이 동질적인 경우에 사용되고, 규모비례확률추출법(Probability Proportionate to Size Sampling: PPS)은 그룹 내 표본이 동질적이지 않고, 그 특성이 알려진 경우에 사용된다. 단순임의추출법은 간편하나, 그룹 내에서 특별한 표본이 추출되었을 경우, 통계가 왜곡된다는 문제점이 있다.

본 연구에서 조사집단에 속한 그룹은 각 그룹별로 연구개발지출의 분포가 동질적인 것으로 판단되기 때문에 단순임의추출법(SRS)을 사용하여도 큰 무리가 없을 것으로 판단된다. 다만 전년도 미포함기업에 대하여는 신규 대형 연구소 진입 등을 고려하여 규모비례확률추출법(PPS)을 고려하는 것도 바람직하다. 이 방법을 적용할 경우 규모는 사전에 신고된 연구개발지출을 사용하거나,

이 자료가 불충분하면 기업의 종업원수를 기준으로 사용하는 것도 가능하다.

자료수집은 현행과 같이 회사 대표에게 우편으로 발송되어, 인터넷으로 입력하는 것이 바람직할 것으로 보인다.

추정기법은 표본추출방법에 따라 다르게 적용된다. 단순임의추출법(Simple random sampling)을 적용하는 조사집단의 경우, 다음과 같은 산식에 의하여 모집단 값을 추정한다.

$$\text{표본집단값} \times \frac{\text{모집단 기업수}}{\text{표본 기업수}} = \text{모집단값 추정치}$$

규모비례확률추출법(Probability proportionate to size sampling)을 적용하는 미포함기업의 경우, 다음과 같은 산식에 의하여 모집단 값을 추정한다.

$$\text{표본집단값} \times \frac{\text{모집단 규모수치 합계}}{\text{표본 규모수치 합계}} = \text{모집단값 추정치}$$

일부 기업들이 특정 항목에 대한 자료를 제공하지 않는 항목무응답의 경우, 누락된 자료에 대하여는 대체기법(Imputation algorithm)에 따라 이를 추정한다. 대체기법은 무응답 항목의 전년도 값에 산업평균 증가율을 적용하여 환산하는데, 특별한 사유가 있는 경우는 이를 참작한다.

전수조사기업에서 응답하지 않는 단위무응답의 경우에는, 다른 자료 원천(예를 들면, 재무제표)의 자료를 이용하거나, 산업평균 증가율을 적용하여 추정한다. 표본조사기업에서 응답하지 않는 단위무응답의 경우에는, 표본으로 선정되지 않은 것으로 간주하여 위 산식의 분모를 조정하는데, 이러한 추정기법은 특별한 사유가 없는 것으로 간주되는 일반적인 경우에 해당된다. 특이사항이 있는 경우에는 이를 반영하여야 한다.

본 표본조사의 적용은 단계적으로 실시하는 것이 바람직하다. 즉 표본조사 도입 첫해에는 전수조사와 표본조사를 병행하고, 그 이후 표본조사가 정착되면 표본의 비율을 축소해 나가는 것이 전수조사에서 발생하는 비표본오차를 해소하고, 소규모기업의 행정적 부담도 경감시킬 수 있을 것이다.

3.4. 조사 항목에 대한 구상

기업의 재무제표와 본 과학기술연구개발활동조사보고서의 연구개발지출에 대한 정의가 상이하여 자료 검증 및 해석에 곤란함을 초래하고 있다. 따라서 기업 수행 연구개발지출과 기업부담 연구개발지출의 정의를 구체화하여 상호간의 연관성을 명백히 할 필요가 있다.

현재 사용되고 있는 설문지에서는 외부에서 받은 연구개발비와 외부로 지출한 연구개발비를 조사하고 있어, 연구장비 및 시설에 대한 감가상각비를 추가하면 차이에 대한 원인 규명이 가능해진다. 현재 일본의 경우, 장비구입비와 감가상각비를 동시에 조사하고 있으며, 미국이 경우 감가상각비만을 조사하고 있으나, 설문지 개선안에서는 장비구입비를 추가하고 있어 이 둘 모두를 조사하는 것은 국제적인 추세로 볼 수 있다.

따라서 우리나라도 새로운 지식자본시대에 적합한 다양한 정보를 수집하기 위하여 새로운 조사항목을 포함하는 설문지 개발이 필요하다.

IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 기업 연구개발활동의 효율적 통계산출방법을 제시하고자 하였다. 이를 위하여 국내·외 R&D통계 방법을 조사하였으며, 이를 토대로 R&D통계의 신뢰성 확보를 위한 기업의 과학기술연구개발활동조사 개선방안을 제시하였다. 더불어 기업의 연구개발활동에 대한 다양한 정의와 측정목적에 비교·분석함으로써 서로간의 목적 차이와 검증가능성을 제고하고자 하였다.

대부분의 국가에서는 대기업을 대상으로 전수조사를 실시하고, 소규모 기업에 대해서는 표본조사를 수행하는데 대체기법을 적용하여 전체 모집단을 추정하고 있다(모집단수/표본수). 현재 우리나라도 등록된 연구기관의 수가 20,000개를 넘어섰고, 기업수도 19,000개를 넘어서고 있어 연구소 등록법인에 대하여 수행하는 전수조사는 한계에 다다른 것으로 예측되며 향후 기업 연구소 확대에 대비하여 현시점에서 표본조사 방법을 도입할 필요가 있다.

