

중소기업 기술통계의 체계화 방안에 관한 연구

2001. 11

중 소 기 업 청
중소기업연구원

중소기업 기술통계의 체계화 방안에 관한 연구

2001. 11

**중 소 기 업 청
중 소 기 업 연 구 원**

제 출 문

중소기업청장 귀하

귀 청에서 의뢰받은 「중소기업 기술통계의 체계화방안」
용역을 완료하고 본 보고서를 최종보고서로 제출합니다.

2001년 11월 3일

중소기업진흥재단 중소기업연구원
이 사 장 김 영 수

연 구 진

□ 연구총괄 및 책임연구원

송 장 준

중소기업연구원 연구위원

□ 연구원

박 종 영

중소기업연구원 책임연구원

박 승 찬

중소기업연구원 책임원구원

김 문 선

중소기업연구원 선임원구원

목 차

제 1 장 서론	1
제 1 절 연구의 배경 및 목적	1
1. 연구의 배경	1
2. 연구의 목적	1
제 2 절 연구의 방법 및 기대효과	3
1. 연구의 방법	3
2. 연구의 기대효과	4
제 2 장 선행연구에 대한 고찰	6
제 1 절 기술수준 평가에 대한 선행연구 고찰	6
1. 기술수준 및 지표에 대한 연구	6
가. 기술수준 평가 및 지표개발에 관한 연구	6
나. 국가과학기술통계·지표체계도의 구상	8
다. 우리나라 연구개발활동의 측정방법 개선 및 국제비교성 제고방안	10
라. 기술무역통계의 체계화와 기술수출활성화 방안 연구	11
2. 기술경쟁력 및 지수개발 대한 연구	12
가. 한국 산업의 기술경쟁력	12
나. 한국 제조업의 기술력과 무역경쟁력에 관한 연구	14
다. 지식기반 중심의 과학기술력 지수개발에 관한 연구	16
제 2 절 OECD 과학기술통계 조사방법론의 고찰	19
1. OECD의 과학기술지표 개발활동	19
2. 연구개발부문 : Frascati Manual	20
가. 연구개발의 정의	20
나. 연구개발의 부문별 분류방식	20
다. 평가지표 및 측정방법	22
라. 조사방법	25
마. OECD 기준과 우리나라 과학기술연구개발활동조사의 차이점	25
3. 기술무역수지부문 : TBP Manual	28
가. 개요	28
나. TBP에 포함되는 국제거래의 형태	28

다. TBP 분류체계 및 조사·데이터의 수집방법	30
라. OECD지침과 한·일 기술무역통계 작성현황	32
4. 기술혁신부문 : Oslo Manual	38
가. 개요	38
나. 기술혁신의 개념	38
다. 평가지표	39
라. 조사방법	41
5. 특허부문 : Patent Manual	41
가. 개요	41
나. 평가지표	41
다. 주요국의 특허통계지표	46
라. 우리나라의 특허통계지표	49
제 3 장 국내외 기술통계의 작성현황 검토	51
제 1 절 우리나라의 기술통계 작성현황 및 문제점	51
1. 과학기술통계의 작성현황	51
2. 기술통계의 전반적 문제점	55
가. 기술수준 측정상의 문제점	55
가. 기술통계 내용상의 문제점	55
나. 생산주체 및 조사방법상의 문제점	59
3. 과학기술연구개발활동조사	61
가. 조사의 개요	61
나. 통계 작성현황	62
다. 문제점	68
4. 중소제조업기술개발활동실태조사	70
가. 조사의 개요	70
나. 통계 작성현황	70
다. 문제점	75
제 2 절 외국의 기술통계 작성현황	78
1. 일본의 중소기업 기술통계	78
가. 상업·서비스업 설비투자동향조사	79
나. 중소기업창조적활동실태조사	80
다. 기타 주요 과학기술통계	82
2. 미국의 중소기업 기술통계	89

가. NSBU/AAEG 중소기업조사	89
나. SMBA의 심층중소기업통계	89
3. OECD의 과학기술 통계	91
 제 4 장 기술통계의 체계화 방안	93
제 1 절 기술수준과 통계의 범위	93
1. 기술과 기술수준의 개념	93
2. 중소기업 기술통계의 범위	94
가. 중소기업 기술통계의 범위	94
나. 중소기업 기술통계의 분류체계	95
제 2 절 기술통계의 지표체계 및 선정기준	97
1. 기술수준 지표체계의 검토	97
가. 통계, 지표와 지수	97
나. 기술수준 지표의 분류	97
다. 개별지표	99
라. 복합지표와 분석지표	101
2. 기술통계지표의 선정기준	103
가. 통계의 신뢰성 확보	104
나. 통계의 비교가능성 제고	105
다. 통계의 객관성 및 접근성 제고	106
라. 통계의 활용도 제고	107
제 3 절 중소기업 기술통계지표의 개선	109
1. 기술개발력 부문	109
가. 기술개발 인력	109
나. 기술개발 조직	119
다. 기술개발 투자	123
라. 기술개발 활동	137
마. 보유 설비의 수준	141
2. 기술경쟁력 및 기술수준 부문	142
가. 상대적 기술경쟁력	142
나. 보유기술 수준	147
3. 기술개발의 성과 부문	152
가. 기술개발 실적 및 효과	152

나. 기술의 권리(산업재산권)	155
다. 기술의 거래	156
4. 애로기술 및 기술개발 저해요인	159
가. 개요	159
나. 중소기업의 애로기술	161
다. 기술개발과정의 애로 및 문제점	161
5. 기술지원제도 평가 및 정책건의	163
가. 개요	163
나. 현행 기술개발지원제도에 대한 평가	164
다. 기술개발 지원시책의 방향	165
6. 중소기업 기술통계 조사표(案)	167
 제 4 절 기술통계 생산방법의 개선	168
1. 모집단의 설정	168
가. 모집단과 표본의 개요	168
나. 조사대상 모집단의 결정	168
2. 표본의 설계 및 추출	173
가. 표본조사의 개요	173
나. 표본 추출방법	173
다. 충화방법 및 표본수의 결정	175
라. 표본설계 결과	178
3. 조사방법의 개선	180
가. 조사기간 및 주기	180
나. 조사방법	180
 제 5 절 중소기업 기술력지수의 개발	181
1. 기술력의 개념과 기술력지수	181
가. 기술력의 개념	181
나. 기술력지수의 개발 과정	182
2. 거시적 기술력지수	183
가. 지표의 선정 및 고려사항	183
가. 기술개발력 지수	184
나. 기술수준 지수	186
3. 미시적 기술력지수	188
가. 대상기술의 선정	189

나. 기술의 공정별 분류	189
다. 기술수준 측정치의 분류	190
라. 점수제 모형(Scoring model)	191
 제 5 장 결론 및 제언	195
 참고문헌	199
 <첨부 1> 중소기업 기술통계 조사표(案)	201
<첨부 2> 지수개발시 모수간 가중치 부여방법	213
<첨부 3> 기술수준 사례분석	231

표 목 차

<표 2-1> 산업유형별 세부업종 및 분류기준	13
<표 2-2> 기술활동의 측정지표와 각 지표의 장단점	14
<표 2-3> 지식기반 경쟁력 구조표	16
<표 2-4> 과학기술 경제적 성과 측정방식	17
<표 2-5> 과학기술통계 관련 OECD 매뉴얼	19
<표 2-6> OECD의 5개 부문별 연구개발 조직의 분류방식	21
<표 2-7> 내부사용 연구개발비의 비목별 구성항목	22
<표 2-8> 직접적 연구개발활동과 간접지원활동의 구분방법	24
<표 2-9> OECD의 직종별 분류와 ILO의 ISCO-88의 비교	24
<표 2-10> 연구개발비의 비목구성 비교	26
<표 2-11> 연구개발인력의 직종별 구분 및 정의 비교	27
<표 2-12> TBP 포함대상거래의 유형	29
<표 2-13> OECD지침서의 TBP 분류체계	31
<표 2-14> 기술무역수지 조사시 수집대상 데이터의 내역	32
<표 2-15> 과거('94.4)와 비교한 우리나라의 기술무역통계 작성현황	34
<표 2-16> OECD 분류체계와 국내 기술무역통계 작성현황 비교	35
<표 2-17> OECD지침서와 일본기술무역통계 범위의 차이	37
<표 2-18> OECD 분류체계와 일본의 기술무역통계 작성현황 비교	37
<표 2-19> 특허지표의 분류 체계	42
<표 2-20> CHI사의 기술력 분석지표	46
<표 2-21> 기술분야별, 지역별 기술성과지수	47
<표 2-22> 산업별 호주의 미국특허 특성분석지표	48
<표 2-23> 일본의 특허 통계·지표체계	49
<표 2-24> 우리나라의 특허통계 현황	50
<표 3-1> 과학기술관련 주요통계 작성 현황	52
<표 3-2> 기술관련 승인통계 현황	58
<표 3-3> 유사통계의 조사방법 비교	60
<표 3-4> 조사대상기관 현황	63
<표 3-5> 과학기술연구개발활동조사의 조사항목	64
<표 3-6> 기업규모별 통계조사항목	66
<표 3-7> 모집단의 크기에 따른 표본의 구성수준	69
<표 3-8> 모집단 및 표본업체 현황	73
<표 3-9> 기술개발활동실태조사 중요 지표의 척도 및 측정방법	76

<표 3-10> 최근 3년간('97~'99년)의 일본 중소기업청 작성 승인통계 현황	80
<표 3-11> 한·일간의 기술무역통계 작성방법의 비교	88
<표 4-1> 중소기업 기술통계의 분류체계	96
<표 4-2> 과학기술연구활동조사의 연구개발인력 측정지표	110
<표 4-3> 연구개발인력의 전공분야별·학위별 측정지표	112
<표 4-4> 연구개발인력의 전공별·학위별·연령별 측정지표	113
<표 4-5> 기술개발활동실태조사의 기술개발인력 측정지표	114
<표 4-6> 기술개발 담당조직 인력의 학력별 현황	115
<표 4-7> 기술개발인력 조사방법의 비교	116
<표 4-8> 기술개발 인력의 측정지표(案)	117
<표 4-9> 학력별 인력보유현황 측정지표(案)	118
<표 4-10> 연령별 인력보유현황 측정지표(案)	118
<표 4-11> 경력별 인력보유현황 측정지표(案)	118
<표 4-12> 연구개발조직 조사방법의 비교	121
<표 4-13> 기술개발 담당조직형태 측정지표(案)	122
<표 4-14> 외부로부터 받은 연구개발비	125
<표 4-15> 자체부담연구개발비	125
<표 4-16> 지출대상기관 형태별 외부지출 연구개발비	126
<표 4-17> 지출형태별 외부지출 연구개발비	126
<표 4-18> 자체사용연구개발비의 비목별 현황	126
<표 4-19> 자체사용연구개발비의 용도별 구분	126
<표 4-20> 자체사용연구개발비의 성격별 현황	127
<표 4-21> 자체사용연구개발비의 분야별 현황	127
<표 4-22> 중소기업실태조사의 기술개발투자액 측정지표	129
<표 4-23> 중소기업실태조사의 설비투자액 측정지표	129
<표 4-24> 기술개발 투자액 측정지표	130
<표 4-25> 기술개발 투자액의 용도별 비중	130
<표 4-26> 기술개발 투자액의 조달처별 비중	131
<표 4-27> 연구(기술)개발비 통계의 비교	132
<표 4-28> 기술개발비 조사방법의 비교	133
<표 4-29> 기술개발비 투자액의 비목별 측정지표(案)	135
<표 4-30> 기술개발비 투자액의 목적별 측정지표(案)	135
<표 4-31> 자체사용기술개발비의 비목별 측정지표(案)	135
<표 4-32> 기술개발비의 조달에 대한 측정지표(案)	136
<표 4-33> 기술개발비의 동기 측정지표(案)	138
<표 4-34> 기술개발활동 수행방법 측정지표(案)	138

<표 4-35> 중점 기술개발 분야 측정지표(案)	139
<표 4-36> 기술개발 소요기간 측정지표(案)	139
<표 4-37> 공동기술개발 형태 측정지표(案)	140
<표 4-38> 기술도입 형태의 측정지표(案)	140
<표 4-39> 보유 설비의 수준 측정지표(案)	141
<표 4-40> 중소기업의 상대적 기술경쟁력	144
<표 4-41> 중소기업의 상대적 기술경쟁력 측정지표(案)	147
<표 4-42> 보유기술의 신규성	149
<표 4-43> 보유기술 중 경쟁력있는 분야 및 취약한 분야	149
<표 4-44> 보유기술의 핵심성 측정지표(案)	150
<표 4-45> 보유기술중 경쟁력있는 분야 및 취약분야의 측정지표(案)	150
<표 4-46> 보유기술의 신규성 · 독창성 · 모방난이성 측정지표(案)	151
<표 4-47> 보유기술의 생명주기상 위치 측정지표(案)	152
<표 4-48> 신기술 및 유사기술의 출현 및 대체속도 측정지표(案)	152
<표 4-49> 기술개발 건수 측정지표(案)	153
<표 4-50> 기술개발 효과의 측정지표(案)	154
<표 4-51> 산업재산권 현황 측정지표(案)	155
<표 4-52> 기술도입건수 및 기술도입액 측정지표(案)	158
<표 4-53> 기술이전건수 및 기술이전료 측정지표(案)	159
<표 4-54> 애로기술 부문의 측정지표(案)	161
<표 4-55> 자체기술개발 애로사항 측정지표(案)	162
<표 4-56> 공동기술개발 애로사항 측정지표(案)	162
<표 4-57> 개발기술 상품화과정의 애로사항 측정지표(案)	162
<표 4-58> 산업재산권 또는 인증 획득의 애로사항 측정지표(案)	163
<표 4-59> 현행 개발기술지원제도에 대한 평가지표(案)	165
<표 4-60> 향후 중점 지원분야에 대한 측정지표(案)	166
<표 4-61> 기술경쟁력 확보를 위한 지원방향에 대한 측정지표(案)	166
<표 4-62> 기술개발 정책자금 이용의 불만족사항에 대한 측정지표(案)	166
<표 4-63> 바람직한 기술력 평가기준에 대한 측정지표(案)	166
<표 4-64> 기술인력 지원방향에 대한 측정지표(案)	167
<표 4-65> 광공업통계조사 결과의 중소제조업체수	169
<표 4-66> 제조업의 업종별 사업체수(5인이상 업체)	171
<표 4-67> 중소기업 기술통계의 모집단 비교	172
<표 4-68> 표본설계 결과(5인이상 중소제조업체)	178
<표 4-69> 표본설계 결과(기술개발실적이 있는 업체)	179

그 름 목 차

<그림 2-1> 과학기술통계·지표체계 및 조사작업의 영역	8
<그림 2-2> 과학기술통계·지표체계의 구상	9
<그림 4-1> 과학기술수준지표의 분류	98
<그림 4-2> 개별지표의 분류	100
<그림 4-3> 복합지표와 분석지표의 분류	101
<그림 4-4> 중소기업 기술력지수의 개발 흐름도	182

연구의 요약

【 요 약 】

I. 연구의 목적 및 필요성

본 연구는 중소기업 기술통계의 파악, 주요 선진국의 통계내용 및 작성사례 분석 등을 통하여 효과적인 중소기업 기술정책 수립에 필요한 기술통계를 체계화하고, 나아가 중소기업의 기술력지수를 개발하는데 기본적인 목적을 두고 있다. 그리고 이러한 기술통계의 체계화 작업을 통해 다음과 같은 효과를 기대할 수 있다.

첫째, 기술지원정책의 효과성 제고 측면에서 중소기업의 기술개발 활동, 기술개발력 및 기술수준 등에 대한 정확한 통계생산을 가능하도록 함으로써 향후 효과적인 정책개발에 기초자료로 활용될 수 있다.

둘째, 기술정책의 적시성 확보 측면으로 중소기업 기술개발 및 기술수준 동향을 빠르게 수집·분석하여 적기에 유연한 기술정책의 수립 및 시행이 가능할 것으로 기대된다.

셋째, 미래예측력의 강화 측면으로 통계의 시계열 분석을 통해 기술개발활동 및 기술경쟁력 추이를 파악하고, 이를 바탕으로 미래를 예측함으로써 중소기업 기술개발활동을 선도하는데 기여할 것으로 기대된다.

마지막으로, 기술수준의 비교가능성 측면으로서 국제기준에 부합하는 통계지표를 개발함으로써 경쟁국과의 기술수준 비교·분석과 지수화를 통한 비교가능성 제고에 기여할 것으로 판단된다.

II. 주요 연구내용 및 결과

1. 기술통계의 체계 및 지표의 선정기준

본 연구에서는 중소기업 기술통계를 기술개발력 부문, 기술경쟁력 및 기술수준 부문, 기술개발성과 부문, 애로기술 및 기술개발 저해요인, 기술지원제도 평가 및 정책건의의 다섯 가지로 분류하고, 이에 맞추어 세부 기술통계지표를 개발함으로써 중소기업의 기술통계를 체계화하였다.

2 중소기업 기술통계의 체계화방안

그리고 이러한 기술통계의 체계화를 위하여 먼저 기술통계지표의 선정 원칙을 확립하였는 바, 통계지표선정의 원칙으로 신뢰성, 비교가능성, 객관성 및 접근성, 활용성 등의 네 가지 기준을 제시하였다.

1) 통계의 신뢰성 확보

기술통계지표는 신뢰성을 확보하도록 선정되어야 하는데, 통계지표가 신뢰성을 가지기 위해서는 해당 통계지표가 대표성을 가져야 하며, 다른 한편으로는 조사결과의 유사 통계지표간 일치성을 가져야 한다.

2) 통계의 비교가능성 제고

통계의 비교가능성이 높기 위해서는 통계작성의 기준이 통일되어야 하며, 나아가 이 기준은 국제기준과 일치하여야 한다. 또한 통계가 반복적으로 작성될 때 통계의 비교가능성이 높아진다고 할 수 있다.

3) 통계의 객관성 및 접근성 제고

통계지표는 통계의 객관성과 획득성이 용이하도록 선정되어야 한다. 객관성이 없는 통계는 통계로서의 가치를 상실하고, 또한 아무리 값진 통계라도 그 획득이 용이하지 않다면 그것은 통계로서의 의미를 잃게 된다. 즉, 통계의 객관성 및 접근성이 제고되기 위해서는 통계지표가 단순·명료하고 측정이 용이하여야 한다.

4) 통계의 활용도 제고

통계생산의 궁극적인 목표는 통계수요자가 원하는 정보를 제공하고 나아가 정책개발의 기초자료로 활용함에 있다. 따라서 통계지표는 통계의 활용도를 높이는 방향으로 선정되어야 한다. 통계의 활용도를 높이기 위해서는 통계가 합목적성을 지녀야 하고 신속하게 생산되어야 한다. 뿐만 아니라 생산된 통계로부터 각종 파생정보를 많이 얻을 수 있도록 통계지표가 선정되어야 한다.

이와 같은 기술통계의 분류체계와 선정기준에 따라 본 연구에서 제시하는 중소기업 기술통계의 체계도는 다음 표와 같다.

< 중소기업 기술통계의 분류체계 >

기술개발력	기술정책 및 기술수준	기술개발 성과		기술자원제도 평가 및 정책전의
		에로기술 및 제조요인	에로기술 개발자원	
1. 기술개발 인력 - 기술개발 관련 보유인원수 - 인력 부족률	1. 상대적 기술경쟁력 - 기술전반 - 설계/개발기술 - 소재기술 - 직접생산기술 - 시험·검사기술 - 디자인기술 - 시스템 통합·조정 및 생산기획기술	1. 기술개발 실적 및 효과 - 기술개발 건수 • 제품기술 • 공정기술 - 기술개발 효과	1. 현행 기술개발자원 제도에 대한 평가 - 인지도 - 활용정도 - 활용효과	1. 중소기업 에로기술 - 에로기술 현황 2. 기술개발과정에서의 에로(과정별) - 자체기술개발과정 - 공동기술개발과정 - 상품화과정 - 산업제산권 또는 인증 획득과정 - 특허 • 출원, 등록, 보유 - 실용신안 • 출원, 등록, 보유
2. 기술개발 조직 - 기술개발담당조직 형태	2. 보유기술의 수준 - 핵심성 - 경쟁력있는 분야 및 취약분야 - 신규성, 독창성, 모방 난이성 - 생명주기상 위치 - 신기술 및 유사기술 출현속도	2. 기술개발 조직 - 기술개발·조정 및 협력 - 협력 • 출원, 등록, 보유 - 기술인력 조달 - 기술개발비 투자액 - 자체사용개발비 - 기술개발비 조달	2. 기술개발 지원서치의 방향 - 항후 중점지원분야 - 지원방향 - 정체자금 이용의 불만족 사항 - 기술력 평가기준 - 기술인력 지원방향	3. 기술자원 - 기술도입 • 전수, 금액 - 기술이전 • 전수, 금액 - 기술수출 및 기술무역수지
3. 기술개발 활동 - 기술개발 동기 - 기술개발 수행방법 - 기술개발 중점분야 - 기술개발 평균소요기간 - 공동기술개발 형태 - 기술도입 형태	4. 보유설비 수준 - 생산설비 - 시험검사설비			

2. 중소기업 기술통계지표의 개발

가. 기술개발력 관련 지표

1) 기술개발인력

기술개발 인력의 확보 정도와 능력은 한 기업의 기술수준을 결정하는 근간이다. 이는 현재와 미래에 대한 기술인력의 활용, 규모 및 구성에 대한 정보가 그 기업의 기술적 잠재력을 측정하는 척도가 될 수 있기 때문이다.

이러한 측면에서 볼 때 중소기업의 기술통계에 있어서도 기술개발력을 대표하고 측정하는 가장 중요한 척도중 하나로 기술인력의 지표가 포함되어야 함은 당연하다.

다만 기술개발 인력을 측정함에 있어서 그 범위와 개념을 명확히 함으로써 업체간에 동일한 기준에 의한 통계치를 산출할 수 있도록 하여야 하며, 이와 함께 국제적 기준에 부합하는 지표를 설계하는 등 중소기업 기술통계의 국제화 및 비교가능성 제고에 충분한 사전적 고려가 선행되어야 한다. 이에 따라 본 연구에서 제시한 기술개발 인력의 범위는 다음과 같다.

< 기술개발 인력의 범위 >

- 연구원 : 학사학위 이상의 학위 소지자 또는 동등 학위 이상의 전문지식을 갖고 추고 있는 사람으로서 행정, 사무 담당자 등을 제외한 순수 연구기술 개발인력
- 기능인력 : 연구원을 제외한 생산현장에서 연구기술 개발활동 관련 기자재의 운용, 도면의 작성, 가공·조립, 시험·검사·측정 등의 업무를 수행하는 자

2) 기술개발조직

기업의 기술개발능력 또는 기술개발활동과 관련된 주요 척도중 하나로 기술개발 조직을 들 수 있다. 기술개발 조직의 구성여부와 형태는 결국 기술개발에 대한 해당 기업의 관심과 의지, 그리고 투자 등을 포괄하는 대표적인 지표로서 의미를 부여할 수 있으며, 이는 또한 기업의 기술개발력과 기술개발활동에 직접적인 영향을 미치게 되고, 2차적으로는 기업의 기술수준에도 지대한 영향을 주게되기 때문이다.

본 연구에서는 기술개발 조직의 형태를 부설연구소, 상시연구개발 전담부서, 임시기술개발팀 등의 기술개발 전담조직과 생산활동에서 기술개발활동을 병행하는 생산부서로 구분하였다.

< 기술개발 조직의 형태 >

□ 기술개발 전담조직

- ① 부설연구소(독립연구소 포함)
- ② 상시연구개발 전담부서 : 기업내에 설치되어 있는 연구개발부서
- ③ 임시기술개발팀 : 특정 기술개발을 목적으로 운영되는 프로젝트팀 등

□ 생산부서 : 생산활동에 종사하면서 기술개발활동을 동시에 수행하는 부서

3) 기술개발투자

기술개발 투자는 기술개발 인력과 함께 기업의 기술개발활동 내지 기술개발력을 가름 하는 가장 중요한 척도중 하나이다. 한 기업이 기술개발에 투자한 비용의 절대액과 매출액에서 기술개발비가 차지하는 비중 등 기술개발과 관련한 비용지표는 기업의 기술적 잠재력과 기술수준 및 기술적 성과 등에 직·간접적으로 영향을 미치기 때문이다.

다만 기술개발투자 수준을 측정함에 있어서 기술개발투자의 범위와 개념을 명확히 함으로써 업체간에 동일한 기준에 의한 통계치를 산출할 수 있도록 하여야 하며, 이와 함께 가능한한 국제적 기준에 부합하는 지표를 설계하는 등 중소기업 기술통계의 국제화 및 비교가능성 제고에 충분한 고려가 선행되어야만 한다. 이에 따라 본 연구에서 제시한 기술개발 투자의 범위는 다음과 같다.

< 기술개발비의 범위 >

□ 경상적 지출 : 신제품 및 신기술 개발, 기존제품 및 기존공정의 개선을 위한

연구기술개발활동과 관련하여 투자한 금액

- ① 인건비 : 연구개발 인력에 대한 총 인건비 지출액
- ② 개발비 : 경상비중 인건비를 제외한 제 비용

□ 자본적 지출 : 기계·장치, 토지·건물 등의 구입 및 유지관리에 투자한 금액

중 기업의 일상적 생산활동에 관련된 부분을 제외한 연구기술개발과 관련하여 투입된 경비

- ① 기계·장치 : 연구기술개발용 기계·장치의 구입 및 대규모 유지보수 비용
- ② 토지·건물 : 연구기술개발용 토지 및 건물구입 및 건물의 대규모 수리비용

6 중소기업 기술통계의 체계화방안

4) 기술개발활동

중소기업의 기술개발력과 관련하여 기술개발 인력과 기술개발 투자 등의 주요 지표와 함께 기술개발 활동의 특성을 보여주는 몇 가지 보조지표를 활용할 필요가 크다. 이는 중소기업 기술통계의 목적이 기술수준 등의 현황을 파악하는데서 그치지 않고 중소기업의 기술개발을 지원하는데 필요한 정책적 자료로 활용되어야 하기 때문이다.

여기에는 기술개발을 담당하는 조직의 특성에 관한 지표도 포함되며, 그 밖에도 기술개발의 목적과 방법, 주요 기술개발 분야, 기술개발 소요기간, 공동기술개발의 형태 등의 다양한 지표가 고려될 수 있도록 하였다.

5) 보유설비의 수준

중소기업의 기술개발력에는 인력 및 조직, 투자, 기술개발활동 특성 등의 지표와 함께 기업이 보유하고 있는 설비수준도 직·간접적인 영향을 미치게 된다. 예를 들어 기업이 보유하고 있는 설비수준이 우수할 경우 기술개발의 기간이 단축될 수 있으며, 또한 개발의 질적 성과 역시 향상될 수 있다.

이러한 측면에서 중소기업의 보유 설비수준에 대한 조사의 필요성이 크며, 이에 따라 본 연구에서는 생산설비와 시험·검사설비에 대하여 그 수준을 측정하도록 지표를 설계하였다.

나. 기술경쟁력 및 기술수준 관련 지표

1) 상대적 기술경쟁력

상대적 기술경쟁력은 기술통계지표로서 대단히 중요하다. 그것은 기술통계지표 작성의 중요한 목적중 하나가 통계 수요자에게 중소기업의 기술수준에 대한 정확한 정보를 제공하고, 나아가 이러한 정보에 입각하여 기술발전을 위한 각종 정책입안에 필요한 자료를 제공하는 것이기 때문이다.

이때 적용될 수 있는 지표, 즉 상대적 기술격차의 측정 단위에는 년수(年數)와 백분율이 있는데, 기술수준을 시장가치로 환원하여 평가하지 않고 기술수준의 격차 그 자체만을 조사할 수 있는 년수 단위의 지표가 객관성의 확보와 조사의 용이성에서 보다 우수한 것으로 볼 수 있다.

이에 따라 본 연구에서는 기술전반, 설계/개발기술, 소재기술, 직접생산기술, 시험·검사기술, 디자인기술, 그리고 시스템통합·조정 및 생산기획기술의 7개 비교대상 기술을 선정하고, 그 각각에 대하여 동종 업종의 국내 대기업, 미국, 일본, 대만, 중국의 기업에 비교한 기술격차 년수를 통해 상대적 기술경쟁력을 측정하도록 설계하였다.

2) 보유기술의 수준

상대적 기술경쟁력은 기술수준을 간접적으로 나타내는 통계지표라고 할 수 있다. 한편 기술수준을 나타내는 또 다른 지표의 개발은 기술 그 자체와 직접 관련있는 각종 특성을 조사함으로써 가능하다. 이러한 기술수준에 관한 직접적인 통계지표는 기술수준을 간접적으로 나타내는 것이 아니라 직접적으로 나타내는 것이므로 기술에 체화된 각종 속성을 보다 더 잘 파악할 수 있게 한다. 그러나 기술이란 일정한 형체가 없고 생산과정에서 그 수준이 간접적으로 나타나는 것이므로 기술의 수준을 직접 조사한다는 것은, 특히 정량적으로 평가한다는 것은 매우 어려운 일이다.

한편 기술은 그 자체가 여러 가지 특성을 가지고 있는데, 그러한 특성 중 기술수준과 관련된 것들로 기술의 핵심성, 기술의 모방가능성, 기술개발의 난이도, 기술분포의 보편성을 들 수 있다. 이에 따라 본 연구에서는 기술수준의 측정지표로 보유기술의 핵심성 및 신규성, 독창성, 그리고 모방의 난이성 등의 지표를 개발하였으며, 측정의 수준은 정성적 조사가 되도록 설계하였다.

다. 기술개발의 성과 관련 지표

1) 기술개발 건수 및 효과

기술개발에 따른 결과는 양적인 측면과 질적인 측면으로 나타날 수 있으며, 이 가운데 기술개발 건수는 양적인 기술개발 성과를 대표하는 지표중 하나이다. 본 연구에서는 조사 대상 기업이 제품 및 공정에 관련하여 몇 건의 기술을 개발하였으며, 또한 현재까지 완료하지 못하고 계속 진행중인 기술개발 건수는 몇 건인지 등에 대하여 측정하도록 지표를 개발하였다. 또한 제품과 관련한 기술개발을 수행한 경우 완료된 개발기술의 제품화 실현 실적을 조사하여 기술개발활동의 유효성을 평가하는 자료로 이용할 수 있도록 하였다.

한편, 기술개발활동에 따른 효과는 기술개발의 목적 및 해당 기업이 처해있는 상황에 따라 상이하게 나타날 수 있다. 즉, 동일한 내용과 수준의 기술을 개발하였음에도 어떤 기업은 그 효과를 매우 긍정적으로 평가하는 반면, 어떤 기업은 효과가 낫다고 평가할 수 있다. 이는 기술개발의 효과가 기업마다 주관적 기준에 의하여 평가될 수 밖에 없는 사항이기 때문이다. 따라서 기술개발의 효과를 측정함에 있어서는 보다 객관적인 자료를 얻기 위해서 응답자의 주관에 의지할 수 밖에 없는 현행 척도를 지양하고, 기술개발을 통하여 어떤 부분에서 효과를 거두었는지를 측정하도록 지표를 개발하였다.

2) 기술의 권리

산업재산권은 기술개발 성과의 양적 측면보다는 질적인 측면의 성격이 강하며, 특정 기간 동안의 산업재산권 신청 및 등록건수는 기술개발의 성과지표로 활용할 수 있는 반

면에 특정 시점에서의 보유건수는 해당 기업의 기술수준을 나타내는 유의한 지표로 이용될 수 있다.

동 연구에서는 중소기업의 기술개발 성과를 나타내는 산업체재산권 지표로 특허와 실용신안권에 대하여 국내외 출원 및 등록건수, 그리고 보유건수 등에 조사하도록 지표를 설계하였다.

3) 기술의 거래

기업은 자체적으로 기술개발이 불가능하거나 보다 향상된 수준의 기술을 보유·활용 할 필요가 있을 때 외부와의 공동기술개발 내지 개발된 기술의 도입을 추진하게 된다. 반대로 개발된 높은 수준의 기술을 이전하기도 한다. 그리고 이와 같은 공동기술개발이나 기술거래의 당사자는 국내·외의 기업, 연구소, 공공기관 등이 될 수 있다.

이에 따라 본 연구에서는 기술의 성과를 나타내는 지표중 하나로 기술의 거래실적을 측정하도록 하였으며, '특허 및 노하우', '상표·의장·패턴', '기술서비스' 등에 대한 거래(기술도입 및 기술이전) 실적을 건수와 비용 측면에서 조사할 수 있도록 조사표를 설계하였다.

라. 애로기술 및 기술개발 저해요인

본 연구에서는 중소기업이 안고 있는 애로기술과 기술개발활동을 수행하는 과정에서 부딪히는 현실적 애로 및 문제점 등에 대하여 조사하기 위하여 현행의 중소제조업기술개발활동실태조사에서 조사하고 있는 지표를 위주로 지표를 수정·보완하였다.

한편, 이와 같은 중소기업의 애로기술 및 기술개발과정상의 애로사항 등을 경제적 여건과 기술의 진보, 그리고 그 밖의 요인들에 의해 변화할 수 있는 성격으로서, 이에 대한 조사지표는 기본적인 틀에서 크게 벗어나지 않는 범위내에서 매년도의 조사시마다 필요에 따라 보완되어야 할 것이다.

마. 기술지원제도 평가 및 정책견의

모든 정책은 적재적소의 원칙에 입각하여야 하며, 이러한 측면에서 볼 때 현행 제도에 대한 평가와 분석은 보다 효과적인 정책을 개발하는데 있어서 가장 좋은 자료가 된다고 볼 수 있다. 이와 같이 현행 제도에 대한 면밀한 평가와 더불어 실제로 기술개발활동을 수행하는 중소기업들이 현장에서 피부로 느끼는 바람직한 지원제도의 방향에 대해 살피고, 이를 제도에 적극 반영하는 것이야말로 기술개발 지원정책이 지향해야 할 최종의 목표라고 할 수 있을 것이다.

이에 따라 본 연구에서는 중소제조업기술개발활동실태조사에서 조사하고 있는 현행

기술개발지원제도에 대한 평가지표와 기술개발 지원시책의 방향에 대한 조사지표를 토대로 지표를 개선하였다.

3. 기술통계 생산방법의 개선

가. 모집단의 설정

중소기업의 기술통계에 대한 변수들을 측정하고자 할 때 그 조사대상을 무엇으로 하는가는 조사의 목적에 의해 크게 좌우되며, 또한 모집단 자료의 안정적인 획득 가능성도 함께 고려되어야 할 사항이다. 구체적으로는 중소기업의 범위와 조사대상 업종을 어떻게 규정할 것인가와 조사의 목적에 가장 부합되는 대상집단이 무엇인지를 결정해야 한다. 본 연구에서는 다음과 같은 두 가지의 모집단 안(案)을 제시하였다.

<A 案> 전체 중소제조업체

중소기업의 범위는 모집단 자료의 확보 측면을 고려하여 대다수의 중소기업 통계 및 광공업통계조사에서 적용하는 5인 이상 300인 미만을 대상으로 하며, 조사대상 업종은 한국산업분류상의 제조업(중분류상 15~37업종)으로 한다. 다만, 산업중분류상류의 16, 20, 23, 37 업종은 기술통계 조사대상에서 제외시키는 것이 바람직한데, 이는 해당 업체의 수가 극히 적거나 기술개발활동과는 거리가 먼 업종이기 때문이다.

한편 전체 중소제조업체를 모집단으로 하는 경우, 모집단 자료의 안정적 확보가 가능하며, 기술개발 수행업체와 미수행업체 간의 경영성과 비교가 가능하다는 장점이 있다.

<B 案> 기술개발 수행 중소제조업체

현행의 중소제조업기술개발활동실태조사의 모집단과 동일하게 기술개발실적이 있는 기업을 모집단으로 하는 안으로서, 이 경우에도 적용대상 업종은 A안과 같다. 한편 기술개발 수행업체를 모집단으로 할 경우, 중소기업의 기술개발과정에서 나타나는 현상 및 문제점, 애로사항 등의 파악과 기술지원정책의 평가 등 조사목적의 달성에 보다 부합될 수 있다는 장점이 있다.

나. 표본의 설계 및 추출

중소기업기술통계조사에서 어떠한 표본추출방법을 적용할 것인지는 기본적으로 조사의 목적과 통계의 활용도, 그리고 조사결과의 신뢰도 등에 의해서 결정된다. 이들을 모두

고려할 때 중소기업기술통계조사의 표본추출 방법은 우리나라의 기업대상 통계조사에서 가장 많이 이용되고 있는 층화단순임의추출법(stratified simple random sampling)을 적용하는 것이 바람직할 것이다. 한편, 층화된 계층별 표본수의 결정은 일반적으로 이용되는 Neyman의 최적배분법을 따르도록 하며, 동 최적배분법에 의한 산업중분류 및 종업원 규모별 표본수의 결정식은 다음과 같다.

$$\square \text{ 산업중분류별 표본수} : n = \frac{(\sum N\sigma)^2}{(V \times \sum NX)^2 + \sum N\sigma^2}$$

$$\square \text{ 산업중분류별 · 종업원규모별 표본수} : n_s = n \times \frac{N\sigma}{\sum N\sigma}$$

※ 기호 설명

- n : 표본수
- N : 모집단 사업체수
- X : 각층의 부가가치 또는 기술개발비
- σ : 사업체 부가가치 또는 기술개발비의 표준편차
- σ^2 : 사업체 부가가치 또는 기술개발비의 분산
- V : 목표정도 ($\frac{\epsilon}{t_a}$: ϵ =허용오차 t_a =신뢰계수)

다. 조사방법 등의 개선

그 밖에 중소기업 기술통계의 생산과 관련된 조사기간 및 조사주기, 그리고 조사방법 등은 다음과 같다.

1) 조사기간

- 조사 기준일 : 전년도 12월 31일
- 조사대상기간 : 1월 1일~12월 31일(회계년도가 이와 다른 경우 최근 완료된 회계년도 기준)
- 조사실시기간 : 3월 중순~4월 중순(1개월)

2) 조사주기

- 년 1회 (현행 중소제조업기술개발활동실태조사는 격년조사를 실시하고 있으나, 중소기업 기술통계는 중소기업기술혁신촉진법에 의해 매년 조사를 실시해야 함.)

3) 조사방법

- 통계의 신뢰도 제고를 위해 사전 조사표 발송후 조사원 방문조사 실시

4. 중소기업 기술력지수의 개발

본 연구에서는 중소기업의 기술력을 평가하기 위해 특정한 기술을 대상으로 하는 미시적인 기술력지수와 국가 또는 산업을 대상으로 하는 집계된 총체적인 기술력을 다루는 거시적 기술력지수로 구분하고, 다시 거시적인 기술력을 기술수준과 기술개발력으로 나누어 각각에 대한 기술력지수 개발방법을 제시하였다.

가. 기술개발력 지수

기술개발력지수는 기업 내지 산업, 또는 국가의 기술개발력과 관련하여 투입되는 지표들을 지수화한 투입지표의 복합지수와 기술개발력에 의해 산출되는 지표들을 지수화한 산출지표의 복합지수를 구한 후, 이를 합산하여 기술개발력을 나타내는 종합적인 지수로 산출한 것이다. 다음은 국가간 비교(비교대상 국가는 일본)를 위한 기술력지수의 예이다.

1) 투입지표의 복합지수

- 투입지표 : 연구비, 연구원수, 매출액 대비 연구비 비율, 연구원 1인당 연구비, 종업원대비 연구원 비율 등
- 투입지표의 복합지수

$$I_i = 0.5 \times [0.5 \times \frac{X_{1i}}{X_1^*} + 0.5 \times \frac{X_{2i}}{X_2^*}] + 0.5 \times [0.4 \times \frac{X_{3i}}{X_3^*} + 0.3 \times \frac{X_{4i}}{X_4^*} + 0.3 \times \frac{X_{5i}}{X_5^*}]$$

I_i : 투입지표 복합지수

X_{1i} : i 국가 연구개발지출액

X_1^* : 일본의 연구개발지출액

X_{2i} : i 국가 연구원수

X_2^* : 일본의 연구원수

X_{3i} : i 국가 매출액대비 연구비 비율

X_3^* : 일본의 매출액대비 연구비 비율

X_{4i} : i 국가 연구원 1인당 연구비

X_4^* : 일본의 연구원 1인당 연구비

X_{5i} : i 국가 종업원대비 연구원 비율

X_5^* : 일본의 종업원대비 연구원 비율

2) 산출지표의 복합지수

- 산출지표 : 특허출원 건수, 기술수출액, 1인당 특허 출원 건수, 1인당 기술수출액 기술도입액 대비 기술수출액 비율
- 산출지표 복합지수

$$O_i = 0.5 \times [0.5 \times \frac{X_{6i}}{X_6^*} + 0.5 \times \frac{X_{7i}}{X_7^*}] + 0.5 \times [0.4 \times \frac{X_{8i}}{X_8^*} + 0.3 \times \frac{X_{9i}}{X_9^*} + 0.3 \times \frac{X_{10i}}{X_{10}^*}]$$

O_i : 산출지표 복합지수

X_{6i} : i 국가 특허출원건수

X_6^* : 일본의 특허출원건수

X_{7i} : i 국가 기술수출액

X_7^* : 일본의 기술수출액

X_{8i} : i 국가 1인당 특허 출원 건수

X_8^* : 일본의 1인당 특허 출원 건수

X_{9i} : i 국가 1인당 기술수출액

X_9^* : 일본의 1인당 기술수출액

X_{10i} : i 국가 기술도입액대비 기술수출액 비율

X_{10}^* : 일본의 기술도입액대비 기술수출액 비율

3) 기술개발력 복합지수 = $0.5 \times I_i + 0.5 \times O_i$

나. 기술수준지수

기술수준지수 역시 기업 내지 산업, 또는 국가의 기술수준과 관련된 투입지표 및 산출지표를 선정하여 이를 투입지표와 산출지표의 복합지수를 구한 후, 다시 이를 합산하여 기술수준을 나타내는 종합적인 지수로 산출한 것이다. 다음은 국가간 비교(비교대상 국가는 일본)를 위한 기술수준지수의 예이다.

1) 투입지표의 복합지수

- 투입지표 : 기술개발력 복합지표, 기술자 수, 매출액 대비 기술도입액
- 투입지표 복합지수

$$KI_i = 0.4 \times \frac{Y_{1i}}{Y_1^*} + 0.3 \times \frac{Y_{2i}}{Y_2^*} + 0.3 \times \frac{Y_{3i}}{Y_3^*}$$

KI_i : 투입지표 복합지수

Y_{1i} : i 국가 기술개발력 복합지표 Y_1^* : 일본의 기술개발력 복합지표

Y_{2i} : i 국가 기술자 수

Y_2^* : 일본의 기술자 수

Y_{3i} : i 국가 매출액대비 기술도입액

Y_3^* : 일본의 매출액대비 기술도입액

2) 산출지표의 복합지수

- 산출지표 : 생산성(종업원 1인당 부가가치 생산액), 종업원 1인당 첨단기술제품의

부가가치 생산액, 총요소생산), 산업구조의 기술고도화(기술집약화 비율, 중화학공업비율, 호프만계수, 첨단기술산업의 부가가치율), 수출경쟁력(1인당 첨단기술제품의 수출액, 현시비교우위(RCA)지수, 첨단기술산업의 수입 대비 수출비율)

- 산출지표 복합지수

$$\begin{aligned}
 KO_i = & 0.4 \times \left[\frac{Y_{4i}}{Y_4^*} + 0.3 \times \frac{Y_{5i}}{Y_5^*} + 0.3 \times \frac{Y_{6i}}{Y_6^*} \right] \\
 & + 0.3 \times \left[0.25 \times \frac{Y_{7i}}{Y_7^*} + 0.25 \times \frac{Y_{8i}}{Y_8^*} + 0.25 \times \frac{Y_{9i}}{Y_9^*} + 0.25 \times \frac{Y_{10i}}{Y_{10}^*} \right] \\
 & + 0.3 \times \left[0.4 \times \frac{Y_{11i}}{Y_{11}^*} + 0.3 \times \frac{Y_{12i}}{Y_{12}^*} + 0.3 \times \frac{Y_{13i}}{Y_{13}^*} \right]
 \end{aligned}$$

KO_i : 산출지표 복합지수

Y_{4i} : i 국가 종업원 1인당 부가가치 생산액

Y_4^* : 일본의 종업원 1인당 부가가치 생산액

Y_{5i} : i 국가 종업원 1인당 첨단기술제품의 부가가치 생산액

Y_5^* : 일본의 종업원 1인당 첨단기술제품의 부가가치 생산액

Y_{6i} : i 국가 총요소생산

Y_6^* : 일본의 총요소생산

Y_{7i} : i 국가 기술집약화 비율

Y_7^* : 일본의 기술집약화 비율

Y_{8i} : i 국가 중화학공업비율

Y_8^* : 일본의 중화학공업비율

Y_{9i} : i 국가 호프만계수

Y_9^* : 일본의 호프만계수

Y_{10i} : i 국가 첨단기술산업의 부가가치율

Y_{10}^* : 일본의 첨단기술산업의 부가가치율

Y_{11i} : i 국가 1인당 첨단기술제품의 수출액

Y_{11}^* : 일본의 1인당 첨단기술제품의 수출액

Y_{12i} : i 국가 현시비교우의(RCA)지수

Y_{12}^* : 일본의 현시비교우의(RCA)지수

Y_{13i} : i 국가 첨단기술산업의 수입 대비 수출비율

Y_{13}^* : 일본의 첨단기술산업의 수입 대비 수출비율

3) 기술수준 복합지수 = $0.5 \times KI_i + 0.5 \times KO_i$

본문

제 1 장 서 론

제 1 절 연구의 배경 및 목적

1. 연구의 배경

우리 나라의 대다수 중소기업들은 만성적인 자금부족과 인력난, 기술부족 및 경영력 부족, 그리고 중소기업에 우호적이지 않은 경영환경 등으로 인하여 기업활동에 많은 어려움을 겪고 있다. 특히 중소기업은 자금 및 전문인력 등의 부족으로 인하여 극히 제한된 분야의 기술능력만을 보유하고 있는 경우가 많으며, 따라서 급격한 제품 및 기술환경 등의 변화추세에 대응하여 생존·성장하기 위해서는 여러 경로를 통한 기술자원의 획득이 필수적인 과제라고 할 수 있다.

이에 따라 중소기업청을 비롯한 관련 정부부처에서는 중소기업의 기술력 강화를 위하여 중소기업의 기술혁신과 기술축적을 위한 인프라구축, 기술개발활동 활성화 등의 각종 지원시책 및 제도를 강구·시행해오고 있다. 그러나 정부의 정책입안에 필수적인 기초자료가 되는 기술분야의 체계적인 중소기업 관련 통계체계가 취약하고, 또한 신뢰성도 낮아 자칫 정책실기로 이어질 위험성이 높은 것이 현실이다.

한편 정부는 중소기업 기술혁신의 중요성에 입각하여 최근 “중소기업기술혁신촉진법”을 제정하였으며, 동법 제8조¹⁾에서는 중소기업 기술통계의 작성에 대해 구체적으로 명시하고 있다.

그러나 이와 같이 법률의 규정에 의거한 통계작성의 필요성이 아니더라도, 중소기업의

-
- 1) 제8조 (중소기업기술통계 작성) ① 중소기업청장은 촉진계획의 효율적인 수립·추진을 위하여 중소기업 기술통계(이하 “기술통계”라 한다)를 작성하여야 한다.
② 기술통계에는 다음 각호의 사항이 포함되어야 한다.
1. 중소기업의 기술경쟁력 및 기술수준
2. 중소기업 애로기술 및 기술관련 취약요인
3. 국내·외 기술동향분석
4. 중소기업 기술인력 실태
5. 시험·검사장비 실태
6. 그 밖에 촉진계획 수립을 위하여 필요한 사항
③ 통계법은 기술통계 작성에 이를 준용한다.
④ 중소기업청장은 통계법 제20조의 규정에서 정하는 범위안에서 대통령령이 정하는 바에 따라 기술통계 작성에 관한 권한의 일부를 중소기업협동조합법에 의한 중소기업협동조합중앙회의 장에게 위탁할 수 있다.
⑤ 기술통계 작성 대상의 범위·조사대상 등에 관하여 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.

기술현황을 객관적으로 평가·진단하는 한편 효율적인 정책수립의 기초자료로 활용하기 위해서는 기술분야의 중소기업통계를 개발하고, 이를 체계적으로 정리·관리할 필요성 또한 매우 높다고 하겠다.

2. 연구의 목적

본 연구는 중소기업 기술관련 통계의 파악 및 주요 선진국의 통계내용 및 작성사례 분석 등을 통하여 효과적인 중소기업 기술정책 수립에 필요한 기술통계를 체계화하고, 나아가 중소기업 기술력지수를 개발하는데 기본 목적이 있다. 그리고 이를 기초로 하여 본 연구의 세부적인 목표를 다음과 같이 설정하였다.

첫째, 우리나라의 중소기업 기술관련 통계현황을 파악함으로써 기존 통계의 분류체계를 검토하는 동시에 기존 통계지표의 문제점을 파악하여 기술통계의 체계화작업을 위한 근거자료로 활용하도록 한다.

둘째, 중소기업 기술통계의 체계화 과정에서 중소기업 기술관련 통계의 생산원칙을 학습하는 한편, 기존 통계항목의 조정, 통계 작성방법의 개선, 그리고 신뢰성과 신속성 제고를 위한 개선방안 등을 도출한다.

셋째, 미국, EU, 일본 등 외국의 기술관련 통계자료를 수집·분석함으로써 자료의 종류, 생산방법 및 절차, 통계자료의 활용 등에 대하여 벤치마킹하는 한편, OECD의 국제적 기술통계 작성지침 등을 동시에 조사·연구함으로써 기술통계 체계화작업에 반영하도록 한다.

넷째, 체계화된 중소기업 기술관련 통계지표를 이용, 이의 지수화 작업을 통하여 중소기업의 기술수준을 객관적·계량적으로 제시할 수 있는 “중소기업 기술력지수”를 개발함으로써 중소기업의 기술수준을 산업별, 기능별, 그리고 연도별(시계열) 등으로 비교가능하도록 한다.

제 2 절 연구의 방법 및 기대효과

1. 연구의 방법

가. 기술관련 기존통계의 분석

국내외 기술관련 주요 통계지표 및 연구자료의 수집과 분석은 기존 통계자료와 문헌, 그리고 인터넷 조사 및 방문조사 등을 통해 수행하였다. 그리고 획득된 1차 자료의 정밀 분석 및 신뢰성 평가 등은 전문가회의를 통하여 검증하였는 바, 이러한 기존통계의 분석을 위하여 다음과 같은 2단계 과정의 작업이 수행되었다.

첫째, 기존 통계자료의 수집과 분류체계 검토, 그리고 문제점 분석을 위하여 통계청 승인의 공식적 산업통계중 기술관련 통계항목들을 조사하였으며, 또한 여러 기관에 산재되어 있는 비공식 통계에 대하여도 다각적인 검토를 실시하였다.

둘째, 조사자료의 정밀분석 및 신뢰성 평가를 위하여 전문가회의를 실시하였으며, 이를 통해 기존 기술관련 통계의 내용, 생산주체 및 방법, 활용상의 문제점 등에 대한 정밀 분석 및 통계의 신뢰성 등을 분석하였다.

나. 기술통계의 개선 및 체계화

중소기업 기술통계의 생산원칙을 확립하는 한편 외국 통계사례의 조사 및 반영, 기술통계에 대한 국제적 기준 도입을 통한 비교가능성 제고, 그리고 중소기업기술혁신촉진법에서 정하고 있는 기술통계의 작성조항 등 정책적 요구사항 수용, 기존 통계항목의 재조정 및 지표의 개발 등을 위하여 문헌 및 해외조사, 그리고 전문가회의 등을 수행하였다. 그리고 이 과정에서 다음과 같은 연구방법이 적용되었다.

첫째, 중소기업 기술통계의 생산원칙을 확립하기 위하여 기술통계에 대한 개념과 범위, 그리고 분류원칙 등에 대한 개념을 규정하였다.

둘째, 외국의 통계사례를 조사하여 연구에 반영하기 위하여 일본 및 유럽국가에 대한 현지방문조사를 실시하였으며, 또한 선진국의 통계현황 및 작성방법 등에 대한 다각적인 검토·분석 및 시사점 도출이 병행되었다.

셋째, 기술통계에 대한 국제적 기준의 반영을 위하여 OECD의 과학기술통계 작성체계 일원화 논의 등 국제적 통계작성기법 및 기준을 검토·반영하였다.

넷째, 기존 통계항목의 재조정 등 조사항목(지표)의 개발과정에서 기존통계에 대한 조사·분석, 외국의 사례, 국제적 통계작성기준, 그리고 통계 생산자 및 수요자의 요구사항 등을 종합적으로 반영하여 기존 통계항목의 재조정 등을 포함하는 중소기업 기술통계지표를 개발하였다.

마지막으로 중소기업 기술통계체계의 개선 및 체계화 작업과정에서 관련분야 전문가에 의한 전문가회의를 통하여 여러 분야에 걸친 연구내용에 대해 중소기업정책의 실무자와 학자들의 의견을 적극적으로 수렴함으로써 연구결과의 질적인 수준제고를 도모하였다.

다. 기술력지수의 개발

기술통계의 개선 및 체계화 과정에서 개발된 기술통계지표를 활용, 이를 지수화하여 중소기업의 기술수준과 향후 동향 및 전망 등을 가능토록 하는 동시에 시계열 비교 등 기술력지수의 활용방안 등을 개발하는 과정에서 전문가 브레인스토밍과 세미나 등을 개최하였다.

우선 통계지표의 지수화 과정에서 '기술개발력지수', '기술수준지수' 등의 중소기업 기술력지수는 기존의 정성적 설문조사에 의한 방식에서 탈피하여 객관화·계량화된 통계지표에 의하여 도출함을 원칙으로 하였으며, 전문가집단의 브레인스토밍 및 세미나 등을 통하여 연구의 질적 향상을 도모하였다.

그리고 기술력지수의 활용방안을 제고하기 위하여 기술통계 실수요자의 활용가능성 및 편익증진을 목적으로 관련 기관 및 단체, 중소기업, 학계 및 기타 일반인의 의견수렴을 위한 세미나 개최를 통해 연구내용의 공정성과 객관성을 확보하고자 하였다.

2. 연구의 기대효과

본 중소기업 기술통계의 체계화작업은 궁극적으로 우리나라 중소기업의 기술수준 제고를 도모함에 목적이 있으며, 세부적으로는 다음과 같은 효과를 기대할 수 있다.

첫째, 본 연구결과를 통하여 기술정책의 효과성 제고를 기대할 수 있는 바, 중소기업의 기술개발 활동, 기술인력 및 기술수준에 대하여 정확히 파악하고 각 요인간의 상관관계를 분석함으로써 향후 효과적인 정책개발에 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

둘째, 기술정책의 적시성 확보측면으로써 중소기업 기술개발 및 기술인력 동향을 빠르게 수집·분석하여 적기에 유연한 기술정책의 수립 및 시행이 가능할 것으로 기대된다.

셋째, 미래예측력의 강화 측면에서는 통계의 시계열 분석을 통해 기술개발활동 및 기술경쟁력 추이를 파악하고, 이를 바탕으로 미래를 예측함으로써 중소기업 기술개발활동을 선도하는데 기여할 것으로 기대된다.

마지막으로 외국과의 객관적인 기술수준 비교가능성 측면으로써, 국제기준에 부합하는 통계지표를 개발함으로써 경쟁국과의 정확한 기술수준 비교·분석과 지수화를 통한 비교가능성 제고에 일정부분 기여할 것으로 판단된다.

제 2 장 선행연구에 대한 고찰

제 1 절 기술수준 평가에 대한 선행연구 고찰

기술수준의 측정 및 평가와 관련한 기존의 연구·조사 활동은 크게 (1) 과학기술 수준의 평가체계를 위한 지표개발에 관한 부문, (2) 기술경쟁력 수준과 지수개발에 관한 부문, 그리고 (3) 기술혁신 등 실태조사 부문 등으로 구분할 수 있다.

반면, 이와 같은 기존의 선행연구들은 대부분 국가적 차원에서의 접근으로서 특정 산업과 기업규모(예를 들어 금속산업 내지 중소기업)에 대하여는 깊이 있는 연구결과를 제시하지 못하고 있는 것이 현실이다.

특히, 중소기업 부문의 기술수준 평가체계 및 척도개발과 기술경쟁력 등에 대한 학술적 연구는 최근에 들어와서야 일부 관심과 시도가 있었을 뿐, 그 이전에는 체계적인 연구조사가 이루어지지 않았다.

본 절에서는 기술수준 평가체계에 대한 국내 선행연구 및 조사자료를 토대로 각각의 연구에서 개발·활용된 평가지표 및 방법론, 그리고 연구의 주요 내용들을 검토함으로써 본 중소기업 기술통계 체계화 작업에 적합적으로 적용 내지 활용할 수 있는 시사점을 살펴보자 한다.

그리고 이와 함께 제2절에서는 과학기술통계 지표작성에 관련된 OECD의 표준지침서를 분석하여 각각의 매뉴얼에서 담고 있는 조사항목과 방법론 등을 고찰함으로써 중소기업 기술통계의 체계화작업에 기초자료로 활용하도록 한다.

1. 기술수준 및 지표에 대한 연구

가. 기술수준 평가 및 지표개발에 관한 연구²⁾

1) 연구의 목적 및 방법

동 연구에서는 국가의 기술수준을 나타낼 수 있는 지표의 개발을 위해 먼저 기술수준과 관련이 있는 개별지표들을 조사·분석하여 이를 분류별로 정리하여 복합화하였다. 이를 위하여 국가단위의 기술수준지표의 개발을 위해 요인분석방법을 사용하였으며, 산업단

2) 한국과학기술원, 「기술수준평가 및 지표개발에 관한 연구」, 과학기술처, 1986

위의 기술수준분석을 위해 총요소생산성, 내생적기술변화율, 기술지식 Stock, 기술투자효율의 분석지표를 작성하여 비교·분석하는 방법을 이용하였다.

2) 주요 연구결과

국가의 기술수준을 (1) 기술포텐셜, (2) 산업활동 및 (3) 활용효율 등 3가지 측면으로 나누어 개념화하였다.

- 기술포텐셜 : 연구개발투자, 연구인력, 기술무역, 특허, 교육, 정보
- 산업활동 : 산업구조, 노동생산성, 수출경쟁력, 설비투자
- 활용효율 : 총요소생산성, 연구개발생산성, 자원사용효율

한편 이들 각 측면에 적합하며 시계열·국제비교가 가능한 개별지표 33개를 선정하였으며, 이 중 23개 지표를 지수화하여 각 지수를 산술평균하여 복합화하였다. 여기서 국가 단위의 포괄적인 기술수준지표개발을 위하여 기술수준을 나타내는 24개의 개별지표중 8개를 선정하여 주성분 분석을 통해 기술수준복합지표를 개발하고 국제비교를 실시하였으며, 산업레벨의 기술수준을 기술지식 Stock의 크기에 초점을 두어 분석을 실시하였다.

3) 시사점 및 한계

동 연구에서 기술수준의 측정범위를 ‘기술잠재력에 관련한 측면’과 ‘산업활동과정에서 나타나는 현상’ 및 ‘기술의 활용효율에 관한 측면’ 등 폭넓게 접근한 점은 타당한 것으로 평가된다.

반면 동 연구는 기업의 생산활동과 관련된 기술수준의 측정을 위한 것이 아니라 국가 전체의 기술수준 측정을 목적으로 하고 있어, 동 연구에서 개발·사용된 측정지표 및 기술수준 평가체계를 기업의 기술수준 측정에 그대로 적용하기에는 무리가 있는 것으로 판단된다.

또한 산업의 기술수준은 산업을 구성하는 개별기업의 기술수준의 종합으로서 파악되어야 하나, 동 연구에서는 개별기업에 대한 기술수준의 조사·측정보다는 이미 생산·가공되어진 기준 통계지표에 상당부분 의존함으로써 현실성 및 설명력에 한계를 내포하고 있다.

나. 국가과학기술통계·지표체계도의 구상³⁾

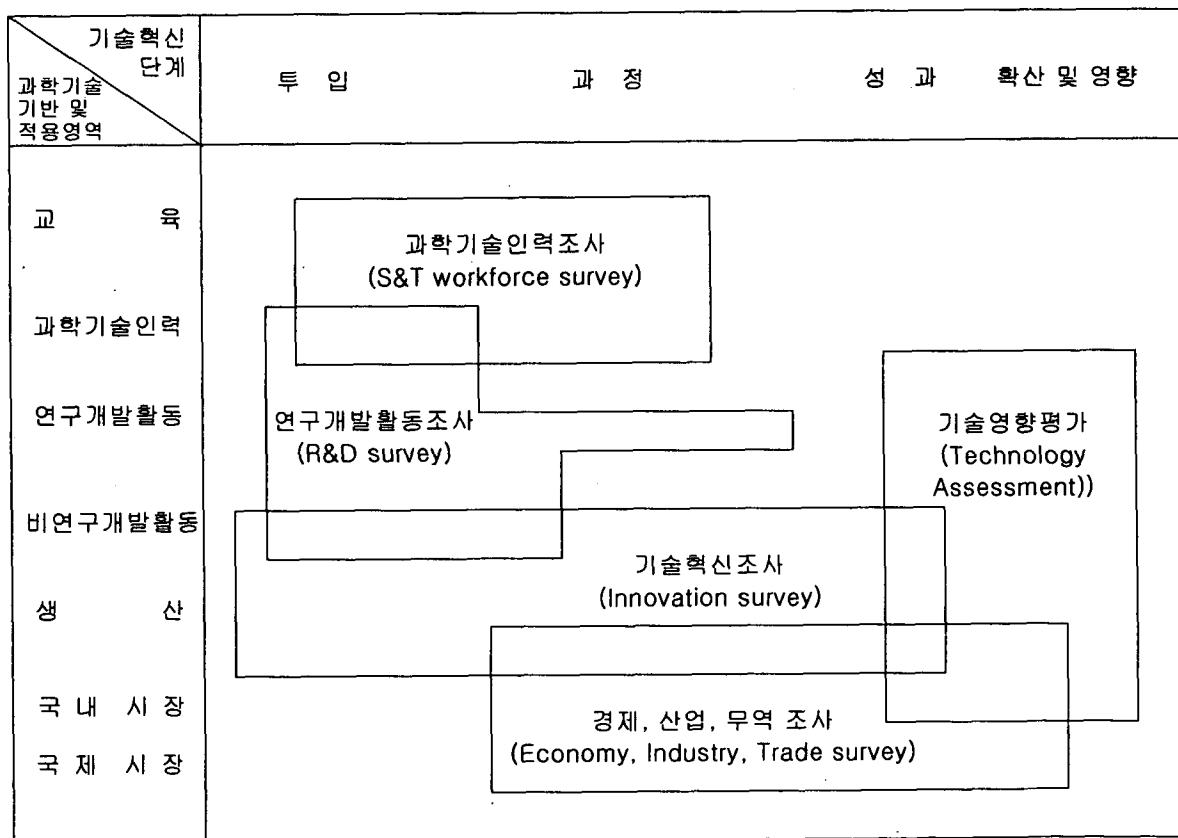
1) 연구의 목적 및 방법

동 연구는 선진국 수준의 종합적인 과학기술통계·지표체계 구축에 필요한 기본개념과 틀을 정리하고, 이를 바탕으로 세부 분야별로 주요 과학기술통계·지표 항목의 도출 및 관련 개선방안을 모색하는데 목적을 두고, 기존 과학기술통계·지표체계의 제반 문제점을 파악하여 개선·정비하였다.

2) 주요 연구결과

여기서는 과학기술통계 및 지표체계를 기술혁신과정과 과학기술의 기반 및 적용영역이라는 두 개의 축으로 구성하여 조사활동의 범위를 구분하였으며, 다음의 그림에 도시화되어 있다.

<그림 2-1> 과학기술통계·지표체계 및 조사작업의 영역

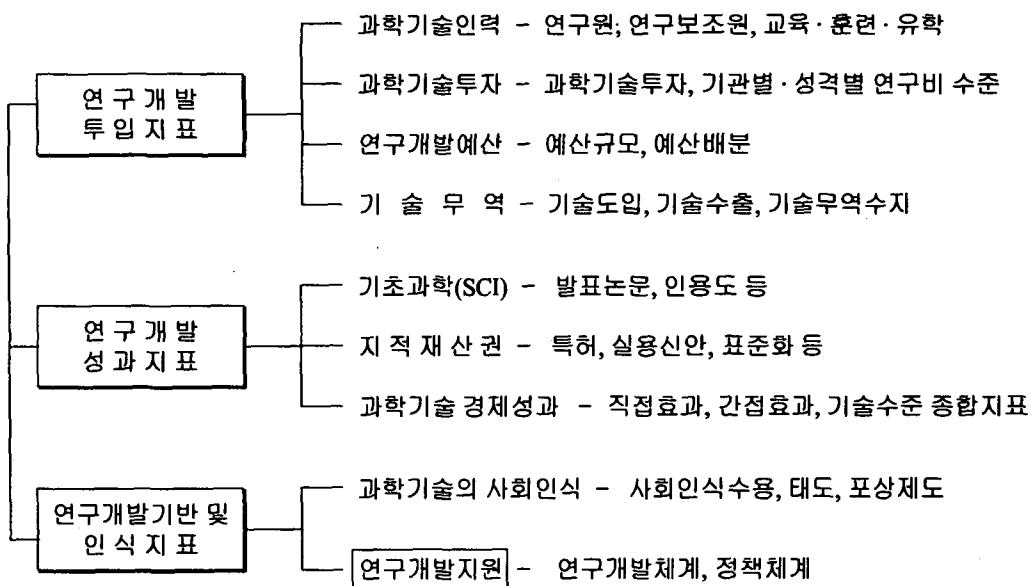


자료 : 윤문섭, 「OECD 및 선진국의 과학기술지표 개발동향에 관한 연구」, STEPI, 1994.

3) 김기국외, 「국가 과학기술통계·지표체계도의 구상」, 과학기술정책관리연구소, 1998

그리고 동 연구에서는 이를 바탕으로 과학기술통계·지표를 (1) 연구개발 투입지표, (2) 연구개발 성과지표, (3) 연구개발 기반 및 인식지표 등 3가지 측면으로 나누어 체계화하였는 바, 제시된 통계·지표의 체계도는 다음의 그림과 같다.

<그림 2-2> 과학기술통계·지표체계의 구상



주 : 연구개발지원은 추후 연구과제로 남겨 두었음.

결과적으로 연구개발체계 및 정책체계를 담은 '연구개발지원'을 제외한 나머지 8개 부문을 24개 중분류 항목으로 구분한 후 239개의 지표항목을 제시하였는데, 제안된 239개 통계·지표항목중 기존에 작성되고 있는 항목은 62개, 작성은 되고 있으나 새로운 체계에 이용하기 위해 가공이 필요한 항목이 107개, 그리고 신규로 개발되어야 항목이 70개 항목으로 나타났다.

3) 시사점 및 한계

동 연구는 위에서 제시된 8개 부문별로 현행의 통계 및 지표체계에 대한 내용분석을 바탕으로 새로운 통계·지표체계의 구상안을 제시하는 바, 이 과정에서 기본적으로 통계 및 지표작성에 대한 국제기준(특히 OECD 기준)을 준용하는데 크게 기여한 것으로 평가된다.

예를 들어, 과학기술인력 및 투자분야의 통계·지표체계는 OECD 연구개발활동조사시행지침(Frascati Manual), 지적재산권중 특허지표의 경우 Patents Manual, 그리고 기술무역부문은 TBP Manual을 근간으로 통계 및 지표체계의 방향을 제안함으로써 향후 해당 통계의 국제비교 가능성을 향상시킬 것으로 보인다.

반면 동 연구 역시 기업의 생산활동과 직접적으로 관련된 기술수준의 측정을 목적으로 하는 것이 아니어서, 동 연구에서 개발·제시된 측정지표 및 기술수준 평가체계를 기업의 기술수준 측정에 그대로 적용하기에는 무리가 있는 것으로 판단된다.

뿐만 아니라 산업현장의 기술수준은 구성개체인 기업의 기술수준을 측정·평가함으로써 분석하여야 하나, 동 연구 역시 개별기업에 대한 기술수준의 조사·측정보다는 이미 생산·가공되어진 기존 통계지표에 상당부분 의존함으로써 현실성 및 설명력에 한계를 내포하고 있다.

다. 우리나라 연구개발활동의 측정방법 개선 및 국제비교성 제고방안⁴⁾

1) 연구의 목적 및 방법

동 연구는 국내 과학기술통계지표의 OECD 기준화 방안 제시를 목적으로 OECD 과학기술통계지표의 개발동향 및 OECD에서 제시하는 지표체계와 측정기준의 분석 등을 통하여 우리나라의 과학기술통계작성 기준과 OECD기준과의 차이점 및 문제점, 그리고 개선방향 등을 제시하였다.

2) 주요 연구결과

동 연구에서는 OECD 과학기술통계중 “연구개발활동조사”를 대상으로 하여 Frascati Manual⁵⁾의 연구개발활동 구분기준, 연구개발활동의 분류기준 및 측정기준을 정리하였다. 그리고 우리나라에서 실시되고 있는 연구개발활동조사 기준과 OECD 기준과의 차이를 개념, 조사방법, 분류체계, 조사항목 및 비목구성 등의 측면에서 분석함으로써 문제점을 도출하였다. 또한 이를 바탕으로 연구인력과 연구개발비의 측정에 관한 개선방안을 조사방법, 샘플링방법 및 추정방법의 개선방안과 함께 제시하였다.

3) 시사점 및 한계

동 연구는 과학기술 연구개발활동조사 개선의 기본방향을 통계작성자의 부담을 줄이고, 기업의 재무제표 등 기존의 통계를 가능한한 최대로 이용하면서 각 부문의 연구개발 통계의 신뢰도를 높이는데 중점을 두었다.

그러나 제시된 통계조사 개선방안의 구체성이 상당부분 떨어지고, 또한 표본선정 및 추정방법의 개선안은 개념적인 수준에 머무르고 있다.

4) 윤문섭·장진규, 「우리나라 연구개발활동의 측정방법개선 및 국제비교성 제고방안」, 과학기술정책관리연구소, 1996

5) OECD, *Proposed Standard Practice for Surveys of Research and Experimental Development : Frascati Manual (5th ed.)*, NESTI, Paris, 1995

라. 기술무역통계의 체계화와 기술수출활성화 방안 연구⁶⁾

1) 연구의 목적 및 방법

동 연구는 취약한 국내 기술무역통계의 체계화방안 제시를 목적으로 우리나라 기술무역통계의 작성체계 및 현황을 분석하는 한편, 일본, 대만, 이탈리아 등 외국의 기술무역통계 작성체계와 현황을 파악하여 비교분석하였고, 다른 한편으로는 기술무역통계 작성지침서인 OECD의 TBP Manual⁷⁾을 구체적으로 분석·체시하였다.

2) 주요 연구결과

동 연구에서 제시된 기술무역통계 작성의 문제점은 다음과 같다.

- ① OECD 지침서의 내용에 부적합
- ② 기술무역통계의 작성범위가 OECD 지침서와 불일치
- ③ 기술무역통계 작성의 비효율적인 체계
- ④ 기술도입액과 기술수출액 통계작성 대상의 차이
- ⑤ 「기술도입대가지급상황월보」의 불성실한 기재

한편 효율적인 기술무역통계 작성을 위한 방안으로 동 연구에서는 다음과 같은 점들을 제시하고 있다.