따라서 표본조사의 타당성을 평가하기 위하여 현재 전수조사자료를 이용하여 표본조사를 수행한 결과와 전수조사 결과를 비교·분석하였다. 2006년도 조사

기업 총 9,036개사를 그룹별로 나누어 전수조사와 표본조사를 실시하였다. 산업별(24개), 그룹별(8개)로 구분한 216개 셀별로 모집단수/표본수를 곱하여 통계치를 산정(셀별추정법)한 결과, 전수조사 결과와 거의 동일하게 나타났다. 따라서 산업별, 그룹별로 세분하여 모집단수/표본수를 곱하여 추정하는 셀별추정법이 타당한 것으로 평가할 수 있다.

이상의 분석결과를 토대로 조사 설계 방안을 제시하면 다음과 같다.

직전연도 연구개발비 수준과 기업종류(대기업, 벤처기업, 중소기업)에 따라 8개 그룹(G1~G8)으로 분할하는데, 연구개발지출은 표본 추출임을 고려하여 직전 연도만이 아니라, 최근 3년 정도를 고려하여도 무방할 것으로 판단된다. 미계상된 기업은 폐업 등을 제외하고 나머지 기업들은 대기업, 벤처기업, 중소기업 3 그룹(G9~G11)으로 분류한다. 각 그룹별 연구개발지출의 분포가 동질적이기 때문에 표본 추출방법은 단순임의추출법(SRS)을 사용하고, 전년도 미계상된(또는 미포함된) 기업에 대하여는 신규 대형 연구소 진입 등을 고려하여 규모 비례확률추출법(PPS)을 고려하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

일부 기업들이 특정 항목에 대한 자료를 제공하지 않는 항목무응답의 경우, 누락된 자료에 대하여는 응답기업의 그 항목에 해당하는 전년도 값에 대하여 산업평균 증가율을 적용하여 환산하는 대체기법을 사용하여 이를 추정한다. 이러한 표본조사방법은 전수조사에서 발생하는 비표본오차를 해소하고, 소규모 기업의 행정적 부담을 경감할 수 있을 것이다.

또한 새로운 지식자본시대에 적합한 다양한 정보를 수집하기 위해 새로운 조사항목을 포함하는 설문지 개발도 검토할 필요성이 있다.

참고문헌

- 과학기술부·과학기술기획평가원(2007), 「2007년도 과학기술연구개발활동조사보고서」.
- 나인철(1995), "연구개발비용의 산출실태와 산출기준의 개선방안" 「회계저널」, 제3호, pp. 165-188.
- 박범호·김순기(1989), 「상장기업들의 연구개발비 회계처리에 관한 연구」, 한국상장회사협의회 연구보고서 89-5.
- 박선영·조성표(2007), 「국내 기업의 연구개발활동 통계의 비교와 시사점」, 한국과학기술기획평가원, 이슈페이퍼 2007-14.
- 신동완·김재광(2006), 「과학기술연구개발조사 무응답처리」, 과학기술부
- 유승훈·문혜선(2002), 과학기술연구개발활동조사의 개선방안, 「기술혁신학회지」, 제5권 제2호, pp. 228-244
- 윤문섭·장진규(1996), 「우리나라 연구개발활동의 측정방법개선 및 국제비교성 제고방안」, 과학기술정책관리연구소
- 조성표·이권훈(1997), "『연구개발에 관한 회계처리준칙』의 문제점 및 개선방안", 한국회계학회, 연구보고서 제7호.
- 조성표(2002), 「Korean R&D Scoreboard 개발」, 과학기술부.
- 조성표·임기철(2003), 「Korean R&D Scoreboard 2003」, 과학기술정책연구원
- 조성표·임기철(2005), 「Korean R&D Scoreboard 2005」, 과학기술정책연구원
- 조성표·이연희·박선영·배정(2003), "R&D Scoreboard에 의한 연구개발투자과 성과의 연관성 분석", 「기술혁신연구」, 제10권 제11호, pp. 98-123.
- 조성표·박선(2004), "연구개발지출의 차별적 시장가치평가에 관한 실증연구", 「경영연구」, 제19권 제3호, pp. 267-290.
- 조성표·정재용(2001), "연구개발지출의 다기간 이익효과 분석", 경영학연구 제30권 제1호, pp.289-315.
- 한국산업기술진흥협회(2007), 「2007년판 산업기술백서」.
- 한국은행(2007), 「기업경영분석」.
- 한국회계연구원(2007), 「기업회계기준서」 제3호 "무형자산".

Department of Trade and Industry(2002), *The 2002 R&D scoreboard : Commentary and Analysis*(DTI Publication URN 02-31 part 1)

Department of Trade and Industry(2002), *The 2002 R&D scoreboard : Company Data*, (DTI Publication URN 02-215 part 2)

Financial and Accounting Services Division(2008), Report on the quinquennial review of the business enterprise research and development inquiry, National Statistics.

Melbourne Institute of Applied Economic and Social Research (2001), *R&D and Intellectual Scoreboard 2000*.

National Institute of Science and Technology Policy(1995), Science and Technology Industry Indicators : 1994, *A Systematic Analysis of Science and Technology Activities in Japan*.

National Science Foundation(2002), Science and Engineering Indicators 2000, National Science Foundation.

Organization for Economic Cooperation and Development(2001), OECD Science, Technology and Industry Scoreboard, Toward a Knowledge-based Economy, *Science and Innovation*.

Office for National Statistics(2008), Research and Development in UK Businesses 2006,

<http://www.innovation.gov.uk>

<http://www.nsf.gov>

http://www.stat.go.jp/data/kagaku/2007/a2_19gai.htm#1