- ① 은행의 지급인증분에 대해서도 「기술도입계약신고수리양식」의 접수
- ② 「기술도입대가지급상황월보」와 「기술수출실적보고서」의 양식변경
- ③ 「과학기술연구개발활동조사」에 기술무역관련 통계 집계 및 발표
- ④ 한국은행의 관련통계(“특허권사용료 등”) 발표
- ⑤ 한국은행에서 「기술도입대가지급상황월보」 작성지침 마련·통보
- ⑥ 엔지니어링기술의 수출입통계 일원화
- ⑦ 기술수출계획 변경시의 신고제도 법조문화

3) 시사점 및 한계

동 연구는 기술무역통계작성과 관련된 연구가 전무한 시점에서 기술무역통계 작성의 중요성을 인식하고 국내외 기술무역통계의 작성체계와 현황을 체계적으로 분석하는 한편, 국제적 통계작성기준을 도입하여 우리나라 기술무역통계의 개선방안을 제시하였는데 의미가 크다.

6) 이희열·김용범, 「기술무역통계의 체계화와 기술수출활성화 방안 연구」, 과학기술정책관리연구소, 1997

7) OECD, *Proposed Standard Method of Compiling and Interpreting Technology Balance of Payment Data*, 1990

2. 기술경쟁력 및 지수개발 대한 연구

가. 한국 산업의 기술경쟁력⁸⁾

1) 연구의 목적 및 방법

동 연구는 우리나라 산업의 기술경쟁력을 거시적인 측면과 미시적인 측면에서 병행 측정하고 기술경쟁력의 장기적인 변화추이를 관찰하여 정책시사점을 제시하는 데 목적을 두고 있으며, 이를 위해 산업수준(meso level)의 기술경쟁력을 관련통계(기업의 기술활동에 관한 2차통계)의 분석을 통하여 측정하였다.

한편 산업의 유형은 OECD의 구분을 따랐으며, 세부업종별로 산업유형이 정확하게 구분되었는지를 확인하기 위하여 5개 산업유형을 구성하고 있는 40개 업종에 관하여 판별 분석을 실시하였다.

2) 주요 연구결과

동 연구에서는 산업을 크게 <표 2-1>과 같은 ‘자원집약산업’, ‘노동집약산업’, ‘전문기술산업’, ‘규모집약산업’, ‘과학집약산업’ 등의 다섯 가지 유형으로 구분하고, 연구개발투자, 연구개발인력, 미국특허등록, 수출실적 등의 통계를 활용해 산업유형별 및 세부업종별로 기술경쟁력을 평가하였다.

한편 기술경쟁력의 평가는 연구개발 투입지표, 연구개발투자 집약도 및 연구인력 집약도 등의 “투입지표”와 기술개발의 결과물로서 사후적으로 얻어진 지적재산권의 상대적 비중을 나타내는 RTA지수(revealed technology advantage index) 및 현시(顯示)된 상대 수출비중을 나타내는 RCA지수(revealed comparative advantage index) 등의 “산출지표”를 아래의 수식에 의하여 합성한 “합성지수”(composite index)를 통하여 산업의 종합기술 경쟁력을 측정하였다.

$$\textcircled{O} \text{ 산업경쟁력 합성지수(CI)} = \sqrt{\text{RDE} + \text{RDP} + \text{RTA} + \text{RCA}}$$

- RDE : 연구개발투자집약도, RDP : 연구개발인력집약도
- RTA : RTA지수, RCA : RCA 지수

연구결과 5개 산업유형에 대한 기술경쟁력을 종합적으로 평가해 볼 때 과학집약산업, 전문기술산업 및 규모집약산업이 꾸준하게 강세를 보였으며, 특히 일반기계, 전기전자기기, 음향통신기기 등 특정기술에 전문화하여 사업활동을 영위하는 전문기술산업의 기술경쟁력 강화가 두드러진 특징으로 부각되었다.

8) 이공래, 「한국 산업의 기술경쟁력」, 과학기술정책관리연구소, 1997

<표 2-1> 산업유형별 세부업종 및 분류기준

산업의 유형	세 부 업 종 (例示)
자원집약산업	식품가공(음식료품, 담배제품), 석유화학, 비금속, 세라믹
노동집약산업	섬유(섬유제품, 의복 및 모피, 가죽·신발 등), 금속제품
전문기술산업	엔진, 농업기계, 건설광산기계, 공작기계, 특수산업기계, 일반산업기계, 서비스산업기계, 송배전기기, 전기산업기기, 가정용기기, 조명기기, 전자부품, 음향·통신기기, 병기, 기타의 전기 및 일반기계
규모집약산업	무기화학, 유기화학, 페인트, 고무, 플라스틱, 기초금속, 자동차, 모터사이클, 조선, 철도차량, 기타의 수송장비
과학집약산업	사무기기, 의약품, 생명공학, 농업화학, 정밀계측기기, 유지·화장품, 우주·항공, 기타 화학제품

주 : OECD연구 및 K. Pavitt의 연구를 사용하여 재분류함. (OECD, *Industry and Technology - Scoreboard of Indicators*, 1995; K. Pavitt "International patterns of technical accumulation", in Hood N. and Jan-Erik Vahlne (eds.), *Strategies in Global Competition*, London : Croon Helm, 1998.

3) 시사점 및 한계

동 연구에서 제시된 모형에 의한 기술경쟁력의 측정에 사용된 통계는 연구개발투자, 연구개발인력, 지적소유권, 수출액 등이며, 이를 지표의 복합화를 통한 합성지수를 이용하여 우리나라 산업의 기술경쟁력을 측정하였다는 점에 주목할 만 하다.

반면 여기서 사용된 네 가지의 통계는 연구에서 제시된 바(<표 2-2> 참조)와 같이 각각 장단점을 가지고 있으며, 특히 각 개별지수의 변동폭을 최소화하기 위해 합성지수의 산출공식에서 제곱근(SQRT)을 적용하였으나 이에 대한 별도의 통계학적 접근이 필요할 것으로 판단된다.

뿐만 아니라 산업의 기술경쟁력을 구성하는 복잡·다양한 지표중에서 대표지표로 4개 부문에서 4가지 지표를 이용하였으나, 이 역시 또 다른 적합지표의 개발과 모형의 설명력을 제고할 수 있는 새로운 지표의 추가 등 개선의 여지가 있는 것으로 보인다.

또한 산업의 기술수준은 산업을 구성하는 개별기업의 기술수준의 종합으로서 파악되어야 하나, 동 연구 역시 다른 연구들과 마찬가지로 개별기업에 대한 기술수준의 조사·측정보다는 이미 생산·가공되어진 기존 통계지표에 의존함으로써 현실성 및 설명력에 한계를 내포하고 있다.

<표 2-2> 기술활동의 측정지표와 각 지표의 장단점

기술활동	강 점	약 점	관련통계 및 수집방법	자료원
연구개발	<ul style="list-style-type: none"> • 규칙적 • 통계수집용이 	<ul style="list-style-type: none"> • 상세성부족 • 중소기업의 기술활동 파악곤란 • 대기업의 엔지니어링 활동 파악곤란 • 소프트웨어기술 활동 파악곤란 	<ul style="list-style-type: none"> • R&D 투자 • 공공기관의 실태조사에 의한 파악 	<ul style="list-style-type: none"> • OECD • 한국과학기술처
특 허	<ul style="list-style-type: none"> • 규칙적 • 상세적 • 장기시계열 	<ul style="list-style-type: none"> • 여타 기술보호수단의 존재(비밀, 노하우, 학습) • 소프트웨어 기술활동 파악곤란 	<ul style="list-style-type: none"> • 미국에서의 특허등록정보 (출원국가, 출원기관, 기술분야별) 	<ul style="list-style-type: none"> • 미국 상무부내 특허청 • 한국 특허청
중요혁신 기술의 확산	<ul style="list-style-type: none"> • 기술확산의 직접적인측정 	<ul style="list-style-type: none"> • 샘플의 정의 곤란 • 중요성 측정 곤란 • 높은 통계수집비용 • 점진적 혁신활동 파악곤란 	<ul style="list-style-type: none"> • 공공기관, 대학 및 기업의 실태조사에 의한 측정 	<ul style="list-style-type: none"> • SPRU의 기술 혁신조사 • EU의 기술 혁신조사 • 한국 STEPI의 기술혁신조사
기술 전문가의 판단	<ul style="list-style-type: none"> • 전문지식의 활용 	<ul style="list-style-type: none"> • 전문가의 규정 모호 • 전문지식을 초월한 판단(루머, 유행, 자기 이해 등을 기준) 	<ul style="list-style-type: none"> • 공공기관, 대학 및 기업의 실태조사에 의한 측정 	<ul style="list-style-type: none"> • 패텔·파비트의 연구

자료 : 패비트·파텔의 연구를 인용하여 재작성 (Pavitt, K. and Patel, P., "The international distribution and determinants of technological activities", *Oxford Review of Economic Policy*, vol. 4, no. 4., 1988).

나. 한국 제조업의 기술력과 무역경쟁력에 관한 연구⁹⁾

1) 연구의 목적 및 방법

동 연구는 국제시장에서 우리 상품의 경쟁력 변화추이를 분석하고 우리나라의 기술력 수준을 측정하여 선진국(미국)과의 기술격차를 살펴봄으로써 우리 경제가 추구해야 할 바람직한 기술혁신정책의 방향을 제시하는 데 목적을 두고 있다.

9) 윤창호·이종화, 「한국 제조업의 기술력과 무역경쟁력에 관한 연구」, 과학기술정책관리연구소, 1998

이를 위해 동 연구에서는 CMS(Constant-Market-Shares) 분석방법을 도입하여 무역 구조의 변화를 상품구조 변화와 경쟁력 변화로 나누어 비교검토하였다. 또한 OECD의 연구개발 집약도에 따른 산업분류와 표준산업분류를 함께 채택하여 산업군별로 무역경쟁력을 국제비교함으로써 무역경쟁력의 변화와 기술수준의 변화간의 관련성을 측정하였다. 한편 기술수준의 변화는 총요소생산성(TFP : Total Factor Productivity)의 증가율을 추정하여 분석하였다.

2) 주요 연구결과

동 연구에서는 전체 수출산업을 기술집약도에 따라 고기술·중기술·저기술 산업으로 각각 나누어 각 산업의 시장점유율 추이와 수출경쟁력의 추이를 알아보고, 다음으로 SITC(Standard International Trade Classification) 분류에 따라 26개 산업으로 나누어 각 산업별 시장점유율 추이와 경쟁력의 변화를 분석하였다.

여기서 경쟁력지수를 추정하기 위해 사용된 자료는 OECD 24개국과 한국의 STIC 분류기준에 의한 수출 및 수입자료를 토대로 하였다. 그리고 무역경쟁력의 측정에는 통상적으로 사용되고 있는 현시(顯示)적 비교우위(RCA)지수(revealed comparative advantage index)가 이용되었다.

그 결과 우리나라는 중기술 상품에서 '78년 이후 지속적으로 경쟁력이 낮았던 반면, 고기술의 경우는 경쟁력이 급속도로 높아져 왔으나 아직도 수출시장에서의 비교우위는 크지 않은 것으로 나타났다.

한편 제조업 기술수준의 변화와 무역경쟁력 사이의 관계는 총요소생산성(TFP)의 증가율과 RWS(revealed world market share) 지수간의 회귀분석을 통해 검증하였는데, 그 결과 크게 유의하지는 않지만 산업의 무역경쟁력을 높이기 위해 각 산업의 기술수준을 상승시키는 것이 필요한 것으로 나타났다.

3) 시사점 및 한계

동 연구는 우리나라 산업의 기술수준과 무역경쟁력의 관련성을 통계자료와 방법론을 적용하여 분석하였다는 점에서 주목할만 하다.

반면 동 연구에서 산업의 기술수준을 측정하는데 이용된 총요소생산성(TFP) 지표는 오히려 '자본투입의 증가' 지표보다도 GDP 증가율을 설명하는 설명력 면에서 떨어진다는 단점을 가지고 있으며, 기술수준과 무역경쟁력간의 관련성을 분석하기 위한 회귀모형에 RCA지수가 아닌 RWS지수가 이용되었다는 점도 지적될 수 있다.

또한 산업의 무역경쟁력은 기술력만으로 결정되는 것이 아니라 가격경쟁력(노동, 자본 등의 생산요소 가격) 및 제도적인 요인들과 해외시장의 여건 등이 중요하게 작용하지만 동 회귀모형에서는 기술수준만을 독립변수로 채택하여 모형의 설명력(R^2)이 크게 저하되는 한계를 보이고 있다.

다. 지식기반 중심의 과학기술력 지수개발에 관한 연구¹⁰⁾

1) 연구의 목적 및 방법

동 연구는 과학기술 환경의 변화에 따른 정책수요를 충족할 수 있는 새로운 지표를 개발하기 위한 것으로서, 주성분 분석과 요인분석의 기법을 병행하여 분석대상인 지식기반 경쟁력의 변화추세를 알 수 있도록 시계열적 분석을 시도하고, 새롭게 학술적으로 실증연구된 결과들을 원용하여 44개국의 과학기술력 국제비교를 실시하였다.

이를 위하여 동 연구에서는 기존의 연구에서 다룬 각종 지표들을 모두 망라하여 군집분석을 통해 이들의 특성을 재분류하였으며, 군집별(부문별) 국가경쟁력 수준과 이를 종합한(합성한) 수준을 산출하였다.

2) 주요 연구결과

동 연구에서는 지식기반의 분류를 지식투입기반, 지식창출기반, 그리고 지식활용기반으로 구분하였으며, 각각의 특성과 관련지표를 살펴보면 <표 2-3>과 같다.

<표 2-3> 지식기반 경쟁력 구조표

지식기반 경쟁력	주요 특성	관련지표(예시)	비 고
지식투입기반	<ul style="list-style-type: none">• 연구개발투자• 연구개발성과	<ul style="list-style-type: none">- 컴퓨터 교육- 연구개발투자- 지적재산- 노벨상- 우수인력 유출	양적 규모 중심의 지식투입 기반 중심
지식창출기반	<ul style="list-style-type: none">• 교육• 인적자원• 과학기술	<ul style="list-style-type: none">- 교육시스템- 과학기술- 공학자- 숙련노동- 청소년 과학기술	지식인력, 시설, 교육, 환경 등 지식창출 잠재력 중심
지식활용기반	<ul style="list-style-type: none">• 기술기반• 기술관리	<ul style="list-style-type: none">- 지식기반 전반	지식창출, 활용, 전파 등 전반적인 지식기반 사항 중심

한편 동 연구에서는 과학기술력의 측정이론과 방법론에 대하여 분석·평가하였는 바,

10) 권용수·박병무, 「지식기반 중심의 과학기술력 지수개발에 관한 연구」, 과학기술정책관리연구원, 2000

IMD의 국가경쟁력 평가, WEF의 국가경쟁력 평가, KFC 가중치에 의한 분포결합법 등의 자료구성과 지수산출방법 및 장단점 등을 면밀히 검토하였으며, 다른 한편으로는 요인분석기법을 통한 지수화 방안을 체계적으로 제시하였다. 그리고 과학기술활동의 경제적 성과를 측정하려는 종합지수를 분류·정리하였는데 다음의 <표 2-4>에 제시되어 있다.

<표 2-4> 과학기술 경제적 성과 측정방식

종 분 류	소 분 류	지 표 항 목
기술경쟁력 지표	<ul style="list-style-type: none"> • 직접투자관련 • 상대적 기술경쟁력 • 기술경쟁력지수 	<ul style="list-style-type: none"> - 해외직접투자와 기술경쟁력 - 외국인 직접투자와 기술경쟁력 - 선진국대비 기술경쟁력 - 산업기술분야, 요소별 기술경쟁력 - RCA지수 - RCTA지수 - RTA지수
기술수준 지표	<ul style="list-style-type: none"> • 개별수준지표 • 복합지표 • 분석지표 • 기타지표 	<ul style="list-style-type: none"> - 총량지표, 비율지표 - 기술개발력 수준, 기술수준 - State of the Art Index - Tech Change Index - 기술력지표
기술혁신 능력지표	<ul style="list-style-type: none"> • 기업별 기술혁신능력 • 산업별 기술혁신능력 • 국별 기술혁신능력 	<ul style="list-style-type: none"> - 기술혁신 영향지수 - 기술혁신 장애지수 - 요인분석에 의한 혁신능력지수 - Probit/Logit에 의한 혁신능력지수
산업경제에의 기여지표	<ul style="list-style-type: none"> • 고도기술산업 무역지수 • 고도기술산업 해외시장 점유지표 • 부가가치, 생산성 변화 • 총요소생산성 • 연구개발투자수익 	<ul style="list-style-type: none"> - 고도산업제품 무역수지 - 해외시장 점유율, 침투도 - 부가가치 향상, 생산성 변화지수 - 기술진보기여율 - 투자수익률
미시적 연구 개발활동의 기여지표	<ul style="list-style-type: none"> • 기술집약도 • 단계별 성공률 • 과제별 I/O분석 • Spill Over지수 	<ul style="list-style-type: none"> - 기본적 기술집약도 - 인적 기술집약도 - 생산제품 구조상 기술집약도 - 연구개발 단계별 채택율 - 과제별 IO지수 - 산업간 기술연계효과

자료 : STEPI, 「지식기반 경제를 위한 새로운 과학기술지표개발」, 1999

3) 시사점 및 한계

동 연구에서는 IMD에서 매년마다 국가경쟁력을 평가하는 항목중 과학기술, 사회기반, 인적자본 등 분야에서의 33대 항목을 주 대상으로 과학기술에 기반한 지식기반경쟁력 지표를 추출한 후, 각 자료에 대해 통계적으로 객관적인 가중치를 부여하고 자료에 대한 설명력이 높은 요인을 추출할 수 있는 요인분석 기법을 적용하였다는 점에 의미가 있다.

반면 동 연구에서 개발된 지수(지식기반 경쟁력지수)와 기존의 IMD, WEF, KFC 경쟁력지수의 결과 측면에서 살펴보면 다소의 순위변화가 있기는 하지만 대체적으로 기존의 경쟁력수준과 유사한 결과를 얻음으로써(특히 과학기술부문에서) 동 연구의 차별성에 한계를 보이고 있다.

또한 산업의 기술수준은 산업을 구성하는 개별기업의 기술수준의 종합으로서 파악되어야 하나, 동 연구 역시 통계학적 방법론에 치중하여 다른 연구들과 마찬가지로 개별기업에 대한 기술수준의 조사·측정보다는 이미 생산·가공되어진 기존 통계지표에 의존함으로써 현실성 및 설명력에서 한계를 내포하고 있다.

제 2 절 OECD 과학기술통계 조사방법론의 고찰

1. OECD의 과학기술지표 개발활동

OECD의 과학기술지표에 대한 활동은 국제비교가능성에 초점이 맞춰져 있다. 현실적으로 매우 상이한 틀 속에서 관리되고 있는 각국의 과학기술정책과 전략을 보다 합리적으로 분석하고 추진과정을 모니터링하며 정책의 효과를 평가하는데 있어서 국제비교의 방법이 매우 유용하게 활용되기 때문이다.¹¹⁾

이에 따라 OECD의 통계국(SD)과 과학기술지표전문가그룹(NESTI) 등에서 수행하고 있는 중요 작업중 하나가 제반 과학기술통계의 지표작성에 필요한 표준 지침서(manual)를 작성하는 일이다. 그리고 국별로 작성된 통계 및 지표를 보완·정리하여 정기적으로 과학기술지표보고서(Main Science and Technology Indicators, Basic Science and Technology Statistics 등)를 발간하며, 이러한 기초통계 및 지표를 바탕으로 각종 정책적 이슈에 대한 지표분석보고서를 작성하고 있다.

<표 2-5> 과학기술통계 관련 OECD 매뉴얼

구 분	제 목
연구개발	Proposed Standard Practice for Surveys of Research and Experimental Development (<i>Frascati Manual</i> , 1995)
기술무역	Proposed Standard Method of Compiling and Interpreting Technology Balance of Payments Data (<i>TBP Manual</i> , 1990)
기술혁신	OECD Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data (<i>Oslo Manual</i> , 1992)
특 허	Using Patent Data as Science and Technology Indicators (<i>Patent Manual</i> , 1994)
인적자원	The Measurement of Human Resources Devoted to S&T (<i>Canberra Manual</i> , 1995)

여기서는 <표 2-5>에 제시되어 있는 과학기술통계의 지표작성에 관련된 OECD 표준

11) 윤문섭, 「OECD 및 선진국의 과학기술자료 개발동향에 관한 연구」, 1994

지침서중 인적자원부문을 제외한 4개 부문에 대하여 각각의 매뉴얼에서 담고 있는 조사 항목과 방법론 등에 대해 살펴본 후, 우리나라 및 외국의 작성현황 등과 비교해 보고자 한다.

2. 연구개발부문 : Frascati Manual¹²⁾

가. 연구개발의 정의

OECD는 연구개발을 “인간, 문화, 사회에 관한 지식을 포함하는 모든 사물에 관한 새로운 지식을 획득하거나, 이미 획득한 지식을 이용해서 새로운 응용을 고안하기 위한 체계적인 방법으로 수행하는 창조적 활동”으로 정의하고 있다.

또한 OECD는 UNESCO의 과학기술활동(STA : science and technology activities)의 개념을 구체화하여 연구개발과 구분하여야 할 유사활동으로 교육·훈련, 기타 과학기술활동, 산업활동, 행정지원활동 등 4가지를 예시하고 상호 차이점을 비교하고 있다. 여기서 OECD가 규정한 연구개발활동여부를 구분하는 일반적 기준은 신규성의 존재여부와 과학기술적 불확실성을 해결하는 활동인가 아닌가 하는 점으로 이 두 가지 기준중 한가지만 만족하면 연구개발로 취급하고 있다.

나. 연구개발의 부문별 분류방식

OECD는 연구개발의 부문별 분류방식으로서 연구수행단위의 특성을 기준으로 하여 연구개발자원의 부담과 사용을 연구수행단위의 주활동에 따라 세분하였다. OECD가 부문구분을 표준화한 이유는 데이터의 수집, 조직별 자금의 흐름분석 및 데이터의 분석이 용이하기 때문이며, 부문구분의 기준은 가능한한 경제활동의 표준분류와 연계시키기 위해 UN의 국민계정체계(SNA)를 따르고 있다.

이에 따라 OECD의 부문구분은 기업, 정부, 비영리기관, 고등교육기관, 해외 등 5개의 대분류가 되며, 각 대분류는 다시 세분류하도록 되어 있다. 다음의 <표 2-6>은 5개 부문별 연구개발 조직의 분류방식을 정리한 것이다.

12) 윤문섭·장진규, 「우리나라 연구개발활동의 측정방법 개선 및 국제비교성 제고방안」, 과학기술정책관리연구소, 1996에서 발췌·정리함.

<표 2-6> OECD의 5개 부문별 연구개발 조직의 분류방식

부문명	조직유형 분류 및 예시
기업	• 민간기업 : 국내기업, 다국적기업(외국자본비율 50% 이상)
	• 공기업 : 일반공기업, 기업지원전담조직(대학/정부관련)
	• 기타조직 ¹⁾ : 기업형 연구기관, 민간병원, 기업지원 비영리 연구기관, 기업 지원 비영리 민간(협회, 조합 등)
정부	• 중앙정부, 주정부, 지방정부관련 조직
	• 정부지원, 통제의 비영리기관
비영리기관	• 국공립 병원
	• 개인 및 가계지원 비영리 조직(학회, 소비자협회, 자선단체 등)
대학	• 대학 및 초급대학수준의 교육기관(국공립/사립)
	• 대학부속병원
	• 대학관련 연구기관(정부지원의 목적지향성 연구기관 제외)
	• 타부문과 경계영역기관은 별도로 분리처리(과학단지, 정부지원, 연구센터 등)
해외	• 기업(자회사, 보험투자, 기타기업)
	• 해외로 지출된 연구개발비를 받은 기관(외국정부, 비영리민간, 대학, 국제 기구 등) 단, 국내기관에 의해 운영되는 위성 및 해외실험기지는 제외됨.

주1) 비영리 조직이더라도 대부분의 생산원가를 회수하는 경우

다. 평가지표 및 측정방법

1) 연구개발비(R&D expenditure)

연구개발비의 산정방식은 지출(expenditure)기준과 비용(expense)기준이 있으며, 전자는 해당기간내에 연구개발과 관련하여 지출한 총액을 모두 집계하는 방식이며, 후자는 유·무형 고정자산에 대해서는 감가상각처리를 하는 등 연구개발비를 발생비용의 개념으로 집계하는 방식이다. 그러나 감가상각방법이 각국의 세법에 따라 매우 상이하고 일반적으로 정부부문의 회계처리에서는 거의 채택되고 있지 않는 등의 이유로 OECD는 지출기준을 채택할 것을 권고하고 있다.

즉, 국가 연구개발비의 총계는 지출기준에 의해 조사된 연구수행조직의 내부사용 연구개발비(intramural R&D expenditure)의 합계로 정의된다. 이에 대한 각각의 비목구성은 <표 2-7>과 같다.

<표 2-7> 내부사용 연구개발비의 비목별 구성항목

비목구성		구 성 항 목	처 리 방 식
경 상 적 지 출	연구개발 인력의 인건비	<ul style="list-style-type: none"> · 연구개발인력 및 연구개발을 직접적으로 지원하는자의 급여, 상여, 연금적립금, 퇴직충당금 등 제세공과금 공제이전의 총지급액 	<ul style="list-style-type: none"> · 연구개발인력 및 직접지원 인력의 인건비만 포함되며 경비, 사서, 전산 등 간접지원인력비용은 기타 경상비에 포함시킴
	기타 경상비	<ul style="list-style-type: none"> · 비자본재구입 : 광열비, 도서·잡지, 시제품제작비, 시약·재료비, 사소한 장비 등 · 행정 및 기타 간접비 : 건물사용료, 우편·통신, 보험비 등 · 간접지원비 : 경비, 창고, 건물·장비 수리, 전산서비스비용 등 	<ul style="list-style-type: none"> · 무상으로 제공된 장비 및 건물로서 사용료가 실제로 발생하고 있지 않은 경우에도 시장가격으로 추정하여 포함시킴 · 건물, 장치 등의 감가상각비는 제외함
자 본 적 지 출	토지·건물	<ul style="list-style-type: none"> · 연구개발용 토지, 건물 및 건물의 대규모 수리비용 등 	<ul style="list-style-type: none"> · 연구개발비에 기본적 지출의 계상방법은 감가상각비가 아닌 지출시점에서 전액을 포함시킴
	기기·장치	<ul style="list-style-type: none"> · 연구개발용의 고가기기, 장치 · 대규모 도서 및 시편의 일괄구입 비용 	<ul style="list-style-type: none"> · 연구개발과 타활동이 공동으로 사용하는 기본적 지출은 연구개발에 해당부분만큼만 포함시킴

OECD는 국가연구개발비를 집계하는 방식으로 국내총연구개발지출(GERD : gross expenditure on R&D)과 국민총연구개발지출(GNERD : gross national expenditure on R&D)이라는 두 가지 개념을 제시하고 있는 바, 각각 GDP 및 GNP의 개념과 유사한 개념이다. 그러나 GNERD의 경우 해외에서 수행된 연구개발에 대한 실태조사는 현실적으로 어렵기 때문에 GERD의 개념이 국제비교시 기준이 되며, 비율지표로서도 GDP대비 GERD가 사용된다.

한편 OECD는 연구수행조직이 외부로 지출한 연구개발비(extramural expenditure)도 조사할 것을 권고하고 있는데, 이는 GERD의 집계시에는 사용하지 않으며 다만 연구개발비의 부문간 흐름분석시 보조적 정보로서 이용된다. 특히 전술한 바와 같이 해외부문으로 지출된 연구개발비 통계는 연구수행조직의 조사로는 파악이 불가능하므로 외부지출연구개발비를 조사하여 집계한다.

여기서 부문간 또는 조직간의 연구개발자원의 흐름은 계약연구, 보조금 및 기부금 등 직접적인 형태로 발생한 경우만 집계하며, 그 외에 연구개발을 위한 대여금, 기술개발인 센터브로서 사후에 환불되는 세금 등은 연구개발자원의 흐름으로 간주하지 않는다. 그리고 로열티, 용역대가 등이 지불되어 타 조직에서 연구개발에 사용된 경우라도 연구개발자원의 흐름으로 집계하지 않도록 되어 있다.

2) 연구개발인력

연구개발인력의 측정은 연구개발비의 측정과는 달리 간접지원인력을 제외하고 연구개발에 직접 투입된 인력만을 대상으로 한다.(<표 2-8> 참조)

여기서 연구개발인력의 측정시 포함되는 직접활동은 ① 프로젝트 수행을 위한 실험·조사·시제품 제작 등, ② 프로젝트의 기획 및 관리, ③ 연구보고서의 작성, ④ 연구개발 조직내에 속해 있는 컴퓨터·도서관·정보제공 등 연구개발 전담지원활동, ⑤ 프로젝트의 회계·인사·연구관리 등의 지원활동이다.

반면 연구개발비 집계시에는 간접지원인력비용으로 기타 경상비항목에 포함되었으나 연구개발인력통계에서는 제외해야 할 활동으로는 ① 연구개발활동만을 전담하여 지원치 않고 조직전체의 지원을 위한 중앙컴퓨터부서 및 도서관의 서비스, ② 중앙의 회계·인사 등 행정부서, ③ 경비·청소·수리 등의 간접지원 활동이다.

한편 OECD는 연구개발인력의 측정방식으로 머릿수(headcount) 기준보다는 연구개발활동에 실제로 투입한 비율을 고려하는 연구개발상근상당(FTE : full time equivalent) 기준을 권고하고 있는데, 이는 man-year 개념으로서 한 사람이 연간 30%는 연구개발에 70%는 강의 및 학생지도에 사용하였다면 0.3FTE가 된다. 다만 90% 이상을 연구개발활동에 투입하면 1FTE로 간주하고 10% 미만을 투입하는 인력은 제외하도록 제안하고 있다.

<표 2-8> 직접적 연구개발활동과 간접지원활동의 구분방법

구 분	OECD의 처리기준	예 시	활동 예시
직접적인 연구개발 활 동	연구개발비, 연구개발 인력 모두에 포함	<ul style="list-style-type: none"> • 연구개발수행조직내부 - 부설연구소 - 기술개발부서 - 연구소 전담지원 도서관, 컴퓨터 	<ul style="list-style-type: none"> • 실험, 시제품 개발 • 연구보고서 작성 • 연구개발 프로젝트의 기 획·관리 • 연구원 관리 및 연구비 회계관리
간접적인 지 원	연구개발비에 해당되 는 비율만큼 포함하 나, 연구개발인력에는 모두 제외함	<ul style="list-style-type: none"> • 연구개발수행조직외부 - 중앙의 회계·인사 관리부서 - 기타 간접지원부서 	<ul style="list-style-type: none"> • 일반적 회계·인사관리등 • 중앙의 컴퓨터, 도서관 관리서비스활동 • 경비, 청소, 수선 등

그리고 연구개발 인력에 관한 분류기준으로서 OECD는 직종별 구분과 자격별 구분을 제시하고 있는바, 직종별 구분은 연구원, 기능원 및 기타 지원인력으로 구분되며, 자격에 의한 분류는 교육수준에 의한 것으로 다음의 분류를 제안하고 있다.

<표 2-9> OECD의 직종별 분류와 ILO의 ISCO-88의 비교

OECD의 직종분류	ILO의 ISCO-88
연 구 원 (Researchers)	21. Physical, mathematical and engineering science professionals 22. Life science and health professionals 23. Teaching professionals 24. Other professionals 1237. R&D department managers
기 능 원 (Technician and Equivalent Staff)	31. Physical and engineering science associate professionals 32. Life science and health associate professionals 3434. Statistical, mathematical and related associate professionals
기타 지원인력 (Other Support Staff)	4. Clerks 6. Skilled agricultural and fishery workers 8. Plant and machine operators and assemblers 343. Administrate associate professionals (3434제외) 1. Legislators, senior officials and managers n.e.c.

주 : ISCO는 International Standard Classification of Occupation의 약자임.

라. 조사방법

OECD는 모든 연구개발활동을 조사하는 것은 불가능하므로 조사대상을 주요활동(significant R&D activities)과 비주요활동(marginal R&D activities)으로 구분하도록 하고 있다. 여기서 주요활동조직은 1 man-year 이상의 지속적인 연구개발활동을 수행하는 조직으로 이들에 대해서는 정기적으로 실태조사를 실시하지만 비주요활동조직에 대해서는 기술혁신조사나 기업조사 등 타 조사의 자료나 샘플링조사를 통해 추정하는 방안을 제안하고 있다.

특히 기업부문의 경우 조사대상기업을 선정하는 두 가지 방법이 제시되어 있는데, 하나는 종업원수, 매출액, 산업분류 및 지역분포 통계를 기준으로 샘플링을 하는 것이고, 다른 하나는 연구개발 수행조직과 자금제공자에 대해 수행여부만을 묻는 간략한 염서조사를 실시하여 이를 토대로 본 조사를 실시하는 것이다. 이때 연구소, 연구조합, 정부로부터 연구개발보조를 받은 기관 및 연구개발 조세감면을 받은 기업 등의 목록이 유용한 정보로 활용될 수 있다.

조사표의 작성은 조사항목이 명확하고 논리적이어야 하며, 조사부문에 따라서 적합한 용어선택과 작성안내를 마련하도록 하고 있다. 작성안내는 개념설명, 가상적인 예시 및 경계영역의 작성자와 개인적 접촉을 하는 것은 어려우나 주요 조직이나 불만족한 응답이 올 경우 직접방문 및 전화를 통한 확인과정을 제안하고 있다.

한편, 광범위한 실태조사를 실시했어도 조사표의 부실한 기재, 전수조사에 따른 통계비용의 증대 등의 이유로 완전한 조사결과를 얻기가 어렵기 때문에 OECD는 실태조사와 함께 통계의 집계과정에서 추정(estimation)을 실시하도록 제안하고 있다. OECD가 제안하고 있는 전체 연구개발활동의 추정과정은 다음과 같은 3단계를 따른다.

- ① 모든 연구개발전문 수행기관을 확인하여 이들의 전체활동을 측정
- ② 이들의 전체 활동중 비연구개발 투입부분을 추정하여 전체에서 제외
- ③ 일반조직의 연구개발투입을 추정하여 전체에 추가

마. OECD 기준과 우리나라 과학기술연구개발활동조사의 차이점

1) 연구개발비

OECD는 연구개발비를 경상적 지출과 자본적 지출로 구분하고 있는데, 우리나라의 기준도 기본적인 처리방식은 대체로 동 기준과 유사하다. 그러나 각 항목의 세부구분에 있어서는 비목설정이나 내역 등에 있어서 다음과 같은 차이점이 있다.

첫째, OECD는 연구개발인력의 인건비항목으로 연구원, 연구보조원은 물론 연구개발 활동에 직접적으로 전담지원하는 연구기획, 연구관리, 경리, 회계 등의 직접지원인력의 인건비를 포함시키고 있으나, 우리나라의 경우는 “연구개발활동을 수행하고 있는 자”의 인

전비만을 포함시키고 있으며, 직접지원인력의 인건비는 인건비 비목이 아닌 경상비로 처리되고 있다.

둘째, 경상비의 세부비목으로 OECD는 인건비와 기타 경상비로만 구분하고 있으나 우리나라는 인건비, 기술정보비, 교육훈련비, 시약재료비, 기타 경상비로 세분화하고 있다. 이 경우 보다 많은 유용한 정보를 얻을 수 있는 장점도 있으나, 세부비목중 기술정보비, 교육훈련비 항목은 개념자체도 모호할 뿐 아니라 작성자에게 혼란을 주어 연구개발활동에서 제외되어야 할 기술정보서비스나 교육훈련활동이 포함되어 연구개발비가 과대 계상될 우려가 있다.

<표 2-10> 연구개발비의 비목구성 비교

항 목	OECD기준	한 국	미 국	일 본	독 일	프랑스
경상적 지 출	· 인건비 · 기타경상비	· 인건비 · 기술정보비 · 교육훈련비 · 시약재료비 · 기타경상비	· 인건비 · 원재료· 소모품비 · 기타 경상비	· 인건비 · 원재료비 · 기타 경상비	· 인건비 · 원재료비	· 인건비 · 기타 경상비
자본적 지 출	· 토지·건물 · 기기·장치	· 토지·건물 · 기기·장치 · 기타 자본 적 지출	-	· 토지·건물 · 기기·장치 · 기타유형 고정자산 (건설가계 정 등)	· 투자지출	· 토지·건물 · 재료 및 시설
유형고정 자산감가 상각비	-	-	-	· 유형고정 자산감가 상각비	-	· 감가상각 비

셋째, 국가전체의 연구개발비 집계방식으로 우리나라는 GERD 개념을 따르고 있다. 반면 GNERD 기준으로는 집계되고 있지 않아 우리나라의 연구활동조사에서는 자체부담 중 외국으로 지출한 연구개발비만 조사될 뿐, 외부조직으로부터 받은 연구개발비중 외국으로 지출한 연구개발비는 파악되지 않고 있다. 이 경우 GNERD의 집계시 외부연구비의 의존도가 적은 기업부문에서는 별다른 영향이 없을 것이나, 외부자금의 의존이 큰 출연연구기관과 대학부문에서는 OECD기준과 차이가 발생하게 된다.

넷째, 자본적 지출의 세부비목중 우리나라는 기타 자본적 지출이라는 항목이 추가되어 있어 OECD 기준에서는 연구개발비에 포함되지 않은 기술사용권, 특허권 등의 무형고정자산 및 연구개발과정에서 발생한 파일럿프랜트 등의 유형고정자산이 연구개발비로 산정되고 있다.

2) 연구개발인력

다음의 <표 2-11>에서 보는 바와 같이 우리나라는 연구보조원을 별도로 구분하고 있는데, 이는 그 정의로 보아 OECD의 technician에 속하므로 우리나라의 연구보조원과 기술·기능원을 합하면 OECD의 technician과 거의 동일하다.

<표 2-11> 연구개발인력의 직종별 구분 및 정의 비교

구 분	OECD	우리나라	일 본
연 구 원	일반연구원	<ul style="list-style-type: none"> 새로운 지식, 제품, 공정의 창출작업에 참여하는 전문가 및 관리자 	<ul style="list-style-type: none"> 학사학위 또는 동등 이상의 전문지식을 지닌 사람으로 연구개발 과제를 수행하고 있는 자를 상근과 겸직으로 구분
	대학교수	<ul style="list-style-type: none"> 특정연구테마를 수행하는 교수 박사과정 이상의 논문지도를 수행하는 교수 	<ul style="list-style-type: none"> 전임강사 이상의 교수
	대학원생	<ul style="list-style-type: none"> 박사과정급 이상으로 특정 연구프로젝트에 참여하거나 공식적인 연구지원금을 받는 자 	<ul style="list-style-type: none"> 박사과정 이상의 재적자
연구보조원	-	<ul style="list-style-type: none"> 연구원의 연구수행을 보조하는 실험, 검사, 측정 등의 업무종사자 석사과정 학생 중 연구 활동에 참여하는 자 	<ul style="list-style-type: none"> 연구자를 보좌하고 지도에 따라 연구업무를 수행하되 장래 연구자로 될 가능성 있는 자
기술·기능원	<ul style="list-style-type: none"> 연구원의 감독하에 문헌검색, 실험, 설문조사 등의 업무를 수행하는 기술적 지식과 경험을 보유한 자 	<ul style="list-style-type: none"> 연구원 또는 연구보조원이 아닌자로 연구기자재의 운용, 도면의 작성, 가공조립 등을 수행하는 기술지원 담당자 및 보조노무자 	<ul style="list-style-type: none"> 연구원 또는 연구보조원의 지도, 감독하에 기술적 서비스를 수행하는 자
기타지원인력	<ul style="list-style-type: none"> 숙련·비숙련 기능원, 사무원 등 연구개발을 직접지원하는 자 연구기관의 재무, 인사, 일반행정관리 등 연구활동 전담지원자 	<ul style="list-style-type: none"> 연구개발활동 관련 잡무, 경리, 회계, 비서 등의 지원업무 종사자 	<ul style="list-style-type: none"> 연구활동과 관련된 서무, 회계, 잡무 등 의 종사자 및 연구부서에 소속된 수위, 운전사, 용역자 등

그러나 대학원생의 처리에 있어서는 많은 차이가 있는데, 석사과정학생에 대하여 우리나라의 연구개발활동에 참여하면 연구개발인력에 포함시키도록 되어 있으나 OECD기준은 강의위주의 대학원생은 제외함을 원칙으로 하고 있으며, 박사과정학생도 우리나라의 경우 모두 연구개발인력에 포함시키고 있으나 OECD는 연구개발활동에 공식적으로 참여하는 학생만을 별도 구분 표기하여 포함시키도록 하고 있다.

한편 연구개발인력의 학위별 구분에 대하여도 OECD는 UNESCO의 ISCED기준에 따라 박사, 석사 및 학사, 초급대학, 중등학교, 중등학교미만인 5단계로 구분하나 우리나라의 박사, 석사, 학사 및 기타로 되어 있다.

또한 OECD는 연구개발인력에 대해 직종과 학위간의 교차표 작성을 제안하고 있으나 우리나라의 연구원에 대해서만 학위수준을 조사하고, 기술·기능원 및 기타지원인력에 대해서는 학위별 분류를 작성하지 않아 연구개발인력에 대한 학위·직종별 교차분석이 될 수 없다.

3. 기술무역수지부문 : TBP Manual¹³⁾

가. 개요

'90년 OECD에서는 국제적 기술이전(일반적으로 기술의 국제적 유통)의 측정과 분석을 정확하게 정의하기 위하여 기술무역통계작성의 지침서 형태로 TBP Manual(Proposed Standard Method of Compiling and Interpreting Technology Balance of Payment Data)을 발간하였다.

동 지침서는 기술이전과 기술무역(TBP : technology balance of payment)과의 관계, TBP에 포함되는 거래의 내용, TBP 분류방법, 조사와 데이터 수집방법, 과학기술의 지표로서의 TBP 데이터의 해석 등에 대하여 설명하고 있다.¹⁴⁾

나. TBP에 포함되는 국제거래의 형태

어떤 거래를 기술무역수지통계에 포함시킬 것인지의 여부는 첫째 거래가 국제적이어야 하며, 둘째 거래가 상업적이어야 하고, 셋째 거래의 주요내용이 기술 및 기술서비스에 관련된 지급이어야 한다는 기본 조건에 의한다. 다음의 <표 2-12>는 OECD의 TBP 매뉴얼에서 제안한 TBP 포함거래의 유형을 정리한 것이다.

13) 이희열·김용범, 「기술무역통계의 체계화와 기술수출 활성화방안 연구」, 과학기술정책관리연구소, 1997에서 발췌·정리함.

14) 보다 구체적인 내용은 장진규·윤문섭, 「기술무역통계(TBP Data)작성 지침서」, 과학기술정책관리연구소, 1997을 참조할 것.

<표 2-12> TBP 포함대상거래의 유형

분류	거래	처리	비고
상품·직접투자등	상품의 매매	제외	제품 또는 첨단기술제품의 수입 및 수출
	편무적 무상거래	제외	사적 혹은 공식적인 기술협력 및 과학관련 기관에 대한 기여. 일반적으로 내용이 공공적 영역에 속하며 비밀이 아닌, 상업적 목적이 없는 거래
	직접투자	제외	회사의 다른 자산으로부터 분리하기 어려운 노하우의 무형적 사내 흐름. 이 항목은 만약 기술적 측면이 현저한 경우는 추가적인 TBP자료로 활용될 수 있음
	기술자산의 투입	제외	특허, 라이센스 혹은 노하우 소유권의 전부 또는 일부를 이전하는 내용을 담고 있는 투자 (여기서 투입이 전적으로 기술적인 경우 이 거래를 이론적으로는 TBP항목에 명시할 수 있으나, 확인이 어려운 관계로 이 거래를 제외할 것을 권고)
	로열티의 자본화	제외	지불되지 않는 로열티는 투입을 받은 기업의 주식으로 변경함 (복잡한 보고과정으로 인하여 이 거래를 TBP에서 제외할 것을 권고)
기술서비스	특허 (판매/구매 및 라이센싱)	포함	기술에 관한 산업체산권
	노하우 (특허화되지 않음)	포함	산업재산권법에 의해 보호되지 않는 기술자산
	발명	포함	상동
	상표(독점판매권 포함)	포함	비기술 산업체산권 (라이센싱과 로열티로부터 분리하기가 어려우므로 포함시킴)
	의장, 패턴	포함	비기술 산업체산권 (상업적인 패션이나 순수한 예술적 성격에 의해 가치가 결정되는 것들은 제외하고, 가능한한 산업적 특성을 갖는 항목만을 포함시켜야 함)
	영상물(필름), 녹음, 저작권 관련 자료	제외	이것들 중에 아주 작은 부문만이 기술과 관련됨
	소프트웨어	제외	소프트웨어 제품은 다양할뿐 아니라 기술관련 비율도 추정하기가 쉽지 않아, 특허와 관련없는 소프트웨어는 제외할 것을 권고
기타서비스	기술지도	포함	기술적 측면이 명확한 일반적인 기술지도는 포함
	해외 R&D 활동	포함	연구개발지원금 흐름이 지속적인 연구개발활동의 흐름을 반영하는 경우에는 포함. 이 경우의 연구개발지원금 흐름은 투입과 산출 양자에 대한 측정치로 간주됨
	영업, 재무, 경영 및 법률지도, 광고, 보험, 수송	제외	기술적 측면의 파악이 어려움

다. TBP 분류체계 및 조사·데이터의 수집방법

1) TBP 분류체계

다음의 <표 2-13>은 OECD에서 제안한 기술무역(TBP)의 분류체계를 정리한 것으로서 “대·중·소 분류체계”는 OECD의 취지를 대체로 거의 반영한 것이며, “개별지표항목 및 분류기준”은 명확한 의미전달을 위해 소분류체계의 주요 내용을 열거한 것이다.

2) 조사와 정보수집의 방법

기술무역(TBP) 데이터의 수집방법은 ① 일반적으로 중앙은행이 국제수지에 관한 대금지불측면에서 접근하는 방법(거래당사자에 의한 신고의 형태)과 ② R&D조사나 산업재산권, 국제적 라이센스 계약을 관장하는 기관에서 수집(survey) 하는 방법이 있다.

첫 번째 접근방법은 국가간의 대금지불에 관한 측면으로 이는 국제수지에 포함되는 것이다. 이 경우 정보수집의 중심역할은 대외지불에 관한 자료를 다루는 대행기관(일반적으로 중앙은행)이 갖게 된다.

두 번째 접근방법은 기술이전료를 과학과 기술발달의 지표로 이해하는 것이다. 이 경우 데이터를 수집하는 기관은 R&D 조사나 산업재산권, 라이센스 계약을 관장하는 책임을 갖게 된다.

한편 이러한 각각의 자료수집방법에는 다음과 같은 특성과 장단점이 내포되어 있다.

첫 번째 접근방법의 경우 모든 거래(수입/지출)가 빠짐없이 기록된다는 점에서 과정이 “체계적(systematically)”이라 할 수 있다. 반면 체계적으로 작성된 기록은 광범위하기도 하고 세부사항에 철저하지 못한 것이 단점이다. 한편 이 경우 정보가 “간접적”으로 기록되게 되는데, 그 이유는 거래상의 외환의 흐름이 은행을 통해 중앙은행에 보고되기 때문이다. 여기에서 실제 거래당사자인 개별 기업과 정보수집을 맡아 통계를 관여하는 대행기관(중앙은행) 사이에 중간과정이 개입하게 된다. 이 접근방법은 기술이전상의 계약이 아니라 “대금의 지불에 초점”을 맞춘 것이다.

두 번째 접근방법은 정보수집과정이 약간 다른데, 정보수집이 “부분적”으로 되는 이유는 정기적으로 검증되고 재구성되어야 하는 대표성을 갖는 표본에 의존하기 때문이다. 한편 통계기관이 국제거래의 당사자인 개별회사와 직접적인 접촉을 하게 됨에 따라 정보수집과정은 “직접적”이 되며, 이 경우 일반적으로 대금의 흐름이 아니라 “계약과 거래의 목적 그리고 구체적인 계약조건 등에 초점”이 맞춰져 있다.

이 두 가지의 접근방법은 정반대인 것처럼 보인다. 하지만 실제로는 두 가지를 어떻게 결합하든지 모든 가능한 경우를 포괄할 수 있는 데이터의 기록방법이 바람직하다고 OECD는 제안하고 있다.

<표 2-13> OECD지침서의 TBP 분류체계

대분류	중분류	소분류	개별지표항목 및 분류기준
기술 도입	1. 거래의 형태 (type of transaction)	1) 특허 및 노하우	<ul style="list-style-type: none"> • 특허의 판매 • 특허화되지 않은 발명의 판매 • 특허 라이센싱 • 노하우의 전수
		2) 상표, 의장, 패턴	<ul style="list-style-type: none"> • 상표 라이센싱 • 독점판매권
		3) 기술서비스	<ul style="list-style-type: none"> • 사전적 기술조사 및 엔지니어링 작업 (산업프로젝트의 디자인 및 준비에 필요한 것) • 일반적 기술지도 (인력훈련, 테크니션의 소속이동, 컨설팅서비스, 기술지도)
		4) 외국에서 수행한 산업연구개발활동	<ul style="list-style-type: none"> • 해외위탁 연구개발
	2. 거래자의 특성 (transactor characteristics)	1) 거래당사자가 속한 부문별 구분	<ul style="list-style-type: none"> • 기업, 정부, 대학, 민간비영리로 구분
		2) 거래상대방의 지리적 분포	<ul style="list-style-type: none"> • 국별 및 지역별
		3) 거래당사자 기업의 산업별 분류	<ul style="list-style-type: none"> • ISIC 기준
		4) 거래상대방과의 관계	<ul style="list-style-type: none"> • 비관련 기업 • 관련 기업 <ul style="list-style-type: none"> - 모기업(50% 이상 지분보유) - 자회사(") - 관계회사(10~50% 미만 지분보유)
		5) 거래당사자의 기업 규모	<ul style="list-style-type: none"> • 종업원수 기준 • 매출액 기준
	3. 계약의 특성 (contract characteristics)	1) 계약일 및 계약 기간	<ul style="list-style-type: none"> • 신규계약, 기존계약 • 계약 연도별 • 계약 기간별
		2) 기술무역대상 물품의 산업분류	<ul style="list-style-type: none"> • Central product classification 기준
		3) 대가지불 방식	<ul style="list-style-type: none"> • 금전적 기준 <ul style="list-style-type: none"> - Pre-set amount - Royalty licensing - Fees - Other forms • 비금전적 기준 <ul style="list-style-type: none"> - Cross licensing - Product buy-back - 로열티 자본화
기술 수출	상동	상동	상동

한편, TBP 통계조사에 있어서 수집되어야 할 항목은 두 개의 군(群)으로 나누어 볼 수 있다.

첫 번째 군의 데이터는 (반드시는 아니지만 되도록 직접적인 보고를 위해) 체계적으로 수집되어야 하는 기본데이터이다. 이 데이터는 주로 거래나 대금지불, 정보가 주어진 나라에 주재한 거래당사자에 대한 것으로서, 데이터는 수집자(중앙은행이나 전문 수집기관)에게 그것을 보고하는 거래당사자가 용이하게 마련할 수 있어야 한다.

두 번째 군에 속하는 데이터는 첫 번째 유형의 조사에서보다 덜 빈번하게 이루어지는 조사로부터 도출될 수 있는 보조데이터에 관한 것이다. 데이터의 내용은 <표 2-14>와 같다.

<표 2-14> 기술무역수지 조사시 수집대상 데이터의 내역

기본데이터 (중앙은행이나 타 기관에 의해 체계적 수집)	1. 거래의 유형 2. 지불총액과 대금지불시 통화 3. 거래상대방의 국가 4. 거래당사자의 소속부문 5. (회사인 경우) 거래당사자의 산업활동(업종) 6. 거래상대방과의 관계
보조 데이터 (체계적 수집 또는 전문기관에 의한 조사)	7. 계약일 및 계약기간 8. 기술무역대상물품의 산업분류 9. 거래당사자들의 기업규모 10. 금전적, 비금전적 대가지불 방식 11. 거래상대방의 실체(소속부문과 산업활동)

라. OECD지침과 한·일 기술무역통계 작성현황

1) OECD지침과 한국의 작성현황 비교

우리나라의 기술도입실적 통계는 기술도입자가 갑류외국환은행에서 기술도입대가를 해외 송금할 때의 내역을 해당은행에서 한국은행에 보고한 「기술도입대가지급상황월보」를 종합집계한 것으로서 ① 계약상대방의 해당국 및 지역별 분류에 의한 지리적 분포와 ② 기술도입자(거주자)의 해당 업종과 관련된 금액통계만 산출·발표되고 있다.

반면, 기술수출실적 통계는 10만불이상의 기술수출계획신고를 하였던 기술수출자가 기술개발촉진법에 의거 산기협에 보고(발송된 설문조사표에 기입하여 보고)한 「기술수출실적보고서」를 종합집계한 것으로 ① 계약상대방의 해당국 및 지역별 분류에 의한 지리적 분포와 ② 기술수출자(거주자)의 해당업종만을 당해연도 계약건수, 대가수취액의 2가지

측면에서 집계·발표되고 있다.

한편 우리나라의 기술무역통계 작성현황을 대폭적인 기술도입자유화 조치가 시행된 '94년 4월 이전과 비교한 것이 <표 2-15>이다. 기술도입을 하기 시작한 '62년부터 갑류 외국환은행의 계약인증제가 폐지되기 이전인 '94년 3월까지는 이 표에 나타난 개별항목이 모두 작성되어 매우 다양한 통계가 산출되었음을 알 수 있다.

그러나 '94년 4월부터는 은행의 계약인증제가 지급인증제로 변경됨에 따라, 즉 대폭적인 기술도입자유화로 인하여 정부신고분만 작성이 가능하고 그 밖의 경우(은행의 지급인증대상)는 작성이 불가능한 경우가 대부분을 차지하여 통계의 산출은 극히 제한적인 내용에 그치고 있음을 알 수 있다. 반면 기술수출의 경우는 그 동안 통계산출에 영향을 미치는 제도의 변경이 없었기 때문에 '94년 4월 이전과 현재의 통계산출내용은 동일하다.

그러나 기술도입의 경우는 매우 큰 차이가 있음을 발견할 수 있다. <표 2-15>에 열거한 18종의 통계가운데서 현재 작성·발표되고 있는 통계는 3종(연도별·국별·업종별 대가지급액)에 불과하고, 나머지 15종 중 3종은 전체기술도입계약건수의 20%미만에 불과한 정부신고분에 한해서 작성·발표되고 있으며, 그 밖의 통계는 집계조차 되지 않고 있다.

이렇게 기술무역통계작성이 활발하지 않은 요인은 기술수출의 경우 기술수출액이 아직 미약한 관계로 상세한 통계작성의 필요성이 크지 않기 때문이며, 기술도입의 경우는 첫째, 정부신고분 이외의 계약관련 기초데이터가 없어 전체적인 분석이 불가능하고 정부신고분만의 분석은 전체기술도입계약의 20%미만에 불과하다는 자료의 한계성으로 인하여 둘째, 기술도입대가지급에 대한 상세한 분석은 그 근거가 되는 「기술도입대가지급상황 월보」의 불충분한 작성현황으로 인하여 셋째, 상세한 통계분석에 필요한 정부의 적정한 재정지원 등이 뒷받침되지 않기 때문으로 풀이된다.

<표 2-15> 과거('94.4)와 비교한 우리나라의 기술무역통계 작성현황

대분류	중분류	소분류	'94년 4월 이전의 작성 항목	작성 현황
기술무역	기술도입	기술도입 계약건수	<ul style="list-style-type: none"> · 연도별 계약건수 · 국별 계약건수 · 업종별 계약건수 · 기업규모별 계약건수 	<input checked="" type="triangle"/> <input checked="" type="triangle"/> <input checked="" type="triangle"/> <input type="triangle"/>
		기술도입 대가지급액 (Royalty)	<ul style="list-style-type: none"> · 연도별 대가지급액 · 국별 대가지급액 · 업종별 대가지급액 · 계약서상의 기술료 지급 형태 	<input type="circle"/> <input type="circle"/> <input type="circle"/> <input type="circle"/>
		기술도입 계약형태별 (건수기준)	<ul style="list-style-type: none"> · 연도별 특허권(또는 상표권)수반 기술도입 건수 · 국별 특허권(또는 상표권)수반 기술도입건수 · 업종별 특허권(또는 상표권)수반 기술도입건수 · 기업규모별 특허권(또는 상표권)수반 기술도입건수 	<input type="square"/> <input type="square"/> <input type="square"/> <input type="square"/>
		기술도입 계약기간별 (건수기준)	<ul style="list-style-type: none"> · 연도별 기술도입 계약기간 분포 · 국별 기술도입 계약기간 분포 · 업종별 기술도입 계약기간 분포 · 기업규모별 기술도입 계약기간 분포 	<input type="square"/> <input type="square"/> <input type="square"/> <input type="square"/>
		조세감면대상 기술도입건수	<ul style="list-style-type: none"> · 국별 조세감면대상 기술도입건수 · 업종별 조세감면대상 기술도입건수 	<input type="square"/> <input type="square"/>
	기술수출	기술수출 계약건수	<ul style="list-style-type: none"> · 국별 기술수출 계약건수 · 연도별 기술수출 계약건수 · 업종별 기술수출 계약건수 	<input type="circle"/> <input type="circle"/> <input type="circle"/>
		기술수출 대가수취액	<ul style="list-style-type: none"> · 국별 기술수출 대가수취액 · 연도별 기술수출 대가수취액 · 업종별 기술수출 대가수취액 	<input type="circle"/> <input type="circle"/> <input type="circle"/>

범례) ○ : 현재 작성 발표중

△ : 정부신고분만 작성 발표중(정부신고분(전체기술도입 계약건수의 약 20%미만을 차지함)이외의 경우는 작성 불가능)

□ : 정부신고분에 한해 작성은 가능하나 미집계되고 있는 상태임.

이하에서는 OECD지침서의 분류체계와 비교한 국내의 작성현황을 항목별로 살펴보고자 한다.(<표 2-16> 참조)

<표 2-16> OECD 분류체계와 국내 기술무역통계 작성현황 비교

OECD 지침서		기술도입 통계		기술수출 통계	
중분류	소분류	건수통계	금액통계	건수통계	금액통계
1. 거래의 형태	1. 특허 및 노하우	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> (A)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	2. 상표, 의장권, 패턴	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> (A)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	3. 기술서비스	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> (A)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	4. 외국에서 수행한 산업연구개발	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2. 거래자의 특성	1. 거래당사자가 속한 부문별구분	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> (A)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	2. 거래상대방의 지리적 분포	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	3. 거래당사자 기업의 산업별분류	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	4. 거래상대방과의 관계	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	5. 거래당사자의 기업 규모	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> (A)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. 계약의 특성	1. 계약일 및 계약기간	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> (A)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	2. 기술무역대상물품의 산업분류	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	3. 대가지불방식	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> (A)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<범례>		<input checked="" type="radio"/> : 현재 작성 · 발표중 <input type="checkbox"/> : 정부신고분만 작성 · 발표중 <input checked="" type="checkbox"/> : 정부신고분만 작성 가능하나 미집계됨 <input checked="" type="checkbox"/> : 통계산출 불가능	<input checked="" type="radio"/> : 현재 작성 · 발표중 <input type="checkbox"/> : 작성 가능하나 미집계 <input checked="" type="checkbox"/> : 통계산출 불가능		

주 : (A)가 표시된 항목은 i) 정부의 적극적인 통계산출관련 재정지원 ii) 갑류외국환은행의 성실한 보고가 전제된다면 현행 체계하에서 “국가전체의 통계”도 산출 가능하다는 의미임.

첫째, “거래의 형태”항목과 관련해서는 우리나라의 경우도 “외국에서 수행한 산업연구개발” 이외에는 현행의 설문조사 또는 보고양식을 근거로 판단할 때 통계산출은 가능한 체계로 구성되어 있다. 그러나 실제로는 기술도입계약건수통계는 정부신고분만 가능하며, 기술도입금액통계는 「기술도입대가지급상황월보」의 기재사항이 불충분하고 동 통계의 분석에는 엄청난 시간과 노력, 재원이 필요하나 정부의 재정지원이 뒷받침되지 않아 세부항목으로 구분하여 집계되지 않고 있다. 기술수출의 세부통계도 산출은 가능하나 미집계 상태이다.

둘째, “거래자의 특성” 항목의 경우는 이중의 일부 항목이 집계되고 있다. 즉, 국별(거

래상대방의 지리적 분포), 업종별(거래당사자 기업의 산업별분류)의 통계가 기술수출과 기술도입대가측면에서 집계되고 있으며 기술도입계약체결 건수 통계가 정부신고분에 한해서 집계되고 있다.

한편, 거래당사자가 속한 부문별 구분 항목은 거래당사자가 기업, 정부, 대학, 민간비영리중 어디에 해당하는지를 구분하는 것으로서 우리나라의 경우 대부분 기업이기 때문에 별도 항목으로서 집계 필요성을 느끼지 않고 있는 항목이다.

거래상대방과의 관계 항목은 다국적기업의 증가 등 최근 경향을 반영한 항목으로서 현행의 보고·조사체계에서는 통계산출이 불가능한 대상이나 동 항목이 OECD권고안의 기본데이터에 포함되어 있기 때문에 향후 보고·조사의 양식을 일부 변경해서라도 집계하여야 할 항목이다. 동 항목에 대해 OECD권고안은 비관련 기업과 관련기업으로 구분하고 관련기업은 다시 모기업, 자회사, 관계회사로 구분할 것을 권고하고 있다.

거래당사자의 기업규모 항목은 기술도입 또는 기술수출하는 국내기업을 종업원수와 매출액을 기준으로 구분하여 집계도록 권고하고 있는 항목으로 작성은 가능하나 많은 노력이 소요되기 때문에 별도의 분류는 하지 않고 있다.

셋째, “계약의 특성” 항목중 계약일 및 계약기간은 신규계약과 기존계약으로 구분하여 계약연도별, 계약기간별 분석을 권고하고 있으나 「기술도입대가지급상황월보」의 기재사항이 모호하여 집계되지 않고 있다.

기술무역대상물품의 산업분류 항목은 Central Product Classification을 기준으로 분류하도록 권유하고 있으나, 기술무역대상물품의 해당산업 여부를 판단하기 어려워 미집계되고 있다. 또한 대가지불방식 항목중 금전적 지불은 많은 노력과 재원이 전제되면 집계는 가능하나 현재는 미집계 상태이며, 비금전적 지불은 파악자체가 불가능하다.

2) OECD지침과 일본의 작성현황 비교

일본 TBP관련 지표의 대표적인 통계는 「일본은행통계」와 「총무청통계」로 나누어지며, 이밖에 NISTEP(과학기술정책연구소)의 통계가 있다. 일본은행통계는 기술도입 및 기술수출의 대가수취(지급)액만 산출되며, 그 밖의 상세한 내용은 공표되지 않고 있다. 그러나 “기술도입”에 대한 계약체결조건 등과 관련된 상세한 분석은 日銀자료를 활용하여 NISTEP에서 실시하고 있다. 동 기관이 이렇게 계약체결조건에 대해 상세분석이 가능할 수 있는 요인은 「기술도입계약체결신고서(보고서)」 접수체계가 존재하고 있기 때문이다.

반면, 총무청 통계는 표본조사라는 한계가 있으며 설문서 내용도 비교적 단순하여(우리나라 STEPI 시행 “과학기술연구개발활동조사”와 유사) 상세한 계약조건 등을 분석할 수는 없다. 한편 OECD지침서의 기술무역통계 범위와 日銀통계 및 총무청통계의 차이가 있는 부분만을 발췌하여 비교하면 다음과 같다.

<표 2-17> OECD지침서와 일본기술무역통계 범위의 차이

차이 항목	OECD 지침서	日銀통계	총무청통계
· 외국에서 수행한 산업연구개발	포 함	미포함	미포함
· 상표/의장 거래	포 함	포 함	미포함
· 소프트웨어	미포함	포 함	포 함
· 공장경영 및 사업경영 기술지도	미포함	포 함	미포함
· 플랜트 수출입관련 노하우	포 함	미포함	포 함

한편 <표 2-18>은 OECD지침서의 분류체계와 일본의 작성현황을 비교한 것으로서 기술무역통계의 작성에 있어서 일본 NISTEP의 역할이 큼을 알수 있다. 일본 NISTEP의 이러한 역할은 우리나라에서는 한국산업기술진흥협회(KITA)가 거의 담당하고 있다.

<표 2-18> OECD 분류체계와 일본의 기술무역통계 작성현황 비교

OECD 지침서의 분류체계		기술도입 통계	
증분류	소분류	작성여부	작성기관
1. 거래의 형태	1. 특허 및 노하우	○ (건수)	NISTEP
	2. 상표, 의장권, 패턴	○ (건수)	NISTEP
	3. 기술서비스	○ (건수)	NISTEP
	4. 외국에서 수행한 산업연구개발	×	-
2. 거래자의 특성	1. 거래당사자가 속한 부문별구분	△ (건수, 금액)	NISTEP
	2. 거래상대방의 지리적 분포	○ (건수, 금액)	NISTEP, 일은, 총무청
	3. 거래당사자 기업의 산업별분류	○ (건수, 금액)	NISTEP, 일은, 총무청
	4. 거래상대방과의 관계	×(도입), ○(수출)	NISTEP
	5. 거래당사자의 기업 규모	○ (건수)	NISTEP
3. 계약의 특성	1. 계약일 및 계약기간	○ (건수)	NISTEP
	2. 기술무역대상물품의 산업분류	×(도입), ○(수출)	NISTEP
	3. 대가지불방식	○	NISTEP

주 : 1. ○ : 작성, △ : 작성가능하나 미작성, × : 작성 불가능

2. NISTEP의 분석중 기술도입통계는 일본은행이 수집한 자료에 기초한 전수 집계치이며, 기술수출통계는 표본조사임.

4. 기술혁신부문 : Oslo Manual¹⁵⁾

가. 개요

OECD는 경제성장과 기술의 관계를 보다 잘 이해하기 위해 생산, 고용, 산업분류 등 현행의 경제통계를 개선하고 기존의 선형모형에 근거한 과학기술지표 체계의 한계를 탈피하여 기술혁신의 전 과정에 관련된 정보를 제공해 주는 새로운 기술혁신지표의 개발을 위하여 기술혁신조사의 방법론 및 기본지침을 구체적으로 정리한 Oslo Manual¹⁶⁾ 1차 버전을 1992년에 발간하였다. 또한 이 국제기준을 근거로 하여 OECD와 EC는 13개 국가가 참여하는 수년간의 실험적 적용작업 과정을 통해 1997년에는 기존의 매뉴얼을 수정·보완한 2차 버전(second edition)을 발표하였다.

나. 기술혁신의 개념

기술혁신은 기술적으로 새로운 제품 및 공정의 개발과 기술적 개선을 의미하며 반드시 시장에 도입되거나 생산공정에 사용된 경우만 해당된다. 광의의 기술혁신은 과학, 기술, 조직, 재무 등의 일련의 혁신활동이 모두 포함되나 제조업의 기술혁신조사에서 의미하는 기술혁신기업이란 기술적인 측면에서의 기술혁신을 이룩한 기업만 해당된다. 이때 신규성의 정도는 세계최초, 국내최초, 해당기업최초로 구분하되 기술혁신여부는 해당기업을 기준으로 해서 판정하며, 기술혁신은 다음과 같이 제품혁신과 공정혁신으로 구분된다.

1) 제품혁신(Technological Product Innovation)

제품이란 재화(goods)와 용역(services)을 모두 포함하되, 기존에 존재하지 않던 새로운 제품을 창출한 신제품혁신을 의미하는 ‘급진적 제품혁신’(major product innovation)과 이미 유사한 제품이 존재하고 있으나 성능향상이나 가격절감 등의 현저한 향상을 가져온 기존제품의 혁신을 일컫는 ‘점진적 제품혁신’(incremental product innovation)으로 구분되고 있다.

2) 공정혁신(Technological Process Innovation)

공정혁신이란 완전히 새롭거나 획기적으로 개선된 생산방법을 적용함으로써 성능·품

15) 윤문섭·장진규, 「우리나라의 기술혁신 조사」, STEPI, 2000., 「우리나라 연구개발활동의 측정 방법 개선 및 국제비교성 제고방안」, STEPI, 1996에서 발췌·정리함.

16) OECD, *OECD Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data*, 1992

질과 생산효율의 향상을 가져온 경우를 말하며, 생산방법의 개선에는 생산설비의 변화는 물론 생산조직의 변화도 포함된다. 다만 생산방법의 개선은 새로운 제품이나 개선된 제품을 생산하기 위한 것으로 기존의 설비와 생산방법으로는 생산할 수 없는 경우이며, 기존 제품과 동일한 것을 제조하는 경우에는 획기적인 생산효율의 증대를 가져오는 경우만이 해당된다.

다. 평가지표

기술혁신을 위한 조사항목(평가지표)은 제조업과 서비스업으로 구분되어 있는데, 본 연구에서는 제조업을 분석대상으로 하여 정리하고자 한다. 제조업의 기술혁신활동조사표는 회사일반사항을 제외하면 ① 기술혁신의 유무, ② 기술혁신을 위한 아이디어나 정보의 원천, ③ 기술혁신의 목적, ④ 기술혁신 비용, ⑤ 기술혁신의 영향, ⑥ 기술획득 및 기술이전, ⑦ 기술혁신의 보호, ⑧ 기술혁신지원제도 평가, ⑨ 기술혁신 애로요인 등 9가지 분야로 구성되어 있다.

□ 기술혁신 실적의 유무

기술혁신의 실적은 ‘신제품혁신’, ‘기존제품혁신’, ‘공정혁신’으로 구분하여 혁신여부와 혁신의 개발주체(단독개발, 공동개발, 위탁개발), 달성시점(세계최초, 국내최초, 업체최초), 혁신과 관련된 특허 또는 실용신안 여부 및 건수, 그리고 시도하였으나 실패한 프로젝트 및 진행중인 프로젝트의 여부 등에 대한 항목으로 구성되어 있다.

□ 기술혁신을 위한 아이디어나 정보의 원천

여기서는 응답기업에서 수행한 기술혁신을 위한 ‘아이디어 또는 정보의 원천’과 다른 회사나 조직과 협동으로 기술혁신활동을 수행한 경우 ‘파트너의 조직형태 및 국가’에 대한 정보를 수집하고 있다.

정보의 원천은 회사내부, 외부기업 및 시장, 대학 및 연구소, 일반정보매체, 기타로 구분되어 세부항목별로 해당여부와 중요도의 정도를 측정하며, 파트너의 조직형태 등은 세부 조직형태별 활용여부와 소속국가를 측정한다.

□ 기술혁신의 목적

기업에서 수행한 기술혁신의 부문별 목적 해당여부와 그 중요도를 측정하는 항목으로 구성되어 있는데, 기술혁신의 목적으로는 기존제품의 대체, 제품의 다양화, 시장점유율의 확대·유지, 신시장 개척, 생산유연성의 개선, 제조원가 절감, 환경오염 개선, 제품의 품질 향상, 작업환경·안전성 개선, 규제 및 법률대응, 기타 등의 항목 등으로 구성되어 있다.

기술혁신의 비용

기술혁신의 성공 및 실패여부에 관계없이 해당 기업에서 수행한 모든 신제품·신공정 개발을 위해 지출한 기술혁신비용 및 해당 비용의 목적 및 재원별 구성비를 조사하며, 전체 기술혁신비용 중 외부조달 자금의 자원별 유용성에 대해 평가하도록 설계되어 있다. 그리고 연구개발활동 수행여부 및 전담 부서의 설치 유무를 별도로 측정하고 있다.

기술혁신의 영향

기술혁신의 영향은 기술혁신을 통한 신제품 및 개선된 기존제품, 그리고 미개선된 기존제품이 전체 매출액과 수출액에서 차지하는 비중을 통하여 측정하고 있다.

기술획득 및 기술이전

외부로부터 획득한 새로운 기술 및 타 조직으로 새로운 기술을 이전시켜준 경험이 있는 경우 해당 기술획득 및 이전의 방법과 해당 국가(지역)에 대한 복수응답을 통하여 측정하도록 설계되어 있다.

기술혁신의 보호

기술혁신을 통하여 산출된 신제품 및 기존제품의 개선, 그리고 신공정 및 개선된 공정 혁신을 보호하기 위한 방법과 그 중요성을 특허, 실용신안, 모방방지를 위한 노력, 시장선점, 기타 등으로 구분하여 조사하고 있다.

기술혁신지원제도 평가

기업이 달성한 기술혁신과 관련하여 정부의 기술개발을 위한 지원제도 등의 활용여부 및 유용성을 평가하도록 구성되어 있다.

기술혁신 애로요인

기술혁신활동의 성공적 실현을 저해하는 요인을 사내요인, 경제적 요인, 기타 요인 등으로 구분하여 세부항목별로 그 경중을 조사하고 있다.

라. 조사방법

기술혁신조사는 설문방법에 의존하기 때문에 지표를 작성하는 기초자료는 Binary data 또는 Ordinal scale이 된다. 설문항목들은 대개 생산제품의 특성에 따라 설계되게 되므로 기업전체를 조사대상으로 한 경우에는 주력생산제품별로 묶어서 하는 방법이 제안

되고 있다.

우리나라의 경우 1997년 발표된 Oslo Manual 개정판에 근거하여 제조업과 서비스업을 조사대상으로 하고 있으며, 모집단의 성격에 따라 전수조사 및 표본조사 방법을 병행하고 있다. 표본조사의 경우 종업원수 300인 미만의 기업에 대하여 업종분류와 종업원수 별로 2차 충화하여 Neyman의 배분공식에 따라 임의추출하는 표본추출기법(sampling method)을 이용하고 있다. 한편 조사방법은 우편 설문서를 통한 자계식 기입방식을 원칙으로 하되, 수정·보완이 필요한 경우 전화 또는 직접 방문을 실시하고 있다.

5. 특허부문 : Patent Manual¹⁷⁾

가. 개요

특허자료가 기술지표로서 사용되기 위해서는 국제적 표준화가 요구된다. 이것이 OECD가 Patent Manual을 만든 이유이다. 따라서 동 지침서는 특허통계의 이용에 있어서 국가간의 일치된 방법론을 제공하는 역할을 담당한다.

OECD의 여러 지침서는 과학기술지표로서 이용가능한 데이터의 활용에 관한 표준을 규정하는 것을 목적으로 하고 있다. 이에 따라 Patent 매뉴얼 역시 특허자료가 어떻게 지표로써 이용되어질 수 있는가에 대한 기본정보를 제공하고 있으며, 또한 특허자료가 과학, 기술 그리고 경제활동에 관한 다른 통계에 어떻게 연결될 수 있는지를 보여준다.

나. 평가지표

특허는 발명활동에 대한 정보를 제공하는 것으로서, 동 OECD의 지침서에서는 산업발명과 관련된 특허만을 대상으로 하며 상표권, 의장권, 저작권과 같은 종류의 산업체산권에 관해서는 규정하지 않는다.

특허문서에는 기술, 시장, 다른 자료와의 관계에 관한 많은 정보가 수록되어 있다. 예를 들면 출원일, 출원국명, 발명자, 출원자, 우선권, 출원된 기술내용, 출원자 및 심사자가 조사한 선행기술자료, 기술분류 등이다.

이러한 정보는 특허정보 데이터베이스로 구축되며 이를 활용하여 정량적인 분석을 통해 특허지표로 작성할 수 있다. 특허지표의 기본적인 형태는 1) 발명자의 특성, 기업 및 기업그룹에 따른 특허건수 통계, 2) 기술분류에 따른 건수, 3) 국가나 지역의 특허건수, 4) 시간에 따른 특허건수의 변화추이 등이다.

17) OECD Patent Manual(1992), 김기국외(1998)에서 발췌·정리

<표 2-19> 특허지표의 분류 체계

종 분 류	소 분 류	개별 통계·지표 항목
국내 특허 활동 측정 지표	출원 등록인의 국적별 건수	<ul style="list-style-type: none"> - 국내 거주자의 출원·등록 건수 (Resident applications & registrations) - 해외 거주자의 출원·등록건수 (Non-Resident applications & registrations)
	발명인의 형태별 건수	<ul style="list-style-type: none"> - 기업, 정부기관, 비영리기관, 개인
	국별, 지역별, 산업별, 기술분류별 건수	<ul style="list-style-type: none"> - 국별 출원·등록건수 - 지역별 출원·등록건수 - 표준산업분류별 출원·등록건수 - 표준무역분류별 출원·등록건수 - IPC 등 기술분류별 출원·등록건수
해외 특허 활동 지표	출원·등록 건수의 비교 (Cross-country comparisons)	<ul style="list-style-type: none"> - EPO등 국제특허청 출원·등록건수 - 특허 생산성 지표 <ul style="list-style-type: none"> · 인구당 특허건수 · GDP당 특허건수 · 연구개발비당 특허건수 · 연구개발인력당 특허건수 등
미국 특허의 분석지표	특허활동의 산업별 또는 기술분야별 특화도 분석	<ul style="list-style-type: none"> - RTA(Revealed Technological Advantages), Specialization Index, Activity Index - RPA(Revealed Patent Advantage)
	기술연관지표	<ul style="list-style-type: none"> - Patent Citation Performance index - Patent Co-classification Index
	기술·과학 연관지표	<ul style="list-style-type: none"> - Science Linkage 지표 - 산·학·연 공동출원 지표
과학기술 세계화분석 지표	생산·연구개발·특허의 세계화 패턴	<ul style="list-style-type: none"> - 대규모 기업의 생산·연구개발 및 특허활동의 특성지표

자료 : 김기국外(1998), p.150

이러한 네 가지 특허지표의 기본형태는 분석목적에 따라 매우 다양한 방식으로 조합되며 연구개발, 기술혁신, 기술무역 등의 다른 지표와 병행되어 활용된다. 이 때 분석은 기업 차원과 국가 차원으로 구분되며, 분석차원에 따라 분석방법도 상이하게 된다. <표 2-19>는 OECD에서 제안한 특허지표를 중심으로 분류체계를 작성한 것이다.

1) 특허건수

특허지표의 가장 단순한 형태로서 조건에 부합하는 특허의 건수를 집계하는 것이다. 특허건수를 집계하는데 있어서의 주요 처리방법은 다음과 같다.

첫째, 국가별, 발명기관 형태별, 기술분야별로 특허건수를 집계할 때 국적이 다른 두 사람 이상의 발명자가 있는 경우 국별 발명건수는 해당되는 비율만큼만 감안하여 분수로 처리한다.

둘째, 특허건수의 집계시 어느 특허청의 자료를 활용하는가의 문제이다. 발명자는 대개 우선 자국 특허청에 출원하며 필요에 따라 해외에 출원하기 때문에 해당국가의 건수가 과장되어 나타난다. 이는 EPO(European Patent Organization)와 같은 국제특허청의 통계를 활용함으로써 오차를 보정 할 수 있다. 두 나라의 국별 비교시 또 다른 방법은 제3국 시장에서 비교하는 것이다. 이때 미국특허에서 차지하는 건수가 가장 많이 사용된다. 이밖에 EPO, USPTO, JPO 등 주요 특허청의 통계를 복합하여 분석할 수도 있다.

셋째, 한 국가의 특허출원건수는 자국내 거주자의 출원건수, 비거주자의 출원건수, 해외출원건수의 세 가지 형태로 구분하여 집계된다. 거주자의 출원건수는 그 나라의 발명성과를 나타내며, 비거주자의 출원건수는 그 나라가 해외 기술의 진출시장으로서 얼마나 가치가 있는가, 또는 기술 경쟁대상자로서 인식되는 정도를 보여준다. 그리고 해외출원건수는 그 나라의 기업들이 기술활동을 통해 해외시장으로부터 경제적 성과를 획득하려는 노력의 정도를 나타낸다고 할 수 있다. 이밖에 발명자의 형태 즉 기업, 정부기관, 대학, 비영리 연구기관, 개인 발명가 등의 구분 및 지역별 분포를 집계하여 국가 전반적인 기술활동구조의 모습을 보여 줄 수 있다.

넷째, 한 나라의 특허건수는 인구, 경제규모, 연구개발활동 규모, 기술기반 등에 따라 달라진다. 특허건수를 이러한 변수로 나누어 절대지표가 아닌 상대적인 특허 생산성 지표를 산출할 수 있다. 예를 들면 인구당 특허수, GDP당 특허수, 수출당 특허수, 연구개발비 당 특허수, 연구원수당 특허수의 비교가 이에 해당한다.

2) RTA 지표

RTA(Revealed Technological Advantage)지표는 기술분야별 특허활동의 구조를 국제 비교함으로써 한 국가가 다른 국가에 비해 어떤 기술 분야가 특화되어 있는가를 분석할 수 있는 지표이다. 이는 한 국가가 특정기술분야에서 차지하는 특허건수의 비율을 모든 기술분야에서 차지하는 특허건수의 비율로 나눈 값으로서, 해당 기술분야에서 한 건의 특허도 없다면 0이 되며, 모든 기술분야의 평균값과 같다면 1이 되며, 1보다 큰 경우에는 그 기술분야에 특화되어 있음을 나타낸다. 한편, 이 수치에 로그를 취하여 -1과 1사이의 분포를 갖게 한 것을 RPA지표(Revealed Patent Advantage)라고 한다. 이 지표의 시계열 변화를 살펴보는 것은 국제간 기술경쟁력을 분석하는 유용한 방법으로 평가되고 있다.

3) 특허인용지표

특허인용지표는 특허에 인용된 선행 특허정보를 활용하여 특허간의 연계구조를 분석하기 위한 지표이다. 인용정보는 두 가지 원천에서 발생된다. 하나는 발명자가 제출한 출원서로부터이고, 다른 하나는 특허청의 심사자가 작성한 심사보고서로부터이다. 심사자가 작성한 특허인용정보는 미국의 CLAIMS, EPO의 WPI(L) 등 일부 데이터 베이스에만 수록되어 있으며, 발명자가 작성한 것은 단지 출원서의 내용중 하나로 취급될 뿐 온라인으로는 구할 수 없다.

이러한 인용정보를 통해 거의 인용되지 않는 특허와 자주 인용되는 특허를 구분할 수 있다. 분석결과에 의하면 등록된 특허의 2/3는 전혀 인용되고 있지 않은 것으로 알려져 있다. 자주 인용되는 특허는 영향력이 크고 기술수준이 높은 기술이라고 평가할 수 있다. 동일한 분석방법을 국가 차원이나 기업 차원에 적용하여 특허의 질적 측면을 나타내는 지표를 작성할 수 있다. 인용횟수를 단순히 집계하는 것 이외에 보다 정교한 연관 분석을 실시하면 개별기술간 및 기술분야간의 연관관계를 파악할 수 있으며, 파급효과가 큰 핵심 기술을 도출할 수 있는 지표의 작성도 가능하다.

4) 공동분류(Co-classifications)지표

기술연관관계를 보여주는 다른 방법은 기술분류 코드를 활용하는 것이다. 특허는 그 자체의 기술특성 및 응용될 제품에 따라 해당되는 표준 기술분류코드에 속하게 된다. 이 때 하나의 특허가 복수의 제품과 공정에 연관되는 경우 여러 기술분류에 해당하는 것으로 처리된다. 따라서 복수의 기술분류 코드를 갖는 특허들간의 기술연관관계를 분석하여 기술 연계도를 나타내는 지표로 활용할 수 있다.

5) 특허에 인용된 논문지표

과학과 기술간의 연관관계는 통상 특허에 인용된 논문의 특성분석을 통해 이루어진다. 미국의 경우 특허 심사자는 출원된 특허의 신규성을 평가하기 위해 관련된 논문을 인용한다. 이 정보를 기반으로 인용 논문수, 논문과 특허의 발간시기 차이, 논문이 수록된 저널의 형태 등에 관한 지표를 산출할 수 있다. 인용 논문수가 많을수록, 발간시기의 차이가 짧을수록, 인용된 저널이 기초적 연구결과를 취급하는 경향이 클수록 해당기술은 과학과 연관이 깊다고 할 수 있다.

6) 산학연 공동출원지표

기업과 대학, 연구기관간의 공동연구개발 수행과정에서 흔히 공동발명특허가 발생한다. 이러한 통계는 산학연간의 공동연구에 있어서 상호 어떻게 기술적 영향을 주고받는가

를 알려주며, 효율적인 공동연구개발 전략 수립에 관한 정보를 제공해 준다.

7) 특허, 산업, 무역의 연계지표

특허의 국제표준기술분류는 IPC(International Patent Classification)로 모든 특허는 발명의 내용에 따라 하나 이상의 기술분류에 속하게 되어 있다. 이는 기술특성과 응용제품을 모두 고려한 분류방식으로 약 6만개의 서브그룹으로 구성되며, 각 하위 서브그룹은 6만 4천개의 항목을 포함하는 매우 상세하고 방대한 기술분류체계이다.

국제표준은 아니지만 미국에서 독자적으로 사용하는 USPOC도 중요한 특허분류이다. 미국의 특허청은 USPOC와 표준산업분류간의 연결표를 작성하여 특허와 산업생산간의 연관 분석에 유용하게 활용하고 있다. 특허분류와 무역분류간의 연결표도 중요한 정보로 미국 특허를 무역 통계와 연결시킨 한 연구에 의하면 무역특화의 정도가 기술특화보다 훨씬 강한 것으로 나타났다. 그러나 이러한 현상은 국가별, 기술별로 차이가 있을 것이며 국별 특성을 분석하는 유용한 특허지표를 제공할 것이다. IPC와 국제표준산업분류 및 국제표준무역분류와의 연결표를 활용한 특허-산업-무역간의 연관 분석을 통해 다양한 연계지표를 개발할 수 있다.

8) 특허의 생산과 활용지표

특허를 발명한 기업은 독점적으로 그 기업내부에서 특허를 사용하기도 하지만 일반적으로 라이센싱, 전략적 동맹, 기술이전 등을 통해 타 기업으로 기술을 확산한다. 특허통계를 이용하여 특허의 생산기업과 사용 기업간의 기술흐름을 분석할 수 있다. 캐나다 특허청은 기업간 특허의 생산과 사용에 관한 통계를 체계적으로 수집하여 산업연관표와 유사한 형태의 31개 산업분류로 산업간 특허 연관표를 작성하고 있다. 이를 활용하여 여러 산업분야에 많은 영향을 주는 공통핵심 기술분야의 도출, 사용자와 공급자간의 기술연계 등 산업간 기술흐름에 관한 다양한 지표의 작성이 가능하다.

9) CHI Research사의 특허지표

미국의 CHI Research사는 기업의 기술력을 측정하기 위한 특허지표를 개발하였다. 화학, 전자, 제약기술분야에 있어서 미국 특허를 활발하게 얻고 있는 2000여개의 세계적인 기업들의 특허정보를 데이터베이스화하여 기업 및 국가 차원의 기술력 분석에 관련된 <표 2-20>과 같은 특허지표를 개발하였다.

<표 2-20> CII사의 기술력 분석지표

지표명	산출방법	지표의 의미
Activity Index(AI)	a national patents in product ÷ group patents by a nation	전반적인 특허활동의 상대적 비교
Current Impact Index(CII)	citation count to a national patents ÷ citation count to all patents	특허의 질적 수준 및 영향도
Total Technological Strength(TTS)	number of patents × current impact index	특허의 양적·질적 수준의 종합적 지표
Relative Technological Strength(RTS)	total technological strength ÷ world average TTS	세계적 평균수준에 대한 상대적 기술수준
Technology Cycle Time(TCT)	median age of patents cited	기술수명주기상의 위치·특성
Science Linkage(SL)	average number of science papers cited	과학과 연계된 정도

자료 : 김기국외(1998), p.155

다. 주요국의 특허통계지표

1) 미국(Science & Engineering Indicators, 1996)

- ① EPO의 국별 특허 취득건수 구성 : 연도별, 국가별 특허건수지표
- ② 발명자 국적에 따른 미국 특허 취득건수 : 국적별 미국 내 특허지표
- ③ 발명자 형태별 특허건수 : 기업, 정부, 개인별 국내외 건수
- ④ 상위 특허 보유 기업 : 기업별 특허보유실적
- ⑤ 주요 국가의 미국특허 기술분야별 활동 지수(Activity Index)
- ⑥ 6대 주요기술분야에 있어서 지역별 특허취득건수 : 6개 기술분야¹⁸⁾의 지역별 건수
- ⑦ 기술분야별, 지역별 기술성과 지수(Technological Performance Indicators) (분석기간 1980~1993)

18) Computers, Electrical component and communication equipment, Industrial machinery, Aircraft and ports, Motor vehicles and equipment, Radio and television

<표 2-21> 기술분야별, 지역별 기술성과지수

지역/국명	특허건수	과학 ¹⁾ 연계	기술 ²⁾ 수명기간	현 ³⁾ 영향지수	기술력 ⁴⁾
아시아					
- 일본	215,741	0.028	7.2	1.19	256,732.1
- NIEs(4개국)					
북미(3개국)	620,080	0.70	11.3	1.03	638,682.1
EEC(12개국)	200,003	0.36	10.3	0.79	158,002.6
남미(3개국)	145	1.15	17.4	0.50	72.5

주 : 1) 특허등록문서의 첫 페이지에 기재된 인용논문 수

2) 선행기술로서 인용한 특허기술의 수명주기의 중앙값

3) 피 인용수의 평균에 대한 해당국가특허의 피 인용수(평균기대값을 1로 정규화한 수치)

4) 해당국가의 특허수×current impact index

자료 : 김기국外(1998), p.156

2) 호주(Australian Business Innovation, 1995)

- ① 해외 특허출원총수 : 연도별 WIPO, PCT, EPC등 출원건수
- ② 해외 특허출원의 연평균 증가율 국제비교 : 국가별 평균증가율
- ③ GNP당 해외특허건수 국제비교(100만 U.S 달러당 건수) : 국가별 GNP 및 부가가치 기준평균건수
- ④ 세계 총 해외 특허출원건수에 대한 국별 구성비율
 - R&D가 많은 국가 : 미국, 일본 등 5개국
 - R&D가 중간 정도인 국가 : 호주, 스위스 등 8개국
- ⑤ 호주내 기관 형태별 미국특허 출원건수의 구성
- ⑥ 기관형태별 미국특허 출원건수 구성 국제비교 (1989~1991)
- ⑦ 경제변수 대비 미국 특허건수의 국제비교 : GDP, 제조업부가가치, 수출액, 인구, 제조업 종업원수당 특허건수
- ⑧ 미국 특허의 분석지표
 - Citation Performance 국제비교
 - Science linkage index 국제비교
 - Technology diffusion speed index(=Technology cycle time)
- ⑨ 연구개발 집약도에 따른 산업별 미국특허활동 분석지표
 - R&D 집약도가 높은 산업의 세계/호주 특허증가율 비교(일본, 독일 등 4개국)
 - R&D 집약도가 중간인 산업의 세계/호주 특허증가율 비교(스웨덴, 스위스 등 9개국)

- R&D 집약도가 낮은 산업의 세계/호주의 특허증가율 비교
- ⑩ 미국 표준산업분류별 호주의 미국특허건수
 - 99개 산업분류별 호주의 미국특허건수
 - 산업별/국별 미국특허 구성비 국제비교
- ⑪ 산업별 호주의 미국특허 특성분석 지표
 - 총 특허건수 비교 : 호주, R&D비가 큰 국가들 평균, R&D비가 중간인 국가들 평균
 - 강조(Emphasis) 지표 (=RTA 지표 = Activity Index = Specialization Index)
 - 영향(Impact) 지표 (= Citation performance)
- ⑫ IPC 기술분야별 호주의 미국특허 특성분석 지표
 - Emphasis 지표
 - Impact 지표

<표 2-22> 산업별 호주의 미국특허 특성분석지표

미국표준산업분류명	강조(호주)	영 향			인구당 특허건수		
		호주	중간국	대국	호주	중간국	대국
Chemical & Allied products	0.66	0.79	0.72	0.83	26	120	164
Rubber, Plastic Products	0.63	0.79	0.72	0.85	21	100	138
.
.
.

자료 : 김기국외(1998), p.157

3) 일본(일본과학기술지표, 1994)

일본의 특허 통계·지표체계는 다음 <표 2-23>과 같다.

<표 2-23> 일본의 특허 통계·지표체계

구분	지 표 항 목 명	통계수집방법	년 도	비 고
일 본 특 허	1. 총 출원·등록 건수 (일본인, 외국인 구분)	일본특허청 「특허청 연보」	1970~	
	2. IPC의 부문분류별 출원· 등록건수 (일본인, 외국인 구분)	"	당해년도	
	3. 국가별 외국인의 출원, 등록건수 국가별	"	"	일본시장에서 새로 운 경쟁국가를 파악 하는 선행지표
해 외 관 련	4. 일본인의 해외 주요 국가별 출원건수	"	"	"
	5. 주요국 특허의 국별 구성 (미국, EPO, 독일, 프랑스, 영국)	"	"	
	6. 미국 특허의 국별 구성추이 (미국, 일본, 독일, 프랑스, 영국, 기타로 구분)	CHI의 「International Indicators DB」	1980~	심사과정에서 인용 된 특허수로 특허의 질적 측면을 나타냄
	7. 미국 특허의 피인용 횟수의 국제비교	"	"	
	8. 주요 IPC 분류별 일본인의 미국 특허 건수 및 구성비	"	당해년도	대내·외 등록 건수 를 합하여 종합특허 건수로 구성
	9. 대내특허 및 대외특허 건수 국제비교 (일본, 미국, 독일, 프랑스, 영국)	WIPO의 「International Patent statistics」	1977~	

자료 : 김기국외(1998), p.158

라. 우리나라의 특허통계지표

우리나라의 경우 과학기술과 관련하여 인력, 비용, 기술거래, 특허 등을 망라하는 종합적인 과학기술통계·지표집이 발간되고 있지 않기 때문에 과학기술통계·지표체계에 대

해서 별도로 수집되고 있는 특허지표는 없으며, 다만 매년 특허청에서 발간하고 있는 특허청 연보에 수록되어 있는 특허지표가 우리나라 특허지표 현황의 전부라고 할 수 있다. (<표 2-24> 참조)

<표 2-24> 우리나라의 특허통계 현황

소 분류	개별 통계 · 지표 항목	기준작성여부
국내 특허활동 지표	<ul style="list-style-type: none"> · 국내거주자의 출원 · 등록건수 · 해외거주자의 출원 · 등록건수 · 기업, 정부기관, 비영리기관 등 형태별 건수 · 국별 출원, 등록건수 · 산업분류별 출원, 등록건수 · 지역별 출원, 등록건수 · IPC 기술분류별로 출원, 등록건수 	작성중 " 신규개발필요 작성중 " 작성중(가공필요) 작성중
해외 특허활동 지표	<ul style="list-style-type: none"> · 국내 거주자의 해외특허 수 	작성중
특허활동의 국별비교 지표	<ul style="list-style-type: none"> · 특허 생산성지표 국제비교 등 	신규개발 필요
미국특허의 분석지표	<ul style="list-style-type: none"> · RTA · Patent citation performance · Science linkage · 생산 · 연구개발 · 특허의 세계화 패턴 	신규개발 필요 " " "

주 : 표준산업분류와는 일치하지 않음

자료 : 김기국外(1998), p.160

제 3 장 국내외 기술통계 작성현황 검토

제 1 절 우리나라의 기술통계 현황 및 문제점

본 절에서는 기업의 기술수준 및 기술개발활동 등을 조사·발표하고 있는 ‘과학기술연구개발활동조사’, ‘중소제조업기술개발활동실태조사’ 등 우리나라의 대표적 과학기술관련 통계조사들을 대상으로 조사의 개요, 조사대상 및 방법론, 통계의 구성 및 체계, 그리고 중소기업통계 작성가능성 등에 대하여 분석해 보고자 한다.

1. 과학기술통계의 작성현황

우리나라에서는 과학기술연구개발활동조사를 비롯하여 전반적 혹은 구체적으로 과학기술활동을 이해하는데 이용될 수 있는 인력의 고용현황, 생산 및 산업활동, 무역, 기업경영활동 등의 과학기술 관련 통계가 다양하게 수집되고 있다. <표 3-1>은 우리나라에서 작성되고 있는 과학기술관련통계의 현황을 정리한 것이다.

이 중 과학기술활동과 보다 직접적으로 관련된 통계로는 고용구조통계조사의 직업별 현황, 교육통계조사의 이공계 학생현황, 광공업통계조사의 기술개발비, 기업경영분석의 기업별 연구개발비, 중소제조업 기술실태조사의 업종별 기술·기능인력 현황 및 기술개발관련사항, 특허통계, 기술도입통계 등을 들 수 있다.

한편, 과학기술통계의 주요 공급처는 대개 정부기관이지만 최근 들어 민간기관도 관련 자료를 활발하게 조사·발표하고 있다. 가장 대표적인 기관으로는 기업연구소들을 회원으로 하고 있는 산업기술진흥협회를 들 수 있다. 동 협회는 매년 “산업기술주요통계요람”과 “산업기술백서”를 발간하고 있는데, 주요 내용은 과학기술연감, 과학기술연구개발활동조사 및 일본의 과학기술요람 등의 내용을 재편집한 것이라 할 수 있다.

이 밖에도 한국상장회사협의회나 민간경제연구소 등에서 기업의 연구개발비 관련 통계를 수집·발표하고 있다. 그러나 연구개발활동 등 각 조사항목에 대한 명확한 개념을 규정하지 않은 채 여러 기관에서 상이한 통계를 임의로 발표하고 있어 과학기술수준 및 기술개발활동 동향 등을 정확하게 파악하는데 있어서 오히려 혼란을 초래한다는 지적도 제기되고 있다.

<표 3-1> 과학기술관련 주요통계 작성 현황

분야	통계명	작성기관 (통계종류)	시작년도 (작성빈도)	조사방법	주요 조사내용
인력 및 고용	인구동태신고 조사	통계청 (지정통계)	1937~ (매년)	신고서 (수집집계)	· 남, 여 구분 총인구수 · 인구추계자료
	경제활동인구 조사	통계청 (지정통계)	1957~ (매월)	표본조사 (자계식)	· 경제활동인구(취업자, 실업자) 및 비경제활동인구의 현황
	고용구조통계 조사	통계청 (일반통계)	1970~ (3년)	표본조사 (자계식)	· 산업별, 직업별, 근속기간별 취 업자 현황
	노동력 유동 실태조사	노동부 (지정통계)	1970~ (매년)	표본조사 (자계식)	· 근로자수, 신규채용 근로자수, 전직 및 이직율, 학력, 급여수 준 등
	매월노동통계 조사	노동부 (지정통계)	1964~ (매월)	표본조사 (자계식)	· 산업별 고용, 임금, 노동시간
	사업체 노동 실태조사	노동부 (지정통계)	1964~ (매년)	전수조사 (자계식)	· 사업체 속성, 근로자 종류, 직 위, 연령, 월급여액 등
생산 및 산업 활동	교육통계조사	교육통계 (일반통계)	1962~ (매년)	전수조사 (행정보고)	· 각급학교수, 학생수, 교직원수, 입학·졸업자수, 전학·취업자 수 등
	광공업 동태 조사	통계청 (지정통계)	1954~ (매월)	표본조사 (자계 및 타계식)	· 광공업의 품목별 생산량, 국 산·수입별 원재료 사용량, 고 용 등
	광공업 통계 조사	통계청 (지정통계)	1969~ (매년)	표본조사 (자계 및 타계식)	· 출하액, 제조원가, 기술개발비, 종사자, 유형고정자산 등
	과학기술연구 개발활동조사	과기부 (지정통계)	1963~ (매년)	전수 및 표본조사 (자계식)	· 연구개발인력, 연구개발투자비, 특허 신청 및 획득, 실용신안 신청 및 획득, 기술무역액
	산업기술 주요통계요람	산기협	1963~ (매년)	기존통계 분석	· 우리나라 기술개발활동의 연도 별 추세와 주요국가와의 비교 수치를 정리·분석
	기계수주통계 조사	통계청 (일반통계)	1979~ (매월)	표본조사 (자계 및 타계식)	· 주요제조업체의 설비용 기계류 의 국내외 수주액(수요자별, 기 종별)

분야	통계명	작성기관 (통계종류)	시작년도 (작성빈도)	조사방법	주요 조사내용
기업 및 경영 조사	주요기업의 설비투자계획 조사	산업은행 (지정통계)	1965~ (반기)	표본조사 (면접조사)	· 자산형태, 투자동기, 자금원천 별 설비투자액 및 부진사유
	생산능력 및 가동률조사	통계청 (일반통계)	1970~ (매월)	표본조사 (자계 및 타계식)	· 월간 생산능력, 조업시간, 조업 일수, 설비보유현황 등
	전기전자제조 업 실태조사	한국전기 전자진흥회 (지정통계)	1969~ (매월)	표본조사 (자계식 우편)	· 가동률, 종업원, 투자형태, 품목 별 수급현황 등
	에너지총조사	산자부 (센서스)	1931~ (3년)	표본조사 (타계식 면접)	· 수요부문, 에너지자원, 에너지 이용기기별 에너지 소비 및 공 급
	서비스업 통계조사	통계청 (지정통계)	1988~	표본조사 (타계식 면접)	· 서비스업 전반의 기본사항, 유 형고정자산, 사업경비 등
기업 및 경영 조사	기업경영분석	한국은행	1962~ (반기)	표본조사 (자계 및 타계식)	· 대기업/중소기업, 수출/내수기 업, 산업별 대차대조표, 손익계 산서, 생산성, 부가가치구성
	노동생산성 지수	한국생산성 본부	1964~ (분기)	표본조사	· 산업별 노동생산성지수
	상장기업의 부가가치분석	생산성본부 (일반통계)	1979~ (매년)	표본조사 (면접조사)	· 산업, 업종, 회사별 부가가치 분석지표
	중소기업경영 실태조사	기협중앙회 (지정통계)	1976~ (분기)	표본조사 (자계식)	· 생산, 판매, 고용, 재고, 자금사 정 등
	중소기업실태 조사	증기청 (지정통계)	1982~ (매년)	표본조사 (타계식 면접)	· 사업체 개황, 원자재구매, 생산, 판매, 노무 등
기업 및 경영 조사	중소제조업 기술개발활동 실태조사	기협중앙회 (일반통계)	1982~ (2년)	표본조사 (면접조사)	· 업종별 기능·기능인력현황 수 요전망 및 기술개발관련 제반 사항
	중소제조업 설비투자전망 조사	중소기업 은행 (일반통계)	1984~ (반기)	표본조사 (방문면접 조사)	· 설비투자액, 리스설비, 설비투 자목적, 기술개발투자 등

분야	통계명	작성기관 (통계종류)	시작년도 (작성빈도)	조사방법	주요 조사내용
무역	수출기업 경영 실태조사	무역협회 (일반통계)	1980~ (매년)	표본조사 (자계식)	· 대차대조표, 손익계산서, 제조 원가명세서, 생산성관련지표 등
	주요수입상품 경쟁력실태 조사	상공회의소 (일반통계)	1991~ (매년)	표본조사 (타계식 방문조사)	· 가격수준, 품질수준, 디자인, 주 요부품성능 및 수입수요
	국제수지통계	한국은행 (일반통계)	1955~ (매월)	행정보고	· 재화 서비스 및 자본의 대외 거래관계
	무역통계	관세청 (일반통계)	1970~ (매월)	행정업무	· 국별, 상품별 수출입 현황
사회 통계 및 기타	무역통계	무역협회 (일반통계)	1974~ (매월)	행정보고	· 국별, 상품별 수출입 현황
	산업재해조사	노동부 (일반통계)	1963~ (매년)	행정보고	· 산업재해 발생현황, 원인 및 결 과
	국민건강 및 보건의식행태 조사	한국보건 사회연구원 (일반통계)	1983~ (3년)	표본조사 (면접조사)	· 질병, 의료이용, 보건의식 등
	수질오염실태 조사	환경부 (일반통계)	1980~ (매월)	행정보고	· 전국 하천의 수질오염 실태
기술 통계	가전기기 보급율	한국전력 (일반통계)	1979~ (매년)	표본조사	· 가전기기 보급관련 통계
	기술도입통계	재경부 (일반통계)	1964~ (매년)	행정보고	· 국별, 업종별 기술도입건수 및 대가
	특허청 연보	특허청 (일반통계)	1962~ (매년)	행정보고	· 국별, 산업별 국내외 특허 출원 및 등록 통계

자료 : 한국통계조사현황(통계청, 1992), 윤문섭(1994), pp.64-66에서 재인용.

2. 기술통계의 전반적 문제점

가. 기술수준 측정상의 문제점

사회현상을 정량적으로 파악하기 위해서는 제반 조건 및 상황이 개선 또는 악화되고 있는지를 판단할 수 있는 공통된 기준과 측정방법이 필수적이다. 경제 분야를 예로 들면 경제성장 및 산업발전 수준은 국제적으로 통일된 국민소득계정을 통하여 측정할 수 있다. 그러나 다른 분야에서는 그러한 기준, 측정치 및 평가방법이 존재하지 않거나, 있더라도 비교의 객관적 지표로서 활용하기에는 미흡한 점이 있다.

한 국가 내지 기업의 기술수준을 하나 내지 몇 개의 지표에 의해 정량적으로 평가할 때도 항상 다음과 같은 어려움이 따른다.

첫째, 국가 또는 기업이 보유하고 있는 기술은 수많은 개별기술로 이루어지고 있고, 이러한 개별기술은 분야에 따라 용도 및 특성이 다종다양하고, 또 기술수준에서도 내용에 따라 그 정도가 천차만별이기 때문에 다양한 개별기술을 집계하여 하나의 지표로 통합하는 데는 단위의 통일과 가중치 등 근본적인 문제가 존재한다.

둘째, 기술 자체가 본질적으로는 지식정보이기 때문에 이의 정량적 평가를 위한 개념과 방법이 아직까지는 보편적으로 받아들일 만한 단계에 이르지 못하고 있다.

셋째, 일반적으로 기술혁신은 아이디어 단계로부터 신제품 공정의 개발, 생산, 보급에 이르기까지 기술적 지식이 현실적으로 구체화되는 일련의 과정을 말한다. 따라서 기술수준 측정대상 범위는 기술적 아이디어 발굴, 필요 지식의 개발 또는 도입, 사용 가능한 H/W 및 S/W로의 변환, 엔지니어링, 공장 설립과 생산에 이르기까지가 모두 포함될 수 있기 때문에, 개별기술에 한정한다고 해도 기술혁신의 전과정을 포괄하는 기술수준 또는 기술력을 하나의 지표로 통합하여 표현하기란 쉬운 일이 아니다.

넷째, 기술력은 한 기업이 개발 또는 보유하고 있는 기술에만 국한된 것이 아니다. 한 국가 또는 산업의 기술수준은 연구개발과 생산 활동에 종사하고 있는 모든 기업과 과학기술인력에 분포된 정도에 따라 결정된다. 그러나, 현실적으로 방대한 조사 및 측정의 어려움이 따른다.

나. 기술통계 내용상의 문제점

1) 기술통계의 체계 미확립

우리나라의 기술관련 통계는 통계청을 비롯한 정부 부처 및 유관기관, 그리고 연구기관 등 조사의 주체가 산재되어 있을 뿐만 아니라, 조사의 목적과 방법, 대상별로 상이한

항목에 대해 조사·분석되고 있어 그 체계가 일정하지 않고 일관성과 비교가능성이 낮은 것이 현실이다.

이와 같이 기술관련 통계지표가 체계화되지 못한 근본적인 원인은 기술에 대한 명확한 개념정립이 되어 있지 않은 점에 기인하며, 구체적으로는 다음과 같은 이유로 인하여 기술관련 통계의 체계화에 애로가 큰 것으로 판단된다.

- ① 기술에 대한 정의의 혼란
- ② 기술의 다양성 및 가변성
- ③ 기술수준 측정의 곤란성 : 업종 및 산업, 규모 등 다양한 외생변수 존재
- ④ 결과(output)의 복잡성 : 기술효과의 다기성

즉, 기업의 경영활동(특히 생산활동)에 수반되는 기술을 측정하고 제시하는 현행의 제반 통계지표들은 그 범위 및 개념에 대한 명확하고 공통적인 사회적 합의(정의)가 되어 있지 못한 것이 현실이며, 또한 복잡다양한 기술의 특성으로 말미암아 측정 및 지표화에 있어서도 여러 가지 제약과 한계에 부딪히고 있다.

이에 따라 현행의 기술관련 통계지표는 대부분 기업이 보유·활용하고 있는 기술의 질적·양적 수준을 측정하기보다는 기술수준을 간접적으로 제시하는 기술 인프라 측면에 집중되어 있다.

즉, 산출물(outputs)로서의 기술수준(level) 및 기술의 성과(performance)보다는 측정과 계량화가 상대적으로 용이한 투입물(inputs)로서의 기술개발활동(activities) 등에 통계지표가 치중되어 있는 것이 현실이다.

2) 통계활용도의 제한성

우리나라의 주요 과학기술 통계지표는 OECD의 과학기술통계·지표개발활동 및 기준을 준용하고 있는 바, OECD의 과학기술지표개발 활동은 국제비교가능성에 초점을 두고 있으며, 이를 통해 과학기술과 관련된 통계지표의 개발과 조사방법 등은 이미 상당한 수준으로 체계화되어 있다고 할 수 있다.

반면에 현행의 기술관련 통계는 주로 국가적 차원에서의 과학기술정책의 수립 및 평가를 목적으로 하는 통계지표작업에 치중되고 있는 바, 이는 선진국과의 상대적 과학기술 수준비교와 추이 등을 분석하기에는 무리가 없으나 각각의 통계지표 자체만으로는 활용도가 낮으며, 특히 기업부문의 경우 대표성이 문제가 있어 이를 그대로 활용하기에는 어려움이 따를 것으로 판단된다.

즉, 이와 같이 주요 기술관련통계가 국가적 차원에서 과학기술부문에 중점을 두고 있기 때문에 실질적인 기업부문의 기술수준에 대한 측정 및 평가는 현실성이 결여되거나 혹은 활용가능성이 크게 저해되고 있는 실정이다.

특히 중소기업 부문에 있어서의 과학기술관련 통계지표의 경우 대부분 표본의 대표성 결여, 조사내용의 한정성, 조사방법 및 척도설계의 오류 등으로 인하여 그 활용도가 낮은 것이 현실이다.

예를 들어 대표적인 중소기업 기술관련 통계지표의 하나인 “중소제조업기술개발활동 실태조사”的 경우, 그 조사대상(표본)이 기술개발활동을 수행한 1,000개 업체로 한정되어 있어 전체 중소기업의 기술개발실적 및 성과를 대표할 수 없다는 지적이 제기될 수 있으며, 조사내용 역시 중소기업의 기술수준을 측정하기보다는 기술개발을 위한 제반 활동(기술개발 동기, 조직 및 인력, 기술개발투자 등)에 치중되어 있고, 특히 일부 기술수준 비교지표(대내외 기술경쟁력 평가)의 경우 응답자의 주관적 평가에만 의존하는 척도(리커트 5 점 척도)를 이용함으로써 그 신뢰성과 활용도를 저하시키고 있다.

3) 내용의 유사·중복성

비공식통계를 제외한 승인통계만을 대상으로 하더라도 우리나라에서 작성·공표되고 있는 기술관련 통계는 수많은 기관에서 상이한 조사기법과 표본을 통해 정기 또는 수시로 생산되고 있으나, 그 조사 항목과 내용을 살펴보면 상당한 유사·중복성이 발견되고 있다.

예를 들어 설비투자, 연구개발비, 기술도입비 등의 경우 내용상에 다소의 차이가 존재하기는 하지만 “중소제조업기술개발활동실태조사”, “광공업통계조사”, “산업총조사”, “중소기업실태조사”, “중소제조업 설비투자전망조사”, “설비투자추계지표”, “200대 주요기업의 설비투자계획조사”, “주요기업의 설비투자계획조사”, “기업시설투자동향조사”, “과학기술연구개발활동조사” 등 다수의 통계조사에 포함되어 있다.

이와 같은 통계항목의 유사·중복성은 결국 통계생산에 따르는 자원의 낭비를 초래함과 동시에 통계수요자의 혼란을 야기하는 결과를 초래하게 된다.

다음은 기업부문의 기술수준과 기술개발 등에 관련한 주요 승인통계와 그 내용을 정리한 것이다.

<표 3-2> 기술관련 승인통계 현황

통계명	작성기관	주기	기술관련 내용
중소제조업 기술 개발활동 실태조사	기 협 중앙회	2년	주력제품 기술적특성, 공장자동화수준, 기술개발의 동기, 기술개발수행시 고려사항, 기술개발활동을 위한 전담조직 및 보유인력과 부족인력, 매출액 및 연구기술개발투자규모, 착수한 기술개발내용, 보유한 생산제품, 기술수준, 기술경쟁력파악, 기술개발 형태 및 방법, 기술 및 품질인증 보유현황 등
산업총조사	통계청	5년	주요 생산공정, 기술연구개발비 및 기술도입비, 공장기계 보유현황
광공업통계조사	통계청	1년	기술연구개발비 및 기술도입비, 주요 생산공정(주제품)
중소기업실태조사	중기청	1년	설비투자 및 기술개발투자
중소제조업 설비 투자전망조사	기업은행	반기	설비투자실적 및 전망, 설비투자목적, 설비투자 부진이유, 설비투자 소요자금 조달원천 등
설비투자추계지표	통계청	매월	국내 설비투자의 동향분석
기업경기조사	한국은행	분기	설비투자실행
200대 주요기업의 설비투자 계획조사	산자부	1년	설비투자실적, 투자동기별 투자동향, 재원조달내역
주요기업의 설비 투자계획조사	산업은행	반기	자산형태별 설비투자동향, 투자동기별 설비투자동향, 설비자금조달방법, 주요설비투자내용, 설비투자 부진이유, 해외투자실적 및 계획
KDB 산업경기 전망조사	산업은행	분기	방향판단조사 : 설비투자, 변동폭조사 : 설비투자
기업시설투자동향 조사	전경련	1년	부문별 시설투자 실적 및 계획, 형태별 투자동기 및 내용
제조업생산능력 및 가동률조사	통계청	매월	표준조업시간, 표준조업일수 등
과학기술연구개발 활동조사	과기부	1년	연구개발인력현황, 연구개발수행방법, 연구개발수행 조직, 연구개발비현황 등
중소기업인력실태 조사	중기청	반기	중소기업의 인력구성현황
벤처기업정밀실태 조사	중기청	1년	경영정보, 조직정보

4) 통계의 신뢰성 문제

여타 통계와 마찬가지로 기술관련 통계 역시 유사 내지 동일항목에 대하여 여러 기관에서 조사·발표하는 경우 그 결과에 편차가 존재하는 경우가 많다. 이러한 문제는 기술관련 측정항목의 복잡성 및 개념의 불명확성, 그리고 통계생산방법의 불일치성 등으로 말미암아 여타의 통계에 비하여 그 편차의 정도가 상대적으로 높은 것도 사실이다.

이러한 유사 내지 동일 통계간의 불일치는 통계수요자 또는 이용자에게 있어서 신뢰성을 저하시키는 요인으로 작용하게 된다. 또한 통계의 신뢰성 저하는 통계 활용에 있어서의 편의적 해석을 야기하기도 한다.

예를 들어 “중소기업실태조사”와 “과학기술연구개발활동조사”에서 발표하고 있는 중소제조업의 ’99년도 연구기술개발투자액과 연구개발비를 살펴보면 전자의 경우 업체당 평균 9천187만원인데 비하여, 후자의 경우에는 업체당 5억3천만원으로 유사한 성격임에도 불구하고 그 편차가 매우 큼을 알 수 있다.

또한 “중소기업실태조사”와 “중소제조업기술개발활동실태조사”에서 발표하고 있는 중소제조업체의 매출액 대비 R&D비율 또한 전자의 경우 1.35%인데 비하여 후자는 3.2%로서 두 배 이상의 차이를 보이고 있다.

물론 이와 같은 편차는 모집단의 성격과 표본추출방법, 그리고 각각의 조사항목에 대한 개념적 정의의 차이 등으로 인하여 상이한 결과를 가져올 수 있으나, 이러한 통계의 불일치성은 결국 일반 통계이용자로 하여금 통계에 대한 신뢰도를 저하시키는 한편 자신의 입장에서 유리한 선택적 활용이라는 문제점 등을 야기하게 된다.

다. 생산주체 및 조사방법상의 문제점

기술관련통계 생산측면에서의 가장 큰 문제점으로는 조사기관이 산재되어 있고, 또한 이들 기관마다 상이한 조사방법론을 적용함으로써 수요자에게 혼란을 준다는 점이 지적될 수 있다.

즉, 통계의 공급측면(생산주체)에서 볼 때 다수의 기관에서 다양한 기술관련 통계지표가 생산·공급되고 있으나, 통계수요자의 측면에서 보면 이러한 통계들간의 분류체계, 조사대상표본 및 조사항목의 개념 등이 서로 상이할 뿐 아니라, 각각의 통계들을 상호 연계시키고자 하는 노력 등이 취약하여 통계의 이용에 여러 가지 어려움이 상존하고 있는 것이 현실이다.

예를 들어, 과학기술연구개발활동조사와 중소기업실태조사, 그리고 중소제조업기술개발활동실태조사의 경우를 살펴보면 다음의 표에서 보는 바와 같이 표본조사의 대상 모집단이 각기 상이하기 때문에 동일한 조사항목에 대하여 같은 결과치를 얻기가 어렵다는 문제점을 안고 있다.

<표 3-3> 유사통계의 조사방법 비교

	과학기술연구개발 활동조사	중소기업실태조사	중소제조업 기술개발활동실태조사
생산주체	과학기술부	중소기업청	중소기업협동조합 중앙회
모집단	<ul style="list-style-type: none"> • 매출액 1,000대기업 • 전년도 연구개발활동조사 응답 기업 • 부설연구소 및 연구전담부서 보유기업 • 제조업, 광업, 건설업 및 서비스 업종에 속하는 기업중 종업원수 100인 이상의 기업 등 	5~299인의 중소제조업체	10~299인의 기술개발 수행 중소제조업체
모집단의 크기		78,081개사 (2000년 조사)	7,000개사 (2001년 조사)
조사방법	전수조사+표본조사	표본조사후 모수추정	표본조사
중소제조업 표본수	약 1,647개사	3,440개사	1,000개사

이에 따라 조사설계 과정에서 통계조사의 주관부서간 협의를 통하여 각 통계조사의 고유목적을 해치지 않는 범위내에서 분류체계 및 조사항목의 내용과 개념을 조율하고 기본자료를 공유함으로써 과학기술통계 및 지표체계 구축을 위한 1차 자료로서의 활용도를 높여야 할 필요성이 크다고 할 수 있다.

3. 과학기술연구개발활동조사

가. 조사의 개요

과학기술부에서 매년 실시하고 있는 과학기술연구개발활동조사는 우리나라 과학기술 통계의 근간이 되는 것으로서, 동 조사는 1963년 경제기획원 기술관리국에서 “연구개발실태조사”라는 이름으로 시작되어 1967년 과학기술처로 동 업무가 이관된 이후 현재까지 계속되고 있다.

1982년 통계법에 의한 일반통계로 승인되어 공식적인 국가통계로 인정받게 되었으며, 1983년부터 유네스코의 “과학기술통계의 국제표준화에 관한 권고안”에 따라 작성되다가 지난 1995년부터 OECD의 연구개발활동조사시행지침(Frascati Manual)¹⁹⁾에 따른 조사사항 및 방법론을 채택·실시하고 있다. 그리고 지난 '99년부터는 과학기술부 산하 정부출연 연구기관인 한국과학기술평가원(Korea Institute of S&T Evaluation and Planning)²⁰⁾에서 조사업무를 위임받아 실시해 오고 있다.

과학기술연구개발활동조사의 목적, 조사근거와 연혁 등의 개요를 보다 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

□ 조사의 특징

- 1995년부터 OECD의 “연구개발활동조사시행지침”에 따른 조사사항 및 조사방법 채택

□ 조사목적

- 우리나라의 과학기술연구개발활동(연구관계종사자 및 연구개발비 등)을 조사하여 국가과학기술정책수립 등에 필요한 기초자료로 활용함과 아울러 각계의 과학기술분야 종사자로 하여금 과학기술연구개발계획 등에 참고자료로 제공

□ 조사근거

- 통계법 제8조에 의한 지정통계, 승인 제10501호

□ 조사연혁

- 1963년 : 경제기획원 기술관리국에서 “연구기관실태조사”를 최초로 실시
- 1982년 : 통계법에 의한 일반통계로 승인
- 1983년 : 유네스코 권고안에 따른 조사사항, 용어의 정립

19) OECD(1993), *Proposed Standard Practice for Surveys of Research and Experimental Development*.

20) 2001년 7월부로 ‘한국과학기술기획평가원(KISTEP)’으로 개편(근거 법령 : 과학기술기본법)

- 1984년 : 연구원의 상근·겸직 구분조사 추가, 전 조사사항의 전산화
- 1987년 : 기업체의 연구개발활동에 의한 집중도 공표추가
- 1988년 : 연구원의 상근상당 연구원수 조사 추가
- 1989년 : 사용연구개발비의 용도별 구분과 비목별 구분의 세분화
- 1995년 : OECD의 연구개발활동조사시행지침(Frascati Manual)에 따른 조사사항 및 방법 채택 실시
- 1996년 : 과학기술처 산하 정부출연연구기관인 한국과학기술연구원 부설 과학기술정책관리연구소에 조사업무를 위탁하고 지방자치제 시행에 따른 조사사항 및 내용을 추가
- 1997년 : 대학의 조직형태별·분야별 연구개발비 공표 추가
- 1998년 : 정부지원 연구비의 성격별 구분 추가 (기초 : 응용·개발)
- 1999년 : 과학기술처 산하 정부출연연구기관인 한국과학기술평가원에 조사업무 위탁
- 1999년 : OECD 기준에 적합하도록 한국표준산업분류를 도입하여 기업체 산업분류체계 변경

나. 통계 작성현황

1) 조사대상 및 방법

가) 조사대상

조사대상은 자연과학분야의 시험연구기관, 자연과학분야의 학과를 보유하고 있는 대학 및 전문대학, 병상수 80이상의 의료기관과 종업원 100인 이상의 기업체 등이다. 단 기업체의 경우 종업원 100인 이하라도 부설연구소 또는 연구전담부서를 보유한 경우, 벤처기업, 그리고 전년도 연구개발활동 수행보고기업 및 국가연구개발사업 참여기업 등은 조사대상이 된다. 구체적인 조사대상 기관은 다음과 같다.

자연과학분야의 시험연구기관

- 국·공립 시험연구기관
- 정부출연 연구기관
- 기타 비영리법인 연구기관

자연과학분야의 학과를 보유하고 있는 대학

- 대학(교), 산업대, 교육대 및 전문대학

병상수 80이상의 의료기관

기업체(정부투자기관 및 정부재투자기관 포함)

- 매출액 1,000대 기업
- 전년도 연구개발활동 수행 보고기업, 기업부설연구소 및 연구전담부서 보유기업, 벤처기업(중소기업청 등록기업 기준), 국가연구개발사업 참여기업
- 제조업, 광업, 건설업 및 서비스업(기술용역업, 방송, 전기통신업, 정보처리용역업 등 일부)에 속하는 기업 중 종업원수 100인 이상의 기업 등

조사대상기관 현황²¹⁾

<표 3-4> 조사대상기관 현황

구 분	조사대상기관수	조사표회수 기관의 수 (회수율)	연구개발수행 기관수
시험연구기관	225	216 (96%)	136
의 료 기 관	446	422 (95%)	50
대 학	350	321 (92%)	268
기 업 체	6,115	5,013 (82%)	2,605
계	7,136	5,972 (84%)	3,059

나) 조사방법

동 조사는 방문 및 우편조사에 의한 자계식(自計式) 조사방법을 채택하고 있으며, 각종 용어의 개념 및 분류체계는 OECD의 Frascati 매뉴얼을 따르고 있다. 한편 조사의 기준시점과 대상기간은 다음과 같다.

조사기준일

- 조사시점 : 매년도 말(12월 31일) - 인원, 자본금 등
- 대상기간 : 연간(1월 1일~12월 31일) - 매출액, 연구개발비 등

한편 동 조사는 연구기관, 대학, 의료기관 및 기업체 등 4개 부문에 대하여 별도의 조사표를 통하여 해당 기관의 과학기술연구개발활동을 측정하고 있는 바, 부문별 조사표의 구성 및 조사항목은 다음의 표와 같다.

21) 과학기술부, 「2000 과학기술연구개발활동조사」, 2000. 12

<표 3-5> 과학기술연구개발활동조사의 조사항목

구 분	기관개요항목	공통항목
연구기관용	조직형태, 기관의 성격, 연구 개발의 주요분야	<ul style="list-style-type: none"> • 연구개발활동 수행방법 • 연구개발 수행부서 형태 및 주요업무 • 연구개발활동부서 인원현황 • 연구원의 연령별 현황 • 연구원의 전공별/학위별 현황 • 자체부담 연구개발비 • 외부로부터 받은 연구개발비 • 내년도 연구개발비 투자계획 • 자체연구비중 외부로 지출한 연구개발비 • 논문 및 보고서 발간수 • 자체사용 연구개발비(비목, 성격, 용도) 등
대학용	조직형태, 기관의 성격, 연구 개발의 주요분야	
의료기관용	기관형태, 기관의 성격, 연구 개발의 주요분야	
기업체용	조직형태, 주생산품명, 대기업 /중소기업구분, 자본금, 매출액, 종업원수, 해당업종번호, 재무제표	

2) 조사의 구성 및 체계

동 조사는 조직현황, 인원현황, 연구개발비, 기타 등 크게 네 가지 부문으로 구성되어 있으며 세부 항목들은 다음과 같다.

□ 조직현황

- 조직의 성격
- 연구개발활동 수행부서
- 연구개발활동 수행방법 등

□ 연구개발인력

- 연구개발관계종사자 ; 연구원, 연구보조원 등의 학위, 전공, 연령 등
- 기타 종업원수 등

□ 연구개발비

- 성격별, 비목별, 재원별, 용도별, 분야별 사용연구개발비
- 외부기관에 지급한 연구개발비 등

□ 기타

- 기업의 영업이익, 매출액, 주생산품
- 연구개발활동 수행기관의 명칭, 주소, 대표자
- 연구개발활동 수행기관의 기술무역 현황

- 연구개발활동에 대한 의견 등

3) 기업부문의 통계항목

□ 연구개발비의 재원, 비목, 용도

- 종업원수, 자본금, 매출액, 연구원수, 연구개발비규모 別

□ 성격별연구개발비, 연구개발관계종사자수, 연구원 1인당 사용연구개발비

- 종업원수, 자본금, 매출액, 연구원수, 연구개발비규모 别

□ 매출액 대비 사용연구개발비, 부담연구개발비

- 종업원수, 자본금, 기업규모 别

□ 연구원 1인당 사용연구개발비, 종업원 천명당 연구원수

- 종업원수, 자본금 규모 别

□ 연구원수

- 연령별 · 성별 연구원수, 상근상당 연구원수
- 분야별 · 전공별 연구원수
- 전공별 · 학위별 연구원수
- 산업별 · 학위별 연구원수

□ 집중도

- 연구개발비 집중도
- 연구원수 집중도
- 매출액 집중도

4) 중소기업 통계 활용성

과학기술연구개발활동조사의 기업부문 조사표에서 대기업과 중소기업의 기업규모별 통계는 연구개발기관수, 외부로부터 받은 연구개발비, 자체부담 연구개발비, 외부로 지출한 연구개발비, 자체사용 연구개발비, 매출액, 매출액 대비 자체사용 연구개발비, 매출액 대비 자체부담 연구개발비 등 연구개발비에 관련된 항목이다.

<표 3-6> 기업규모별 통계조사항목

(단위 : 100만원)

산업 · 기업규모	연구개발 수행기관수 (개사)	외부로부터 받은 연구 개발비(A)	자체부담 연구개발비 (B)	외부로 지출한 연구개발비 (C)	자체사용 연구개발비 (A+B-C)	매출액 (D)	(A+B-C)/ D (%)	B/D (%)
총 계	2,605	646,481	9,051,561	1,186,885	8,511,157	434,356,587	1.96%	2.08%
대 기업	485	393,985	7,953,502	1,067,669	7,279,818	385,339,500	1.89%	2.06%
중소기업	2,120	252,496	1,098,059	119,216	1,231,339	49,017,087	2.51%	2.24%
[광업]	4	164	5,532	126	5,570	713,468	0.78%	0.78%
대 기업	3	-	4,823	97	4,726	698,733	0.68%	0.69%
중소기업	1	164	709	29	844	14,735	5.73%	4.81%
[제조업]	2,021	529,851	7,256,515	841,351	6,945,015	298,003,205	2.33%	2.44%
대 기업	374	332,201	6,381,650	749,588	5,934,263	255,152,385	2.34%	2.50%
중소기업	1,647	197,650	874,865	91,763	980,752	42,850,820	2.20%	2.04%
[건설업]								

자료 : 과학기술부, 「2000 과학기술연구개발활동조사보고」, 2000.12

따라서 이들 지표에 대하여는 별도의 가공없이 중소기업과 대기업간의 비교가 가능하며, 또한 시계열 분석은 물론 동일 기준에 의해 통계를 생산하고 있는 OECD 국가간의 수준비교가 가능하다.

한편 이와 같이 직접적으로 중소기업과 대기업을 구분하여 산출한 통계 이외에도 동 조사의 기업부문 통계에서는 종업원수를 기준으로 99명 이하(1규모), 100~299명(2규모), 300~999명(3규모), 1,000명 이상(4규모) 등 4개 규모별로 다음과 같은 통계치를 산업별로 생산하고 있다.

- 연구개발 수행기관수
- 연구개발비
 - 총 연구개발비
 - 재원별 : 정부, 공공, 민간, 외국
 - 비목별 : 경상비(인건비, 기타), 자본적 지출(기계·장치, 토지·건물)
 - 용도별 : 신제품, 기존제품, 신공정, 기존공정
 - 성격별 : 기초연구, 응용연구, 개발연구
 - 외부로부터 받은 연구개발비
 - 자체부담 연구개발비

- 외부로 지출한 연구개발비
- 자체사용 연구개발비
- 매출액
- 매출액대비 자체사용 연구개발비 비중, 매출액대비 자체부담 연구개발비 비중
- 연구원 1인당 연구개발비

□ 연구개발관계종사자수

- 총 연구개발종사자수
- 연구원 : 총수, 여성연구원수
- 연구보조 및 기능원
- 행정지원인력
- 종업원 1천명당 연구원수

따라서 이상에서 제시된 통계항목들은 제조업체를 기준으로 1규모와 2규모를 묶어 중소기업으로, 그리고 3, 4규모를 묶어 대기업으로 하는 기업규모별 2차 통계치를 생산할 수 있다.

그러나 별도의 종업원규모별 통계치를 생산하지 않고 있는 전공·학위·연령별 연구원수, 지역별 연구개발비 및 연구원수, 연구개발비의 집중도, 연구원수 집중도, 매출액 집중도, 특허출원 및 등록건수 등의 경우에 있어서는 중소기업 통계를 산출할 수 없는 실정이다.

다. 문제점

1) 조사지표의 제한성

OECD의 과학기술지표개발활동과 그 결과로서 제시된 조사지침서(manual)들은 기본적으로 국제비교가능성에 초점을 두고 있기 때문에 측정지표에 대하여 명확하고 구체적인 개념규정과 기준을 제시하고 있다. 이로 인해 통계를 생산하는 여러 국가들에서 표본 및 조사설계 등의 동일한 조사방법론 및 연구개발비 등의 지표에 대한 동일한 기준을 적용함으로써 국가간 획단면 비교가 가능하다는 장점을 가지고 있다.

반면에 다수의 국가에서 동일한 기준에 의한 통계를 생산해야 한다는 점과 조사대상 또한 기업뿐만 아니라 연구기관과 병원, 대학 등 여타 기관에 이르기까지 광범위하다는 점으로 인하여 공통분모를 추출하기 위해서는 복잡하고 다양한 지표를 개발·활용할 수 없다는 단점을 지니고 있다.

이에 따라 Frascati 매뉴얼에 근거한 과학기술연구개발활동조사의 경우 역시 기본적으로 연구개발활동과 관련하여 ‘연구인력’과 ‘연구개발비’라는 두 가지 측면에서만 지표를

개발하여 측정·발표함으로써 그 밖의 다양한 연구개발활동 관련 지표들은 포함되지 못하고 있다.

예를 들어 연구인력과 관련하여서는 인력부족율, 교육훈련의 수준, 경력 등의 지표가 이용될 수 있으며, 연구개발비에 있어서는 종업원과 연구인력 등에 대한 교육훈련비, 기술개발 건당 투자규모 등의 지표가 추가될 수 있다.

그 밖에도 기술개발 조직에 관한 지표가 개발·적용될 필요성이 있으며, 설비투자관련 지표 또한 기술수준의 측정에 있어서 중요한 것으로 볼 수 있다.

2) 조사대상의 다양성과 대표성의 문제

현행의 과학기술연구개발활동조사는 기본적으로 국가적 차원에서의 통계지표작업에 치중되고 있어 다른 국가와의 상대적 수준비교와 추이 등을 분석하기에는 무리가 없으나 각각의 통계지표 자체만으로는 활용도에 한계가 있으며, 특히 기업부문의 경우 대표성에 문제가 있다는 점이 제기되고 있다.

이는 조사의 대상이 기업뿐만이 아니라 연구기관, 대학, 의료기관 등을 포함하여 광범위하다는 점에서 조사의 어려움이 인정되기는 하지만 연구기관, 대학, 의료기관의 경우 전수조사로서 통계의 대표성에 별다른 이의가 제기될 가능성이 낮은 반면, 기업부문 통계의 경우 그 대상이 다음에서 보는 바와 같이 매우 폭넓다는 점에서 표본설계의 어려움과 함께 대표성의 문제가 기인한다고 볼 수 있다.

<과학기술연구개발활동조사의 기업부문 조사대상>

기업체(정부투자기관 및 정부재투자기관 포함)

- 매출액 1,000대 기업
- 전년도 연구개발활동 수행 보고기업
- 기업부설연구소 및 연구전담부서 보유기업
- 벤처기업(중소기업청 등록기업 기준)
- 국가연구개발사업 참여기업
- 제조업, 광업, 건설업 및 서비스업(기술용역업, 방송, 전기통신업, 정보처리 용역업 등 일부)에 속하는 기업 중 종업원수 100인 이상의 기업 등

이와 같은 조사대상의 지침에 따라 기업부문에서 대상으로 하게 되는 업종은 '농업·수렵업, 임업 및 어업', '광업', '제조업', '전기, 가스 및 수도사업', '건설업', '서비스업', '도소매업', '운수 및 창고업', '통신업', '금융 및 보험업' 등 전 산업 분야가 망라되고 있는 실정이다. 또한 제조업의 경우만을 보더라도 다음과 같이 제조업내의 모든 업종을 포함하

는 10개의 중분류별로 통계치를 생산하고 있어 일부 중분류 또는 세분류 업종의 경우 표본수가 매우 작아질 수 밖에 없다.

□ 제조업 부문의 조사대상 업종

- 음식료품 및 담배
- 섬유, 의복 및 가죽제품
- 목재, 종이, 인쇄 및 출판
- 코크스, 석유, 핵연료, 화합물 및 화학제품, 고무 및 플라스틱 제품
- 비금속 광물제품
- 제1차 금속산업
- 조립금속제품
- 기계장비, 기구 및 운수장비
- 가구 및 기타 제조업
- 재생재료 가공 처리업

특히 기업부문의 조사대상을 살펴보면 대기업의 경우 대부분의 기업이 조사대상으로 편입될 여지가 크나, 중소기업의 경우 기업부설연구소 내지 연구전담부서 보유하고 있거나, 벤처기업, 종업원수 100인 이상의 기업만이 조사대상으로 설계되어 있어 100인 미만의 중소기업은 사실상 대다수가 조사대상에서 제외된다고 볼 수 있다. 따라서 그 결과 얻어진 통계자료를 가지고 우리나라 중소기업의 기술수준지표로서 그대로 이용할 수 있겠는가의 점은 심각히 고려하지 않을 수 없다.

다음의 <표 3-7>은 이러한 현상을 단적으로 설명하기 위하여 모집단의 성격을 띠는 '99년말 기준 중소제조업체의 수와 과학기술연구개발활동조사에 포함되어 있는 연구개발 수행기관의 수를 단순비교한 것으로써, 중소기업 부분의 취약성과 특히 100인 미만 중소제조업체의 대부분이 조사대상에 포함되지 않음을 유추할 수 있다.

<표 3-7> 모집단의 크기에 따른 표본의 구성수준

구 분	중소기업		대기업	전 체
	99인 이하	99인 초과		
사업체수(A)	90,449	87,875	707	91,156
연구개발수행기관수(B)	1,647	1,013	374	2,021
B/A	1.8%	1.2%	52.9%	2.2%

주1) 사업체수는 광공업통계조사(통계청)의 5인이상 중소제조업체의 수임.

2) 과학기술연구활동조사에서는 표본구성내역을 공시하지 않아 수행기관수를 이용하였음.

4. 중소제조업기술개발활동실태조사

가. 조사의 개요

1982년부터 조사되기 시작하여 1995년 통계법에 의한 일반통계로 승인된 중소제조업 기술개발활동실태조사는 중소기업협동조합중앙회에서 격년별로 작성·발표하는 통계로서, 중소기업청의 중소기업 실태조사와 함께 우리나라 중소기업의 기술개발활동 실적과 동향을 파악할 수 있는 대표적인 통계중 하나이다.

증기청에서 작성하는 중소기업 실태조사보고서의 설비투자, 기술개발투자, 디자인투자 등의 지표가 정량적 통계치인데 비하여 기술개발활동실태조사는 정성적인 성격이 강하며, 이는 동 조사의 목적이 중소기업의 기술개발활동 전반에 대한 실태분석을 통하여 중소기업 기술개발지원정책의 수립에 기초자료로서 활용하기 위한 것이기 때문이다.

중소제조업기술개발활동실태조사의 개요는 다음과 같다.

□ 조사목적

- 기술개발을 수행하고 있는 중소기업의 기술개발활동 전반에 관한 실태를 조사·분석하여 중소기업 기술개발지원을 위한 정책수립에 필요한 기초자료로 활용

□ 조사근거 및 연혁

- 통계법 제8조에 의한 일반통계 승인 제34006호 ('95. 7. 7)
- 격년 작성, 기존 "중소제조업 기술개발 및 인력실태 조사보고서"에서 변경

나. 통계 작성현황

1) 조사대상 및 방법

가) 조사대상

동 조사는 광공업통계조사(통계청) 결과에서 기술개발투자 실적이 있는 한국표준산업 분류상 종업원 10인 이상 300인 미만의 중소제조업체를 모집단으로 한다. 다만, 모집단의 크기가 작거나 성격상 기술개발활동과 거리가 있다고 판단되는 4개 업종은 조사대상에서 제외하고 있다.

□ 조사대상 제외업종

- 16. 담배제조업
- 20. 나무·목재제품 제조업

- 23. 코크스·석유정제·핵연료 제조업
- 37. 재생재료 가공처리업

그 결과 <표 3-8>에서 보는 것과 같이 2001년도의 조사대상(모집단)인 '99년 광공업 통계조사에서의 기술개발실적 응답업체는 7,000개사로 나타났으며, 내년도의 조사대상 모집단의 크기인 2000년도 기술개발투자업체는 약 1만개사 정도로 추정되고 있다.

나) 조사방법

동 조사는 E-mail 조사와 조사원 직접 방문조사를 통하여 자계식과 면접조사 방식이 병행 사용된다.

- E-Mail 조사 : 표본업체에 조사표를 E-Mail로 송부하여 조사표 작성·회수
- 직접 방문 조사 : 조사원이 조사대상업체를 방문하여 조사표 작성방법을 설명한 후 조사대상 업체의 응답자가 작성하거나 또는 조사원이 직접 작성하는 방법 한편 조사의 기준시점은 기술개발활동 실적의 경우는 그 대상기간이 연간이며, 그 외의 경우는 매년도 말을 기준으로 작성된다.

2) 표본의 설계와 추출

가) 표본틀(Sampling frame) 및 충화기준

동 조사의 표본틀은 광공업통계조사(통계청) 결과 기술개발을 수행하는 종업원 10인 이상 300인 미만 중소제조업체를 모집단으로 하며, 표본의 충화는 한국표준산업 중분류별 19개 업종으로 1차 충화한 후 종업원 규모별 4개 규모로 2차 충화하여 구성된다.

충화기준

- 1차 충화 : 산업중분류 19개
- 2차 충화 : 종업원규모 4개
 - 1규모 : 10인 이상 ~ 19인
 - 2규모 : 20인 ~ 49인
 - 3규모 : 50인 ~ 99인
 - 4규모 : 100인 ~ 299인

나) 표본추출방법 및 표본수의 결정

동 조사에서는 충화단순임의추출법(stratified simple random sampling)에 의해 모집단으로부터 조사대상 표본을 추출하며, <표 3-8>은 이와 같은 방법을 통해 충화 결정된 2001년도 조사의 표본구성 현황이다.²²⁾

22) 2001년도 조사의 모집단은 '99년도 광공업통계조사에서 기술개발수행실적이 있는 7,000개사임.

여기서 총화된 섹터별 표본수의 결정은 Neyman의 최적배분법에 의해 총내 기술개발비를 이용하여 신뢰수준 95%, 허용오차 10%를 적용하여 산업중분류별, 종업원 규모별 표본수를 할당하게 된다.

□ 산업중분류별 표본수 결정공식 (신뢰수준(t_α) = 95%, 허용오차(ϵ) = 0.10)

$$- \text{ 산업중분류별 표본수 : } n = \frac{(\sum N\sigma)^2}{(V \times \sum NX)^2 + \sum N\sigma^2}$$

$$- \text{ 산업중분류별, 종업원규모별 표본수 : } n_s = n \times \frac{N\sigma}{\sum N\sigma}$$

※ N : 모집단 사업체수, n : 표본 사업체수, X : 각층의 기술개발비

σ : 사업체 기술개발비의 표준편차, σ^2 : 사업체 기술개발비의 분산

V : 목표정도 ($\frac{\epsilon}{t_\alpha}$: ϵ =허용오차 t_α =신뢰계수)

<표 3-8> 모집단 및 표본업체 현황

산업 분류	업 종 명	전 체	1규모 10~19인		2규모 20~49인		3규모 50~99인		4규모 100~299인		
		모집단 표본	모집단 표본	모집단 표본	모집단 표본	모집단 표본	모집단 표본	모집단 표본	모집단 표본	모집단 표본	
중소제조업		7,000	1,000	2,146	188	2,519	343	1,278	255	1,057	214
15	음 식 료 품	427	42	118	7	145	13	90	12	74	10
17	섬 유 제 품	329	57	74	2	111	16	81	22	63	17
18	의 복 및 모 피 제 품	98	16	28	1	37	5	16	7	17	3
19	가숙, 가방, 마구류 및 신발	136	21	39	2	48	9	30	6	19	4
21	펄프, 종이 및 종이제품	105	22	39	6	32	7	19	6	15	3
22	출판, 인쇄 및 기록매체복제업	75	11	29	1	21	5	19	3	6	2
24	화합물 및 화학제품	668	82	162	20	231	24	143	20	132	18
25	고무 및 플라스틱제품	507	64	145	9	195	26	96	18	71	11
26	비금속광물제품	262	41	99	9	101	15	35	7	27	10
27	제 1 차 금 속 산 업	218	55	41	10	75	14	45	17	57	14
28	조립금속제품	520	82	189	16	199	32	71	18	61	16
29	기타기계 및 장비	1,289	142	449	39	508	52	200	26	132	25
30	사무, 계산 및 회계용기계	132	17	45	3	41	5	23	5	23	4
31	전기기계 및 전기변환장치	580	68	169	13	207	25	113	12	91	18
32	영상, 음향 및 통신장비	632	101	179	23	223	30	118	25	112	23
33	의료, 정밀, 광학기계 및 시계	303	53	115	11	112	19	39	14	37	9
34	자동차 및 트레일러	363	73	77	6	118	21	80	27	88	19
35	기타운송장비	92	23	30	5	35	12	18	4	9	2
36	가구 및 기타	264	30	119	5	80	13	42	6	23	6

자료 : 중소제조업기술개발활동실태조사보고서(2001. 6)

3) 통계의 구성 및 체계

동 조사는 기술개발 일반현황, 기술개발 활동부문, 기술개발 성과부문, 기술개발 지원제도 평가부문 등 크게 네 가지의 부문으로 구성되어 있으며 세부 항목들은 다음과 같다.

□ 기술개발 일반현황

- 기술경영 전략
- 기술개발 담당조직
- 기술개발 인력현황
- 매출액대비 R&D 투자비율
- 연구기술개발투자 현황

□ 기술개발 활동부문

- 기술개발 동기
- 기술개발 중점분야 및 중점분야의 변화
- 기술개발 방법
 - 기술개발 방법에 대한 만족도
 - 자체기술개발 수행시 겪는 애로사항
 - 공동기술개발 파트너
 - 공동기술개발 효과
 - 외부기술 도입처 및 도입방법
- 기술개발 평균 소요기간
- 기술개발 단계별 애로사항
- 신제품 개발후 상품화 추진시 애로사항
- 기술정보 입수경로

□ 기술개발 성과

- 기술개발 효과
- 자사의 기술수준
- 대외 기술경쟁력 평가
- 보유 기술중 경쟁력 있는 분야 및 취약한 분야
- 산업체산권(또는 기술품질인증) 획득시 평균 소요기간
- 산업체산권(또는 기술품질인증) 획득시 애로사항

□ 기술개발 지원제도 평가

- 효과적인 기술개발 지원제도 분야 및 향후 중점 지원분야
- 기술개발 지원제도의 분야별, 인지정도와 활용정도 및 활용효과

- 기술개발 및 사업화 지원
- 기술개발자금 지원
- 기술지도사업 지원
- 세제지원
- 신기술제품의 마케팅 지원
- 기술정보 지원
- 기술개발 정책자금 활용시 불만족 사항
- 기술개발 정책자금 배정시 최우선 기술력 평가기준
- 기술경쟁력 확보를 위한 지원방안
- 기술인력 지원방향

다. 문제점

1) 내용상의 문제

동 중소제조업기술개발활동실태조사는 중소기업의 기술개발과 관련된 연구인력 현황, 연구개발비, 기술개발 성과, 대외 기술력의 평가 등 대부분 지표의 측정에 있어서 계량적인 척도보다는 정성적인 척도를 이용하여 기술개발활동을 조사·발표하고 있다.

예를 들어 기술개발비의 경우 실제 투입된 기술개발비의 금액을 발표하지 않고 다만 매출액대비 R&D 비율과 기술개발 투자액의 비중(인건비, 재료비, 기재자구입비, 기술정보비, 위탁개발비, 기술도입비 등) 등을 발표함으로써 중소기업이 기술개발을 위하여 어느 정도의 실질적인 투자를 행하였는지, 그리고 인건비와 재료비 및 기술도입비 등 각각의 항목별로 투자액은 얼마인지 등은 동 조사결과를 통해 알 수 없다.

또한 기술개발 투자액의 조달처별 수준 역시 부문별로 그 비중만을 알 수 있을 뿐, 실질적인 조달금액은 알 수가 없다.

뿐만 아니라 ‘기술개발의 효과’, ‘자사 보유기술의 수준’, ‘대외 기술력 평가’ 등 중소기업의 기술수준을 나타내는 중요 지표의 측정에서 계량적 척도가 아닌 주관적 척도를 이용함으로써 객관적인 중소기업의 기술수준 파악과 국제 비교 등이 불가능하다는 점도 큰 문제점 중 하나이다.

<표 3-9> 기술개발활동실태조사 중요 지표의 척도 및 측정방법

지표		측정방법 또는 척도유형	형태
인력현황	· 종업원수	인원(명)	정량적
	· 기술개발인력의 수 - 연구원(순수연구인원)수	보유 및 부족인원(명)	"
	- 생산 기술인력수		
	- 학력별 인원수		
기술개발비	· 기술개발 인력부족율	부족율(%)	"
	· 매출액대비 R&D 비율	비율(%)	정량적
	· 기술개발 투자계획	감소/비슷/증가	정성적
	· 기술개발 투자액비중	인건비, 재료비, 기자재구입비, 기술정보비, 위탁개발비, 기술도입비, 기타의 비중	"
기술개발의 성과부문	· 기술개발비 조달처별비중	내부자금, 정부정책자금, 금융기관차입금, 투융자금, 주식및회사채, 기타의 비중	"
	· 기술개발의 효과	신규분야진출, 기술개발기간단축, 기술개발비용부담절감 등의 항목비중	정성적
	· 기술개발의 소요기간	준비, 개발, 시제품제작, 상품화別 일수	정량적
	· 자사 보유기술의 수준	세계최초, 일부선진국개발, 보편화기술 등의 항목비중	정성적
	· 대외 기술력 평가	매우열세~매우우세 5점척도	정성적

2) 방법상의 문제

동 중소제조업기술개발활동실태조사의 조사방법론상에는 두 가지 측면에서 문제점을 지적할 수 있다. 첫 번째는 위에서 설명한 지표의 계량화 가능성 문제이고, 다른 하나는 표본설계에서 오는 대표성의 문제이다.

지표의 계량화 가능성이 낮다는 점은 척도설계상의 문제로서 이미 위에서 설명하였으며, 여기서는 표본의 구성문제에 따른 문제점을 살펴보기로 한다.

동 조사에서는 모집단의 성격을 기술개발수행실적이 있는 중소제조업체를 대상으로 규정하고 있으며, 규모 면에서도 10인 미만의 기업체에서는 기술개발활동이 미비하다는 이유로 일반적인 중소제조업체의 기준인 5인 이상 300인 미만의 기준이 아닌 10인 이상 300인 미만을 조사대상으로 하고 있다.

이에 따라 2001년도의 실태조사에서는 모집단이 7,000개사(광공업통계조사 결과 '99년

기준 5인 이상 중소제조업체 9만1천여개사의 약 7.7%에 해당함)에 불과하여, 이러한 모집단으로부터 1,000개사의 표본을 추출하여 조사를 실시하였다.

여기서 통계의 대표성에 두 가지 점이 문제가 될 수 있는데, 하나는 모집단을 5인 이상 중소제조업체를 대상으로 하여 전체 중소기업의 기술개발활동 및 실적을 대표할 수 있겠는가의 문제이고, 이 보다 더욱 중요한 다른 하나는 기술개발수행실적이 있는 업체를 조사대상으로 함으로써 ‘보유 및 부족 연구원수’ ‘인력부족율’ 등의 연구개발 인력현황, ‘매출액대비 R&D 비율’, ‘기술개발 소요기간’ 등 산출된 통계치를 통하여 전체 중소기업의 기술개발 활동과 수준을 말할 수 있겠는가 하는 점이다.

이러한 점으로 인해 통계수요자의 입장에서는 중소제조업의 기술개발과 관련한 보다 정확한 통계치를 얻기 위해 설비투자액과 연구기술개발투자액, 그리고 디자인개발투자액 등의 통계는 중소기업 실태조사보고서를 이용해야 하는 번거로움이 있으며, 특히 인력과 관련된 통계는 중소기업 실태조사에서도 실시하지 않고 있어 ‘연구원 1인당 연구기술개발 투자액’ 등 2차 통계의 산출·활용가능성이 낮아질 수 밖에 없다.

제 2 절 외국의 기술통계 작성현황

일본이나 미국, 그리고 EU 등 외국의 경우 기업의 기술 내지 연구개발과 관련된 통계는 기본적으로 국제비교를 위해 OECD에서 제안하고 있는 표준지침에 따른 통계조사를 실시하고 있으며, 각 국의 필요에 따른 별도의 관련통계를 수시 내지 정기적으로 생산하고 있다.

“과학기술연구조사보고” 등 OECD에서 제안하고 있는 공통통계를 제외한 중소기업의 연구개발과 관련된 통계를 살펴보면, 일본의 경우 연간조사인 “중소기업창조적활동실태조사”에서 연구개발활동에 관한 몇 가지 설문을 두고 있으며(1999년 조사), 이와는 별도로 1999년 12월에 기업연구개발활동실태조사를 실시하여 연구개발에 관한 다양한 자료를 수집분석하고 있다.

미국의 경우는 중소기업청이 작성·발표한 “심층중소기업통계(indepth small business statistics)”에서 기술혁신(innovation)이라는 명칭으로 특허획득건수, R&D연구비수령, R&D연구수행 신고업체수, R&D연구수행 과학자 및 기술자의 비율 등에 관한 통계를 생산한 바 있다.

한편, 미국이나 일본 공히 중소기업의 연구개발 부문에 대한 주기적인 통계조사는 실시하지 않고 있으며, 필요시마다 특별조사(ad-hoc survey)를 실시하고 있는 것이 특징이라고 할 수 있다.

일본과 미국을 제외한 기타 국가들의 과학기술(전체기업 대상) 관련 통계조사 현황을 살펴보면 다음과 같다.

- OECD, 「Main Science and Technology Indicators」 (주요과학기술지표)
- OECD, 「Basic Science and Technology Statistics」 (기초과학기술통계, 2년주기)
- WIPO(세계지적재산권기구), 「Industrial Property Statistics」
- 중국, 「과학기술통계지표」(2000.3)
- 대만, 「전국과학기술통태조사」(2000.2)
- 싱가포르, 「NSTB(National Science and Technology Board) 통계자료」(2000.1)

1. 일본의 중소기업 기술통계

일본의 중소기업 관련통계는 통상산업성 산하의 중소기업청을 비롯한 정부기관, 공공단체, 금융기관 등 여러 기관에서 생산되고 있다.

이 중 중소기업의 생산동향통계에는 통상산업성의 “광공업생산지수”와 중소기업청의

“규모별 제조공업생산지수”가 있으며, 고용통계에는 총무청 통계국의 “노동력조사”와 노동성의 “유휴구인배율/일반직업소개현황” 등이 있다. 그리고 중소기업의 설비투자동향통계에는 중소기업청의 “중소상업·서비스업 설비투자동향조사”와 중소기업금융공단의 “중소제조업설비투자동향조사”가 있다.

한편 일본의 중소기업청이 1997년부터 1999년까지 3개년간 실시한 각종 승인통계조사는 19종에 달하는데, 대부분의 통계가 일회성의 특별조사형식으로 연도에 따라 집중적으로 실시되고 있고, 월별, 연별 또는 3년 주기별 등 계속조사는 4~5종에 불과하다.(<표 3-10> 참조)

즉, 일본 중소기업청은 중소기업에 관한 정책입안의 필요성이 제기될 경우 일회성의 특별조사를 승인 받아 정책의 기초자료를 수집하는 방법을 택하여 오다가 최근에는 정기적인 조사로 전환하는 모습을 보이고 있다.²³⁾

가. 상업·서비스업 설비투자동향조사

중소기업청에서 주관하고 중소기업금융공고와 공동으로 실시하는 조사로서 3년 주기로 실시되는 통 조사는 도매업, 소매업 및 서비스업으로 구분, 조사표를 달리하여 조사년도의 6월과 10월에 우편조사로서 실시된다.

□ 도매업 조사

1997년 조사는 1994년 상업통계조사의 준비조사명부에서 종업원규모 5~99인의 도매업 143,911업체에서 약 5,000개 업체를 추출하여 ① 기업의 개요, ② 설비투자의 내용과 대금의 지불액, ③ 설비대금의 조달내역, ④ 설비투자의 목적, ⑤ 기계·설비·집기·비품 관계의 리스이용, ⑥ 1998년도 설비투자계획 등에 대하여 조사하였다.

□ 소매업 조사

준비조사명부에서 종업원규모 5~49인의 소매업 218,335업체에서 약 8,500개 업체를 추출하여 ① 기업의 개요, ② 설비투자의 내용과 대금의 지불액, ③ 설비대금의 조달내역, ④ 설비투자의 목적, ⑤ 기계·설비·집기·비품관계의 리스이용, ⑥ 1998년도 설비투자계획 등을 조사하였다.

□ 서비스업 등의 조사

1996년 사업소·기업통계조사의 민영사업소명부에서 종업원규모 5~49인의 서비스업과 음식점업(법인기업) 142,463개 업체(모집단)에서 약 8,500개 업체를 임의추출하여 ① 기업의 개요, ② 설비투자의 내용과 대금의 지불액, ③ 설비대금의 조달내역, ④ 설비투자

23) 대한통계협회, 「중소기업 통계개선방안 연구보고서」, 2000. 9

의 목적, ⑤ 기계·설비·집기·비품관계의 리스이용, ⑥ 1998년도 설비투자계획 등을 조사하였다.

<표 3-10> 최근 3년간('97~'99년)의 일본 중소기업청작성 승인통계 현황

통계명칭	최근실시일	조사주기
○ 중소기업경황조사	1999년 3/4분기	분기별
○ <u>상업/서비스업설비투자동향조사</u>	1998년 2~3월	3년
○ 하청중소기업단기동향조사		월별
○ <u>중소기업창조적활동실태조사</u>	1998년 12월 21일	연별
○ 중소기업경영조사	1997년 6월 23일	연별
○ 기업경영실태조사	1998년 11월 30일	일회한
○ 기업경영활동실태조사	1998년 12월 21일	일회한
○ 기업간관계실태조사	1997년 12월 18일	일회한
○ 경영전략실태조사	1997년 12월 28일	일회한
○ 중소기업국제화실태조사	1997년 12월 15일	일회한
○ 중소기업창조적활동실태조사	1997년 12월 15일	일회한
○ 특정제조업실태조사	1997년 12월 15일	일회한
○ 유통업경영실태조사	1997년 12월 15일	일회한
○ 일본기업경영실태조사	1997년 12월 15일	일회한
○ 중심시가지상점가실태조사	1997년 12월 9일	일회한
○ 상점가실태조사		
○ 서비스업경영환경실태조사	1997년 12월 9일	일회한
○ 제조업경영실태조사	1997년 12월 9일	일회한
○ 소비와 노동에 관한 의식조사	1997년 12월 9일	일회한

나. 중소기업창조적활동실태조사

중소기업청이 일본통계센터의 조사협력을 받아 비농림어업부문의 중소기업 약 10,000업체중 일부 인정기업은 전수조사, 나머지는 표본조사하고 그 결과를 중소기업백서에 수록·공표하는 조사이다. 최근의 조사는 1999년 12월 10일을 조사시점으로 한 조사로서 조사사항은 다음과 같다.

사업체 개요

현재의 업종, 창업시기, 창업형태, 현재의 형태, 현재의 종업원수, 현재의 자본금, 매상고, 일족이 보유한 주식비율, 주식공개 유무, 창업부터 현재까지의 종업원수의 증감률, 과거 3년간의 매상고의 연평균신장률, 매상고경상이익률의 최근결산기의 수준, 법률의 인정 상황

창업 및 창업자

창업자의 창업시 연령, 창업자의 성별, 창업자의 창업전 직업, 창업시 실제 소요비용, 창업시에 관한 질문(현재의 장소에 창업한 이유, 창업시 장애요인, 창업시 자금조달방법, 창업지원책의 개정에 관한 의견)

설비투자

금후설비투자계획, 설비투자예정의 경우 설비자금의 주된 조달방법, 설비투자를 행하지 않는 이유

연구개발활동

연구개발활동의 실시여부, 연구개발을 실시하지 않는 이유

인재확보

적극적인 인재확보계획의 여부

정보화의 취급

도입업무용 패키지소프트의 종류, 고객의 DB활용 종류, 상품DB의 활용, 휴대용 정보기기, 휴대전화를 포함해서 이동기기의 활용, 도입네트워크시스템의 종류, 전자메일의 활용, 홈페이지의 개선빈도, 컴퓨터도입의 주된 방식, 최근 3년간 설비투자총액에서 점하는 정보시스템관련 투자액, 정보화진행과정에서의 과제, 정보화추진과정에서 인력부족부문

규제개혁

경제구조개혁 추진과정을 위한 규제개혁에 관한 견해와 찬성시 방향, 규제개혁에 관한 회사의 대책, 회사가 속한 업계의 규제개혁추진에 대한 견해와 찬성시 규제개혁의 현황에 대한 견해, 불만족한 평가의 경우 금후 규제개혁의 가장 중요한 점, 규제개혁에 의한 사업경영에 미치는 영향과 영향이 있는 경우 플러스적인 영향의 구체적인 이유, 규제개혁에 의한 경쟁격화시대에 있어 회사의 정보개시에 관한 견해

ISO시리즈

ISO9000시리즈와 ISO14000시리즈에 대한 관심정도, ISO9000시리즈와 ISO14000시리즈에 대응방안, 취득 또는 취득의사시 취득목적, 취득시 문제점, 거래선의 선별에 현재와 금후의 비중, 취득요청기관

유통업

소매업체인 경우 유통의 판단수단, POS데이터를 판단수단으로 하는 경우 이 시스템의 도입전과 비교, 고객에게 제공하는 서비스의 종류

수탁업무

타 기업에 수탁업무를 행할 의사, 행할 예정인 경우 고려할 사항과 수탁업무를 행하고 있는 경우 시작한 이유, 수탁업무내용, 분야, 범위, 수탁행태, 매상고에서 수탁업무의 비율, 수탁업무 시작시 재무상황, 금융기관의 지원여부, 회사의 주변 경영환경, 수탁의 우위성, 위탁기업의 기대성, 수탁·위탁기업간의 문제점, 수탁업무의 계속시 과제, 금후 종업원 확보에 대한 견해, 중원의 경우 방법

사업환경전반

중소기업시책, 창업시 정부의 제도관행의 개선, 사업환경에 대한 불만요소, 현상황에서 부족한점 등

다. 기타 주요 과학기술통계

1) 연구개발 및 인력 부문의 통계 작성현황

일본의 경우도 우리나라와 마찬가지로 OECD의 표준지침서를 근거로 하는 “과학기술 연구조사보고서”(총무성 통계국)를 작성·발표한다. 이는 우리나라 과학기술부에서 작성하는 “과학기술연구개발활동조사”와 동일한 조사방법론을 이용하여 통계의 구성과 내용 또한 동일 내지 유사하다.

한편 일본 과학기술청산하 과학기술정책연구소에서는 동 “과학기술연구조사보고서”를 토대로 “과학기술지표 : 일본의 과학기술활동의 체계적 분석”²⁴⁾이라는 분석통계집을 발간하고 있다. 이 밖에도 과학기술청 과학기술정책국에서는 민간기업 부문의 연구활동에 관련된 사항을 “민간기업의 연구활동에 관한 조사보고”²⁵⁾라는 통계를 통해 발표하고 있다.

24) 日本 科学技術庁 科学技術政策研究所 編, 「科学技術指標 - 日本の科学技術活動の体系的分析 (2000年版)」, 동경, 2000. 8

2) 기술무역통계의 작성현황

가) 기술무역통계 작성기관 및 특징

일본에서 기술무역에 관한 주요통계는 4가지가 존재하고 있는데 첫째, 일본은행 국제국에서 작성하는 국제수지통계(이하 ‘日銀統計’)와 둘째, 총무청 통계국에서 작성하는 과학기술연구조사보고(이하 ‘총무청통계’), 셋째, 과학기술청 과학기술정책연구소에서 작성하는 외국기술도입 동향분석(이하 ‘과학기술청통계’), 넷째, 공정거래위원회에서 작성하는 공정거래위원회연차보고(이하 ‘공정거래위원회통계’)가 있다.

한편, 이들 통계는 조사방법, 조사대상, 기술무역의 범위 등이 각기 다르며 성격 또한 다르다. 특히 금액을 다루고 있는 수지통계에서는 전혀 상이한 결과가 나오고 있어 통계 이용에 있어서 주의가 필요하다.

여기에서는 우선 상기한 4개의 주요통계의 조사내용을 살펴보고 이를 바탕으로 기술무역수지통계 작성방법에 관한 시사점을 얻고자 한다.

나) 일본은행의 「국제수지통계」

조사방법

법령에 의거 무역외거래를 한 거주자로부터 외국환공인은행을 경유하여 제출된 「무역외지불보고서」, 「무역외수취보고서」의 국제수지항목 「특허권사용료」로서 기재된 금액을 일본은행이 집계한다.

내용의 공표

집계한 금액을 매월, 연도별로 구분하여 「국제수지통계월보」로 매월 발행한다.

조사대상

비거주자와의 사이에서 외국환 공인은행을 통해 원칙적으로 300만엔을 초과하는(省令 제10조 4항 2호) 기술원조계약에 근거한 특허권사용 등(노하우 제공을 포함)의 거래를 행한 거주자를 대상으로 한다.

여기서 말하는 거주자란 국적에 관계없이 일본에 거주하고 있는 개인 및 일본에 주된 사무소를 가지고 있는 법인 그밖에 외국법인 등의 일본지점, 사무소를 말한다. 단, 일본의 재외공관이나 해외여행자 등은 거주자로 취급한다. 또 비거주자란 거주자 이외의 개인 및 법인을 말한다.

25) 科学技術庁 科学技術政策局編, 「民間企業の研究活動に関する調査報告」, 동경, 2000. 8

□ 기술무역의 범위

기술원조계약에 근거한 특허권사용 등(노하우 제공을 포함)을 대상으로 한다.

구체적으로는

- ① 공업소유권(특허, 실용신안, 의장, 상표)에 관한 권리의 양도, 사용권의 설정
- ② 노하우(시방서, 지식, 정보, 소프트웨어 등)에 관한 권리의 양도, 사용권의 실시
- ③ 공장경영의 기술지도, 사업경영의 기술지도 등이다.

그러나 플랜트 수출에 따른 노하우나 기술지도 대가는 플랜트 수출액의 일부를 구성하기 때문에 「무역외수취보고서」의 국제수지항목은 중개무역이 되며 그 대가는 무역수지에 포함되므로 여기서 말하는 기술무역의 대상에서 제외되어 있다. 또한 순수한 의미에서의 기술이라고 말하기 어려운 상표나 의장에 관한 대가도 포함되어 있다.

다) 총무청 통계국의 「과학기술연구조사보고」

□ 조사방법

조사표를 직접 우송한 설문조사로 과거의 조사에 의한 연구활동의 유무, 자본금 규모 및 산업분류에 의해 구분되는 회사 등에 대해 전수조사 또는 추출조사를 하여 회수한 조사표의 '기술수입'과 '기술수출' 항목에 기재된 금액 및 계약건수를 '국제기술교류'로서 집계한다.

또 설문조사 결과에 대해 표본조사한 것은 각 구분마다 표본추출율의 역수를 곱하여 모수추계를 하고 있다.

① 전수조사의 대상

- 자본금 10억엔이상의 기업
- 전년도 조사에서 연구개발을 행하였던 자본금 500만엔이상 10억엔미만의 기업
- 특수법인으로 비연구전문기관

② 표본조사의 대상

- 자본금 500만엔이상 10억엔미만의 기업(추출율은 자본금규모, 산업분류를 고려하여 결정)

□ 내용 및 공표

집계한 기술수출입액의 금액, 계약건수(신규·계속별)을 산업 및 계약상대국별로 구분하여 「과학기술연구조사보고」로서 매년 공표한다.

□ 조사대상

대가지불이나 수취의 유무에 관계없이 외국법인·개인간의 기술교류에 관한 계약을 체결한 기업 및 특수법인을 조사대상으로 한다. 여기서 말하는 기업 및 특수법인이란 다음과 같다.

- ① 기업 : 농업, 임업, 어업, 광업, 건설업, 제조업, 전기·가스·열공급·수도업, 운수·통신업, 서비스업중 방송업(일本国표준산업분류에 포함)을 영위하는 주식회사 및 유한회사
- ② 특수법인 : 공단, 사업단 등 법률에 근거하여 설립된 특수법인 단, 우주개발사업단, 동력로·핵연료개발사업단, 일본원자력연구소, 이화학연구소 등 연구전문 특수법인은 제외

상기에 의하면 다음에 열거하는 것은 기술교류의 조사대상에서 제외된다.

- Ⓐ 도·소매업, 음식업, 금융·보험업, 부동산업, 방송업을 제외한 서비스업
- Ⓑ 연구전문의 특수법인
- Ⓒ 인문·사회과학, 자연과학에 관한 시험연구 또는 조사연구를 하는 것을 목적으로 하는 국·공·민영의 연구기관
- Ⓓ 대학, 단기대학, 고등전문학교 및 대학부설연구소 등
- Ⓔ 개인

□ 기술무역의 범위

- Patent(특허, 실용신안), 노하우(소프트웨어 포함)나 기술지도등의 기술제공, 도입
- 의장, 상표에 관한 것은 제외

라) 과학기술청 과학기술정책연구소의 「외국기술도입 동향분석」

□ 조사방법

기술도입계약을 체결(변경)하고자 하는 비거주자 및 거주자로부터 제출된 “기술도입계약 체결(변경)에 관한 신고서(또는 보고서)”를 근거로 하여 계약건수 등을 집계한다.

□ 내용 및 발표

집계한 기술도입건수를 연도단위로 기술분류, 계약상대국, 계약조건별로 「외국기술도입의 동향분석」으로 매년 발표한다. 한편 1992년부터 산업분류별 기술도입건수항목을 추가하였다.

□ 조사대상

기술도입에 관련된 계약의 체결 또는 갱신 및 그 밖의 해당 계약조항의 변경 등을 행하는 비거주자 및 거주자를 대상으로 한다.

□ 기술무역의 범위

- 공업소유권 및 기타 기술에 관한 권리의 양도
- 공업소유권 및 기타 기술에 관한 사용권의 설정
- 사업경영에 관한 기술 중 공장경영에 관한 기술지도 및 다음에 열거한 사업경영에 관한 기술지도
 - ⑨ 농업(축산업 포함)
 - ⑩ 임업
 - ⑪ 어업 및 수산양식업
 - ⑫ 광업(모래광업 및 토석채취업 포함)
 - ⑬ 건설업
 - ⑭ 제조업
 - ⑮ 운수업(창고업 및 보관업, 그 밖의 운수에 부대하는 서비스업을 포함); 통신업, 전기업 및 가스업

한편 “공업소유권”이란 특허권, 실용신안권, 의장권 및 상표권을 말하며 “기타 기술”이란 공업소유권 이외의 것으로 계약제품의 제조 등에 관한 노하우(소프트웨어 포함)를 말한다.

마) 공정거래위원회의 「공정거래위원회 연차보고」

□ 조사방법

공정거래법 제6조에 근거하여 사업자가 부당한 거래제한 또는 불공정한 거래방법에 해당하는 사항을 내용으로 하는 국제계약을 행한 경우에 신고하는 “국제적 협정(계약)성립신고서”를 공정거래위원회가 집계한다.

□ 내용 및 공표

집계한 신고건수(기술도입, 기술원조, 상표, 저작권 등)을 연도단위로 산업분류별 및 계약상대국별로 분류하여 「공정거래위원회연차보고」로 매년 발행한다.

□ 조사대상

부당한 거래제한 또는 불공정한 거래방법에 해당하는 사항을 내용으로 하는 계약기간 1년 이상의 국제계약을 체결한 사업자 등을 조사 대상으로 하고 있다. 여기서 말하는 “사업자 등”이란 다음과 같다.

- 사업자 : 사업, 공업, 금융업, 그 밖의 사업을 행하는 자 및 그 이익대표자
- 사업자 단체 : 사단법인, 재단법인 및 조합 등

□ 기술무역의 범위

- 특허에 관한 국제계약
- 실용신안에 관한 국제계약
- 의장에 관한 국제계약
- 프로그램의 저작물(소프트웨어)의 저작권에 관한 국제계약
- 산업상의 기술에 관련된 노하우 등에 관한 국제계약

바) 한·일 기술무역통계 작성방법의 비교

국가적으로 기술도입과 기술수출의 정확한 통계를 산출하고자 하는 노력은 모든 나라에서 기울이고 있다. 그러나 기술도입과 기술수출이 자유화된 상태에서 이들 정확한 통계의 산출은 매우 어려운 실정이다.

한편, 현행 한·일간의 기술무역통계 작성방법의 차이점을 비교하면, 첫째, 우리나라의 경우 기술도입계약 건수 통계가 없다는 점이다. 일본의 경우 전수 보고치로서 日銀統計에서 이들 항목을 조사하고는 있으나 신뢰성이 취약하여 발표되지 않고 있다.

둘째, 기술수출통계가 우리나라는 전수조사치(실적보고 집계치)인 반면 일본 총무청의 조사는 Sampling조사에 의한 전체 추정치라는 점이다.

셋째, 우리나라의 기술무역통계는 기술도입과 기술수출 모두 업종별·국별 분석이라는 단순한 형태를 띠고 있는데 반해, 일본의 경우 NISTEP에서 세부계약조건별로 상세한 분석을 시행하고 있다는 점이다.

일본의 경우 계약조건과 관련하여 상세한 분석이 가능했던 요인은 기술도입계약을 체결한 자는 모두 “기술도입계약체결신고서(보고서)”를 은행에 제출해야 함으로 자료 확보가 가능하나, 우리나라는 “계약”과 관련된 신고제가 없고 단지 대금지불시 갑류외국환은행이 해당내역을 「기술도입대가지급상황월보」에 의해 한국은행에 보고하는 형태를 취하고 있되 보고서의 양식이나 기재사항이 기술도입계약현황을 파악할 수 없게 구성되어 있고 기재사항도 부정확하기 때문이다.

<표 3-11> 한·일간의 기술무역통계 작성방법의 비교

	기술도입통계		기술수출통계	
	계약건수통계	대가지불금액통계	계약건수통계	대가수취금액통계
한국	① 없음 - '94년 3월까지는 국가 전체의 통계작성이 가능했으나 그 이후는 정부신고분만 가능 (산기협 대행) ② 과기처의 「과학기술 연구활동조사보고」 양식에 포함되어 있으나 신뢰성이 취약하여 미발표 - Sampling 조사	① 재경원(한은)통계 - 보고집계치(전수) (산기협 대행) - 「기술도입대가지급 상황월보」집계 - 업종별, 국별로만 분류·집계 ② 좌동	① 과기처통계 - 전수조사 (산기협대행) - 10만불이상의 기술 도입계약 건수만 조사 - 업종별, 국별로만 분류·집계 ② 좌동	① 과기처통계 - 좌동 - 10만불이상 계약 건의 대가수취액 조사·집계 - 좌동 ② 좌동
일본	① 日銀統計 - 없음 ② 상세한 분석은 NISTEP에서 「기술 도입 계약체결신고서 (보고서)」 근거하여 작성(세부계약조건별 추가분석)	① 日銀統計 - 보고액의 총액집계 ② 상세한 분석없음	① 日銀統計 - 없음 ② NISTEP통계 - Sampling조사 (전체를 미추정) - 업종별, 국별, 세부계약조건별 분석	① 日銀統計 - 보고액의 총액집계 ② NISTEP통계 - 좌동
	③ 총무청 통계 - 설문조사 (추출을 곱하여 전체를 추정) - 업종별·국별로만 분류·집계	③ 총무청 통계 - 좌동 - 좌동	③ 총무청 통계 - 좌동 - 좌동	③ 총무청 통계 - 좌동 - 좌동

2. 미국의 중소기업 기술통계

미국 중소기업청(SMBA)은 중소기업 통계정보(SMEs information)의 수집을 별도의 통계조사를 통하지 않고 국세청의 국립기업소득자료은행(National Enterprise Revenue Data Bank)에서 통계자료를 수집하고 있다.

그리고 연방통계작성기관중 가장 규모가 큰 미국 상무부 센서스국에서는 필요할 경우 기존의 통계조사결과에서 중소기업에 관한 통계를 발췌·생산하며, 이에 따라 별도의 중소기업통계는 정기적으로 작성하지 않고 있다.

그러나 중소기업의 법률적인 문제를 지원하기 위하여 1937년에 창설된 미국의 전국 중소기업연합(National Small Business United, NSBU)은 아더엔더슨기업그룹(Arthur Andersen's Enterprise Group, AAEG)과 공동으로 7년 동안 NSBU/AAEG 중소기업조사(Survey of Small and Mid-sized Business)라는 명칭으로 특별중소기업조사(premier survey on small business)를 실시하기도 하였다.

가. NSBU/AAEG 중소기업조사

1998년에 실시한 이 조사는 다음과 같은 사항을 조사하였으며, 그 중 한가지 항목으로 기술과 관련된 내용을 조사·발표하였다.

- ① 전반적인 사항 : 업황, 시간당 제조업 생산성, 고용자수, 경기전망, 경영애로 등
- ② 조세부문 : 조세제도에 대한 만족도 등
- ③ 인력부문 : 구인난, 인력부족 등
- ④ 기술 : 기술과 기업이윤과의 관계, 컴퓨터 활용과 판매 및 이윤과의 관계
- ⑤ 인터넷 활용 : 인터넷 이용업체수, 활용분야
- ⑥ 자금조달 : 자금조달방법

나. SMBA의 심층중소기업통계

미국 중소기업청에서 발표된 대표적인 중소기업통계로는 “중소기업통계”와 “심층중소기업통계”를 들 수 있다. 여기서는 미국의 중소기업청이 여러 자료원에서 작성한 1996년도 중소기업통계(small business statistics)와 1990년에서 1997년까지 비교분석한 심층중소기업통계(indepth small business statistics)중 기술관련 내용이 포함되어 있는 후자의 통계를 살펴보기로 한다.

심층중소기업통계에서는 1995년 미국의 중소기업은 23.3백만 업체이며, 이들의 주요 지표를 살펴보면,

- 전체 고용주의 99%이상이 소기업 고용주이며,
- 민간근로자의 52%가 중소기업에 고용되어 있고,
- 생활보호로 민간근로자의 61%를 고용하고 있다.
- 또한 고도의 기술직종에서는 민간근로자의 38%를 고용하고 있으며,
- 민간부문 생산의 51%를 점유하고 있고,
- 모든 재화수출업자의 96%를 차지하고 있다고 발표하였다.

한편 심층중소기업통계의 구성은 다음과 같다.

- ① 회사수
- ② 기업의 해산(Business Dissolution)
- ③ 정부조달
- ④ 소득
- ⑤ 고용
- ⑥ 고급기술분야의 고용(High-Technology Employment)
- ⑦ 자금조달
- ⑧ 기술혁신(Innovation)

그 가운데 기술부문에 대한 내용만을 살펴보면 다음과 같다.

미국의 중소기업은 기업혁신의 55%를 점유하고 있으며, 중소기업의 종업원 1인당(기술혁신을 하지 않은 기업의 종업원도 포함) 산출 기술혁신은 대기업에 비하여 약 2배 가량 된다. 또한 중소기업의 판매비당(per sales dollar) 특허 획득건수도 대기업보다 높다.

R&D 연구에 있어서 R&D 과학자 및 기술자의 피고용자비율은 중소기업이 6.4%인 반면, 대기업은 4.1%에 불과하다. 한편 대기업은 연방정부로부터 R&D 연구비를 받았으나, 중소기업은 단지 11%만을 받고 있다.

또한 R&D 연구를 실시한다고 신고한 업체는 중소기업과 대기업이 공히 26%이나 이 중 대학과 연계하여 연구하는 회사는 대기업이 30%, 중소기업이 44%로 나타났다.

3. OECD의 과학기술 통계

OECD는 매년도에 가입국가(현재 28개국)를 대상으로 과학기술연구개발 부문과 기술무역, 그리고 특허관련 부문을 중심으로 국가별 실적을 비교할 수 있도록 “Main Science and Technology Indicators”라는 통계지표를 생산하고 있으며, 2년 주기로 “Basic Science and Technology Statistics”를 추가로 발간하고 있다.

이와 같은 OECD의 과학기술 통계의 생산은 국제적으로 동일한 조사방법론을 채택하도록 권고하고 있는 Frascati 매뉴얼을 포함한 OECD의 여러 조사지침을 근간으로 하고 있으며, 가입국별로 해당 지침에 따라 작성한 관련통계를 OECD에서 취합하여 조정후 국가별 순위와 절대액 등을 발표함으로써 과학기술 관련지표의 국제비교를 가능하도록 하고 있다.

현재 OECD의 “Main Science and Technology Indicators”에서 대상으로 하고 있는 지표는 연구개발비, 연구개발인력, 연구개발예산 등의 연구개발관련 통계항목과 기술무역 및 특허관련 통계로서 다음과 같은 세부 항목으로 구성되어 있다.

□ 연구개발비

- 총연구개발비(Gross Domestic Expenditure on R&D)
 - 금액, 전년대비 증감율, GDP대비 비중
- 부담주체별 연구개발비 부담현황
 - 기업, 정부, 기타 국내지원, 해외 부문별 연구비 부담비율
- 연구개발 주체별 연구개발비 사용현황
 - 기업, 대학, 정부, 비영리민간별 연구비 사용비율
- 사용연구비의 성격별 현황
 - 기초연구, 응용연구, 실험적 개발 분야의 연구비 사용비율
- 기업부문의 산업별 연구개발비 사용 비중
 - 항공, 전기전자, 사무기기 및 컴퓨터, 의약, 기타제조업, 비제조업별

□ 연구개발인력

- 총연구개발인력(Total R&D Personnel)
 - 연구개발인력, 전년대비 증감율, 노동인구1천명당 비중
- 연구원(Researchers)
 - 연구원수, 전년대비 증감율, 노동인구1천명당 비중

□ 연구개발예산

- 금액, 전년대비 증감율, GDP대비 비중

□ 기술무역

- 기술도입액(a), 기술수출액(b), 기술무역액(a+b), 기술수지비(b/a)

□ 특허출원 및 등록

- 특허출원

- 출원건수(내국인출원, 외국인출원), 해외출원건수
- 특허출원관련지표(인구 1만명당 특허출원건수, 충족율, 확산율)

- 특허등록

- 등록수(내국인등록, 외국인등록), 해외특허등록건수
- 특허등록관련지표(인구 1만명당 특허등록건수, 충족율, 확산율)

제 4 장 기술통계의 체계화 방안

제 1 절 기술수준의 개념과 통계의 범위

1. 기술과 기술수준의 개념

기술(技術, technology)이란 “과학지식이나 경험에 기초한 것으로 실용적인 목적을 위해 조직화된 지식으로 생산기술, 조직 또는 기계에 체화되어 있는 것”으로 정의될 수 있다. 바꿔 말하면 기술은 일정한 목적을 위해 조직화된 지식으로 독자적인 형체를 갖기보다는 기계장치나 제품 또는 사람의 머리나 손 끝에 내재되어 있는 무형의 자산을 의미한다.

이러한 기술은 산업생산활동에 직접적으로 영향을 주는 것으로 기술의 진보는 주어진 생산요소를 보다 효율적으로 사용하는 것으로 나타내질 수 있으며, 기술의 속성은 과학보다는 국지적이며, 사회의 환경·관습에 의해 요구되는 기술의 내용이 변화되기도 한다. 한편, 기술 및 기술수준에 대하여 여러 연구자들은 다음과 같이 정의하고 있다.

일본의 「과학기술과 경제회」는 과학기술수준을 “과거의 과학기술활동의 축적 또는 성과로서 현재 도달하고 있는 수준”으로 정의하였다. 그리고 연구개발 잠재력(potential)에 대하여는 “새로운 R&D를 필요로 하는 문제에 부닥친 경우, 이제까지 축적된 과학기술을 활용하면서 직면할 여러 장애를 극복하고 스스로 어느 정도 새로운 문제를 해결할 수 있는 잠재적인 자주 연구개발능력의 수준”으로 정의하고 있다.

일본의 尺木俊昭는 기술수준을 극히 일반적으로 “기업이 어떤 제품 혹은 제품군을 생산할 때에 사용하는 物的 諸施設과 人的 諸能力의 총체”라고 정의하였는데, 여기서 물적 제시설이라는 것은 이른바 생산수단의 체계를 지칭하고, 인적 제능력이라는 것은 인적 요소의 힘(연구원의 능력, 노동자의 자질 및 경험)을 지칭한다.

그리고 미국의 Schmookler는 “기술은 산업생산과 관련된 지식의 사회적 보유”라고 하였으며, “기존 기술을 인간이 활용하는 정도가 일국의 노동인구에 그 기술이 보급되는 분포를 합산해서 표시될 때 이를 그 국가의 기술능력 또는 기술수준”이라고 하였다.

한편 미국의 Martino는 기술의 측정치는 그 기술이 수행하는 기능과 연관되어 있다고 보고, 기술이 그러한 기능을 얼마나 잘 수행하는가를 정량적으로 나타낸 것이 기능적 능력(functional capability), 즉 기술수준이라고 하였다.

2. 중소기업 기술통계의 범위

가. 중소기업 기술통계의 범위

1) 기존의 중소기업 기술통계의 범위

중소기업 기술통계를 체계화하기 위해서는 중소기업 기술통계의 범위를 확정하여야 한다. 기업활동과 관련된 기술통계는 일반적으로 기술개발활동에 관련된 부문과 기술개발 활동에 의해 산출된 기술수준에 관한 부문, 기술개발활동으로 인한 성과부문의 세 부문으로 나누어질 수 있다. 부언하면, 기술개발활동부문은 연구개발인프라에 관한 것이고, 기술 수준부문은 기업의 기술경쟁력에 관한 것이고 기술개발성과부문은 개발된 기술의 활용에 관한 것으로 볼 수 있다. 중소기업의 기술개발 및 그 수준에 관한 실태만을 파악하는 통계에서는 중소기업 기술통계의 범위를 위의 세 부문으로 한정하여도 문제가 없을 것으로 보인다.

그러나 대부분의 경우, 기술통계를 생산하는 목적은 생산된 통계를 활용하여 기술개발을 위한 정책수립에 참고할 자료로 쓰기 위함에 있다. 따라서 기술통계의 정책적 목적을 감안하면 기술통계의 범위는 기술개발활동, 기술수준, 기술개발성과에 정책적 부문을 포함하는 것이 더 바람직하다. 이에 따라 중소기업협동조합중앙회의 “중소제조업기술개발활동실태조사보고서”에서는 기술통계의 범위를 다음의 네 부문으로 확정하고 있다.

- I. 기술개발 일반현황
- II. 기술개발 활동부문
- III. 기술개발 성과부문
- IV. 기술개발 지원제도 평가부문

여기서 기술개발 일반현황에서는 기술개발 인력, 조직, 투자 등을, 기술개발 활동부문에서는 기술개발 동기, 분야, 방법, 애로사항, 보유기술수준 등을, 기술개발 성과부문에서는 기술개발 효과, 대외기술경쟁력, 산업체산권 등을, 기술개발 지원제도 평가부문에서는 개별기술개발정책에 대한 평가결과를 포함하고 있다. 그러나 동 “중소제조업기술개발활동실태조사”의 경우 보유기술수준에 대한 통계 및 정책개발을 위한 부분이 상대적으로 빈약한 것으로 볼 수 있다.

2) 본 보고서에서의 중소기업 기술통계의 범위

본 보고서에서는 중소기업협동조합중앙회의 “중소제조업기술개발활동실태조사보고서”의 기술통계의 범위에 정책개발을 위한 통계를 더 포함하여 중소기업 기술통계의 범위를 확정하였다. 아래에서 보는 바와 같이 본 보고서에는 애로기술 및 기술개발 저해요인이

하나의 통계부문으로 추가되어 있다. 이는 중소기업 기술통계의 정책목적성에 부합하기 위한 것으로 정책개발자들이 정책의 수요를 보다 쉽게 파악할 수 있도록 하기 위한 것이다.

그리고 본 보고서에서는 기술수준에 관한 부문을 하나의 부문으로 중소기업 기술통계의 범위에 포함시킴으로써 중소기업협동조합중앙회의 “중소제조업기술개발활동실태조사 보고서”에서 빈약하게 취급한 기술수준에 관한 통계를 보강하였다. 다음은 본 보고서에서 확정한 중소기업 기술통계의 범위를 요약한 것이다..

- I. 기술개발력 부문
- II. 기술경쟁력 및 기술수준 부문
- III. 기술개발성과 부문
- IV. 애로기술 및 기술개발 저해요인
- V. 기술지원제도 평가 및 정책건의

나. 중소기업 기술통계의 분류체계

다음의 <표 4-1>은 앞에서 확정한 중소기업 기술통계의 범위에 근거하여 중소기업 기술통계를 분류한 것이다. 이 분류체계에서는 기술수준에 관한 지표가 추가로 많이 포함되어 있으며, 정책개발을 위한 지표 역시 추가로 많이 포함되어 있음을 알 수 있다.

<표 4-1> 중소기업 기술통제의 분류체계

기술개발력	기술경쟁력 및 기술수준	기술개발 성과	애로기술 및 저해요인	기술지원제도 평가 및 정책전의
<p>1. 기술개발 인력</p> <ul style="list-style-type: none"> - 기술개발 관련 보유인원수 - 인력 부족률 <p>2. 기술개발 조직</p> <ul style="list-style-type: none"> - 기술개발담당조직 형태 <p>3. 기술개발 투자</p> <ul style="list-style-type: none"> - 기술개발비 투자액 - 자체사용개발비 - 기술개발비 조달 <p>4. 기술개발 활동</p> <ul style="list-style-type: none"> - 기술개발 동기 - 기술개발 수행방법 - 기술개발 중점분야 - 기술개발 평균소요기간 - 공동기술개발 형태 - 기술도입 형태 <p>5. 보유설비 수준</p> <ul style="list-style-type: none"> - 생산설비 - 시험검사설비 	<p>1. 상대적 기술경쟁력</p> <ul style="list-style-type: none"> - 기술전반 - 설계/개발기술 - 소재기술 - 직접생산기술 - 시험·검사기술 - 디자인기술 - 시스템통합·조정 및 생산기획기술 <p>2. 기술개발 투자</p> <ul style="list-style-type: none"> - 기술개발비용 <p>3. 기술개발 수준</p> <ul style="list-style-type: none"> - 핵심성 - 경쟁력있는 분야 및 취약분야 <p>4. 기술개발 활동</p> <ul style="list-style-type: none"> - 기술개발 동기 - 기술개발 수행방법 - 기술개발 중점분야 - 기술개발 평균소요기간 - 공동기술개발 형태 - 기술도입 형태 <p>5. 보유설비 수준</p> <ul style="list-style-type: none"> - 생산설비 - 시험검사설비 	<p>1. 기술개발 실적 및 효과</p> <ul style="list-style-type: none"> - 기술개발 전수 • 제품기술 • 공정기술 - 기술개발 효과 <p>2. 기술개발과정에서의 애로(과정별)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 자체기술개발과정 - 공동기술개발과정 - 상품화과정 - 산업제작권 또는 인증 획득과정 <p>3. 기술개발 특허</p> <ul style="list-style-type: none"> - 출원, 등록, 보유 • 출원 <p>4. 보유설비 수준</p> <ul style="list-style-type: none"> - 실용신안 • 출원, 등록, 보유 <p>5. 기술거래</p> <ul style="list-style-type: none"> - 신규성, 독창성, 모방난이성 - 생명주기상 위치 - 신기술 및 유사기술 출현속도 	<p>1. 중소기업 애로기술</p> <ul style="list-style-type: none"> - 애로기술 현황 <p>2. 기술개발과정에서의 애로(과정별)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 자체기술개발과정 - 공동기술개발과정 - 상품화과정 - 산업제작권 또는 인증 획득과정 <p>3. 기술개발 특허</p> <ul style="list-style-type: none"> - 출원, 등록, 보유 • 출원 <p>4. 보유설비 수준</p> <ul style="list-style-type: none"> - 실용신안 • 출원, 등록, 보유 <p>5. 기술거래</p> <ul style="list-style-type: none"> - 신규성, 독창성, 모방난이성 - 생명주기상 위치 - 신기술 및 유사기술 출현속도 	<p>1. 현행 기술개발지원 제도에 대한 평가</p> <ul style="list-style-type: none"> - 인지도 - 활용정도 - 활용효과 <p>2. 기술개발 지원정책의 방향</p> <ul style="list-style-type: none"> - 향후 중점지원분야 - 지원방향 - 정책자금 이용의 불만족 사항 - 기술력 평가기준 - 기술인력 지원방향

제 2 절 기술통계의 지표체계 및 선정기준

1. 기술수준 지표체계의 검토

가. 통계, 지표와 지수

기술수준의 측정치와 연관된 통계, 지표 및 지수의 개념을 살펴보면, 통계(statistics)는 일정한 인구, 경제 및 사회집단의 현실을 주어진 목적에 따라 계량적으로 파악한 숫자이며, 지표(indicator)는 어떤 주어진 현상 또는 체계에 대한 문제에 답하기 위해 짜여진 자료의 체계를 말한다.(OECD, 1992)

통계는 지표를 구성하는 재료라고 할 수 있으며, 통계를 원자라고 하면 지표는 분자이다. 결국 통계는 분석할 현상에 대한 1차 정보를 말하며, 지표는 정량적 분석이 가능한 문제의 다양한 측면과 연관을 맺는다.

이러한 관점에서 기술수준지표는 개별 기술의 특성을 측정하거나 기술체계 나아가 집합적인 기술군의 종합적인 수준을 정량적으로 나타낼 수 있는 자료체계라고 할 수 있다.

반면, 지수(index)는 선정한 기준시점과 해당시점 사이의 기간동안 관련 항목으로 구성된 집단, 예를 들면, 가격, 수량, 가격, 물량, 가치의 평균적인 변화를 백분율(%)로 측정하는 단일 숫자를 말한다(Stiegeler, "A Dictionary of Economics and Business"). 이러한 지수에서는 일반적으로 시점은 연도를 취하고, 기준 연도를 100으로 한다.

한편, 지수와 지표의 관계를 살펴보면, 지표는 관련이 있지만 직접 측정하기 어렵거나 측정할 수 없는 다른 변수의 지수로서 사용될 수 있는 측정가능한 변수이다. 예를 들어, 소매물가지수에는 포함되지 않은 많은 항목들이 평균적인 가구의 생계비에 영향을 미침에도 불구하고, 소매물가지수는 소비자물가(생계비; cost of living)의 지표로 사용된다.

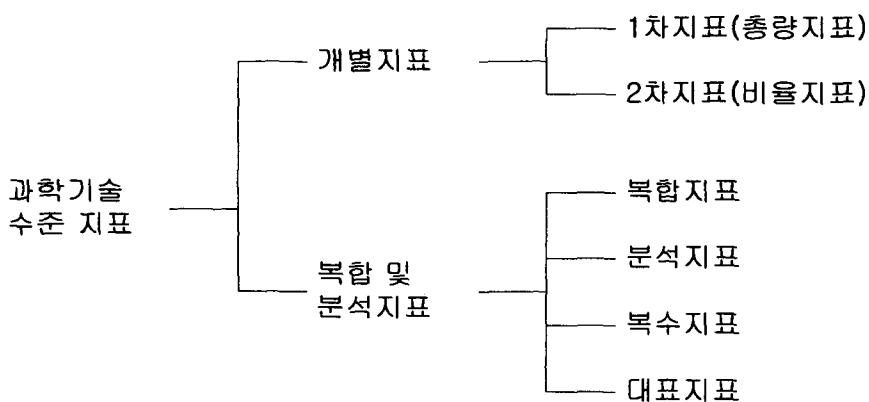
나. 기술수준 지표의 분류

기술수준 지표체계는 다음의 <그림 4-1>과 같이 데이터의 가공도에 따라 개별지표, 복합지표 및 분석지표로 크게 나눌 수 있다.

- ① 1차 지표 : 데이터를 수집한 상태 즉, 원시상태의 데이터를 그대로 사용하여 총량적인 비교를 함으로 총량지표라고도 한다.
- ② 2차 지표 : 1차 지표를 GNP, 인구, 노동자수, 연구자수 등으로 나누어 일정단위당 비교를 하게 한 지표로서 비율지표 또는 구성지표라고도 하며 총량적인 요소, 즉

규모요인(size factor) 등을 제거한 지표이다.

<그림 4-1> 과학기술수준지표의 분류



- ③ 복합지표 : 연관성을 갖는 일군의 개별지표들에 가중치를 부여하여 합산함으로써 단일화한 지표이다.
- ④ 분석지표 : 일정 모델에 의해 기술변화 등을 분석하는 방법으로 경제학적인 또는 기술예측적인 접근방법이 많이 사용되고 있다.
- ⑤ 복수지표 : 개별지표를 표현하는 방법의 하나로 하나의 표나 그림에 표시한 여러 개의 개별지표이다.
- ⑥ 대표지표 : 제품의 성능관련 지표들 중에서 대표적인 것을 채택하여 그 제품의 수준지표로 대용한 것이다.

다. 개별지표

기술개별지표는 지표 구성요소간의 연관성과 그 변화를 추적하는데 큰 의미를 갖는다. 연구 및 기술개발과 관련한 개별지표는 지표의 성격에 따라 연구개발의 투입, 산출 등 연구개발활동의 수준을 나타내는 연구개발활동지표와 산업생산활동, 제품기술수준 등을 나타내는 산업기술 수준지표로 나눌 수 있으며, 데이터의 가공도에 따라 1차 지표와 2차 지표로 나눌 수 있다.

1) 연구개발 활동지표

투입지표

연구개발활동에 투입된 연구비, 연구인력, 연구시설, 연구경력, 교육활동, 연구개발을 수행하고 있는 기구 및 조직의 변화 등을 나타내는 지표로 구성된다.

산출지표

연구개발활동의 결과로 얻게되는 지적산물 즉, 특허, 논문수, 기술혁신건수, 기술무역 수지 등의 지표로 구성된다.

2) 산업 기술수준지표

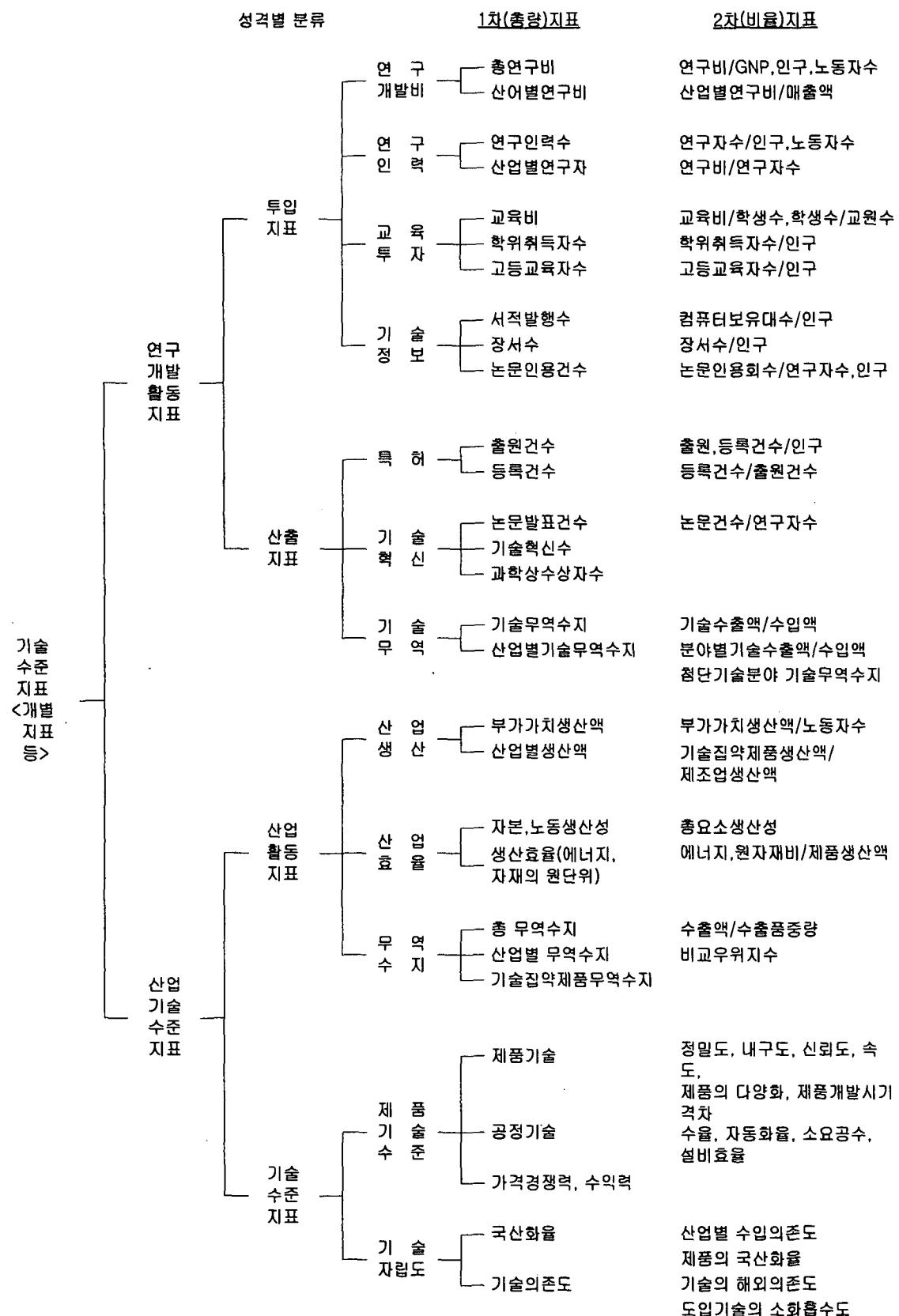
산업활동지표

산업생산활동의 규모와 효율 측면에서의 수준을 측정하는 지표로서, 총부가가치생산액, 산업별 생산액 등의 총량지표, 제조업 생산액중 기술집약제품생산액, 중화학공업비율, 호프만계수(소비재생산에 대한 자본재생산액) 등 산업구조를 설명하는 지표, 제품의 무역 수지, 현시비교우위(RCA)지수 등 무역활동지표로 구성된다.

기술수준지표

제품과 공정의 성능수준을 직접 측정 비교하는 제품기술수준지표, 기술의 자립도·의존도를 측정하는 기술의존도지표 등으로 구성된다.

<그림 4-2> 개별지표의 분류



라. 복합지표와 분석지표

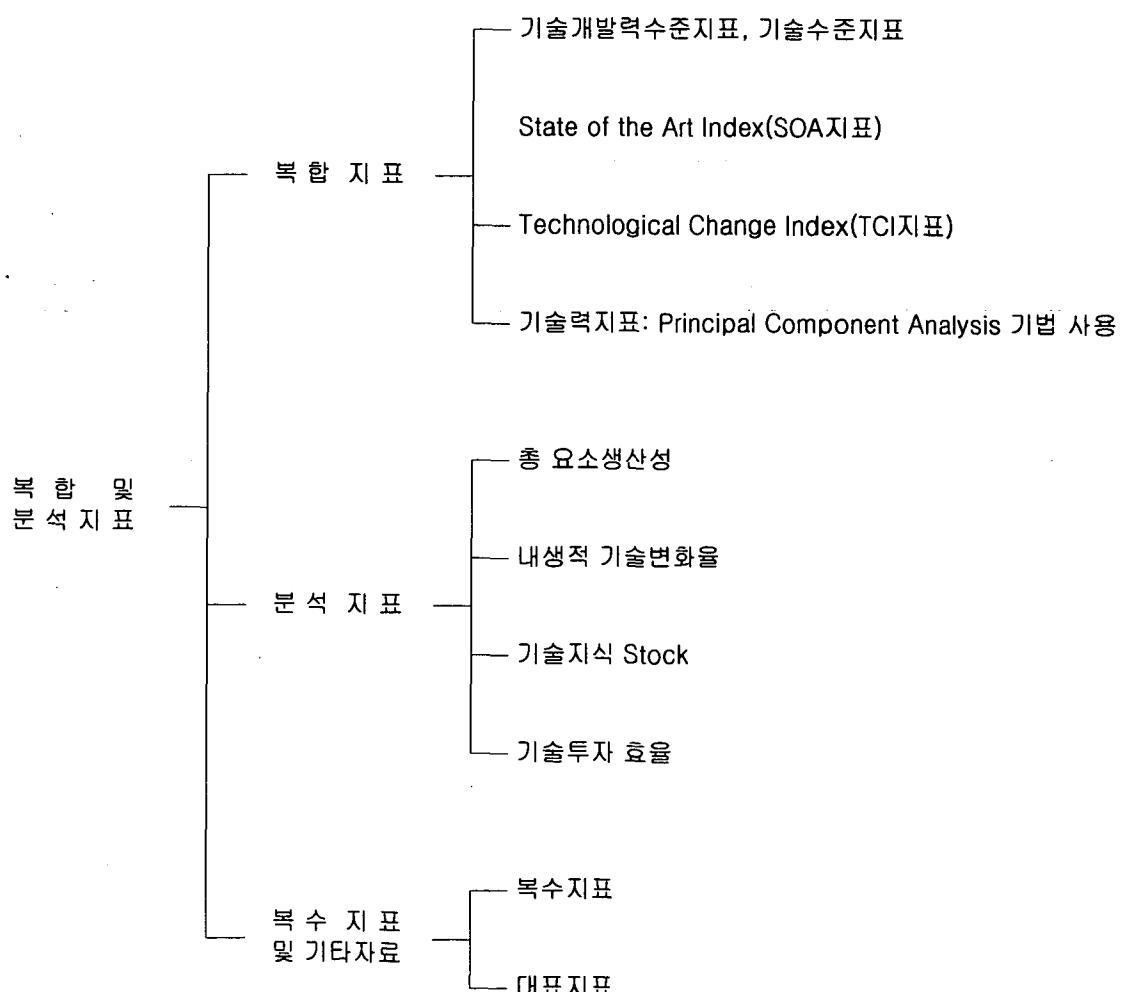
개별지표들은 정량적인 모델에 의하여 하나의 지표로 통합되어 전체적인 기술수준을 나타낼 수 있다. 이러한 지표에는 아래의 표와 같이 개별지표에 가중치를 부여하거나 정량모델에 의해 종합하는 복합지표, 경제학적인 모델을 통하여 접근하는 분석지표, 그리고 여러 가지의 지표를 한 개의 표 위에 표시하는 복합지표 등이 있다.

1) 복합지표

□ 기술수준지표

일본의 과학기술청에서 개발한 지표로서 특허등록건수, 기술무역액, 기술집약제품의 수출액, 총 부가가치 생산액의 개별지표를 변수로 취하여 미국수준을 100으로 하였을 때의 상대값을 산술평균하여 비교한다.

<그림 4-3> 복합지표와 분석지표의 분류



기술개발력 수준지표

앞의 기술수준지표에 연구개발활동의 투입과 산출지표를 추가하여 산출평균한 것으로 연구비, 연구자수, 기술수출액, 국내특허취득건수를 변수로 추가하였다.

SOA 지표

미국의 Martino, Gordon 및 Munson이 개발한 점수제 모형(scoring model)을 사용하여 측정할 제품이나 기술에 대한 성능 및 특성항목을 선정하고 각 항목에 가중치를 주어 복합지표를 구한다.

TCI지표

SOA 지표와 유사한 방법으로 기술적 성능에 대한 값의 가중합계를 구하여 시간에 따른 변화를 지수화한 지표이다.

주성분분석

Blackman이 1973년 미국의 제조업을 대상으로 한 조사에서 개발한 지표로서, 4~8개의 변수별 자료의 가중치를 요인분석의 主成分分析 기법에 의해 산출하여 산업별 기술혁신지표를 도출하였다.

2) 분석지표

총요소생산성

생산함수이론을 토대로 추정한 총요소 생산성의 크기와 변화율로서 기술수준을 나타내며 기업, 산업, 국가 수준에서 구할 수 있다.

기술지식 Stock, 기술투자효율

연구개발 및 기술도입에 의하여 축적된 유용한 기술지식의 크기로 기술수준을 나타낼 수 있으며, 이때 부가가치 증대를 위하여 투입된 기술투자의 수익성을 분석함으로서 기술투자의 효율과 내생적 기술변화율의 크기를 측정할 수 있다.

3) 복수 및 대표지표

복수지표

기술이나 제품 등 단위 측정개체의 기술수준을 나타내는 여러 가지의 단위지표를 단일지표화하지 않고 그대로 하나의 표나 그림에 표시하는 방법으로 여러 가지의 지표가 서로 수렴하는 경우 유의한 결과를 얻을 수 있다.

□ 대표지표

제품 또는 기술의 수준을 나타내는 여러 가지의 지표중에서 가장 대표적 지표를 선정하여 기술수준지표로 사용한다.

2. 기술통계지표의 선정기준

기술통계의 체계화를 위해서 필수 불가결한 것 중의 하나가 통계지표의 추가, 수정, 삭제와 같은 통계지표의 조정이다. 이러한 통계지표를 조정하기 위해서는 필수적으로 통계지표 선정의 과정을 겪어야 한다. 어떤 통계항목을 통계지표로 선정하기 위해서는 그 항목이 통계지표로써 적절한지에 대한 검토가 있어야 한다. 이러한 검토는 일정한 선정기준에 따라 이루어져야 하는데 김병목·임윤철(1989)은 새로운 통계·지표를 선정할 때 고려되어야 할 일반적 기준을 다음의 여섯 가지로 정리하였다.²⁶⁾

첫째, 대표성의 기준으로서 측정지표는 과학기술을 대표할 수 있는 것이어야 한다. 그러기 위하여 가능한 많은 지표를 망라한 다음 그 중에서 적합하다고 인정되는 지표를 선정해야 한다.

둘째, 획득가능성의 기준으로 아무리 이상적인 지표라도 통계자료의 부족으로 획득이 용이하지 못하면 기술수준을 비교하기 위한 지표가 될 수 없기 때문이다. 따라서 기술적으로 측정가능하며 현실적으로도 획득이 용이한 지표를 선정해야 한다.

셋째, 비교의 객관성 기준으로 비교가 불가능할 만큼 편차가 매우 큰 지표, 또는 통계가 수집되기 곤란한 지표는 가급적 제외시키면서 지표를 선정해야 한다.

넷째, 반복성의 기준으로 선정된 지표가 특정시점에만 활용될 수 있거나 특정지역에만 적용될 수 있다면 지표로서의 가치를 상실하게 된다. 따라서 시간의 변화에 관계없이 지역에도 관계없이 언제든지 적용가능한 지표를 선정해야 한다.

다섯째, 정책성의 기준으로 지표를 통한 과학기술수준을 측정하는 것은 향후 과학기술 정책의 방향을 제시한 기초자료를 생산하는 데 더욱 중요한 목적이 있다. 따라서 선정되어야 할 지표는 정책의 평가에 활용될 수 있는 지표이어야 하는 바, 정책분석에 용이한 지표를 선정해야 한다.

여섯째, 단순성의 기준으로 지표가 나타내는 의미가 단순하고 정확하게 공공에게 전달될 수 있는 지표이어야 한다. 다시 말해서 공공의 커뮤니케이션이 잘 될 수 있는 간단하고 이해하기 쉬운 지표를 선정해야만 한다.

26) 김병목, 임윤철, 「과학기술지표개발을 위한 탐색연구」, 한국과학기술연구원 과학기술연구·평가센터, 1989.

중소기업 기술통계를 체계화하기 위해서도 중소기업 기술통계항목을 검토하여 그것을 선정하는 작업을 하여야 한다. 다음에서는 중소기업 기술통계지표의 선정과 관련한 선정 기준을 좀 더 자세히 살펴보기로 하겠다.

가. 통계의 신뢰성 확보

중소기업 기술통계지표는 신뢰성을 확보하도록 선정되어야 한다. 통계지표가 신뢰성을 가지기 위해서는 통계지표가 대표성을 가져야 하고 유사한 통계지표는 서로 일치하여야 한다. 이에 대해 좀 더 자세히 살펴보기로 하자.

1) 통계지표의 대표성

통계지표는 대표성을 가져야 한다. 통계지표의 대표성이란 통계조사를 통해 전달하려는 정보를 통계지표가 잘 전달할 수 있어야 한다는 뜻이다. 예를 들면 기업의 R&D 정도에 관한 정보를 얻기 위한 통계지표로서 일반종업원 대비 연구직 종사자의수, 기업의 총 예산 대비 R&D예산 비율, 매출액 대비 R&D금액 비율 등과 같은 여러 가지 통계지표를 생각할 수 있을 것이다. 이러한 여러 가지 통계지표 중에서 “매출액 대비 R&D 금액 비율”이 기업의 R&D 정도를 가장 잘 나타낸다고 판단되면 이 지표의 대표성이 인정되는 것이다. 통계가 신뢰성을 갖기 위해서는 그 지표는 반드시 대표성을 가져야 한다. 물론 대표성을 갖는 지표가 반드시 하나만 있으라는 보장은 없다. 경우에 따라 대표성을 갖는 지표는 여러 개가 있을 수 있는 법이다.

중소기업이 보유한 기술 가운데 취약한 부문을 파악하려는 목적으로 몇 가지 기술부문을 나열한 후 취약부문의 순서를 매기는 것은 취약부문에 관한 통계지표로서의 대표성을 갖기 어려워 보인다. 왜냐하면 순서 매김에 의한 경우, 기술 전부문에 높은 경쟁력이 있다고 하더라도 어떤 부문은 취약한 것으로 드러나기 때문에 높은 경쟁력이 있는 부문 조차도 취약한 부문으로 나타내기 때문이다. 이러한 지표는 취약부문을 정확히 파악할 수 없으므로 지표의 대표성을 상실한다고 하겠다.

2) 유사통계지표간의 일치성

유사한 통계지표간에는 통계조사의 결과가 일치하여야 한다. 유사한 통계지표가 서로 일치하지 않는다면 그 통계지표 중 어느 일부 또는 전부가 통계지표로서 잘못 선정되었다고 볼 수 있다. 다시 기업의 R&D의 예를 가지고 설명하여 보자. 일반종업원 대비 연구직 종사자의수, 기업의 총예산 대비 R&D예산 비율, 매출액 대비 R&D금액 비율의 세 지표는 모두 기업의 R&D 수준을 나타내는 유사한 통계지표들이다. 이들 지표들에 의해 통계조사를 한 결과, 한 지표가 R&D 수준이 높다는 결과가 나타나면 나머지 지표들에 의해서도 R&D 수준이 높다는 결과가 나타나야 한다는 것이다. 이러한 경우에는 유사통계

지표간에 일치성이 있는 것이다. 만약 그러하지 못하다면 통계지표의 일부 또는 전부가 통계지표로서 잘못 선정되었다고 할 수 있다. 통계가 신뢰성을 갖기 위해서는 유사한 통계지표들은 그 결과가 서로 차이가 없어야 한다.

우리나라 중소기업의 상대적 기술경쟁력이 미국의 몇 %라는 식의 백분율 지표에 의한 조사결과를 보면 조사마다 그 결과가 많이 다른 것을 흔히 볼 수 있다. 유사통계지표들이 서로 불일치하는 것이다. 이것은 조사방법상의 문제가 그 원인일 수도 있겠지만 통계지표의 선정에 문제가 있을 수도 있다.

나. 통계의 비교가능성 제고

통계지표로 선정되기 위해서는 그 통계지표에서 도출된 통계치는 서로 비교가능성이 높아야 한다. 중소기업 통계의 경우, 통계치는 업종 및 규모간, 그리고 국제간 서로 비교 가능하여야 한다. 또한 통계치는 크로스섹션간 그리고 시계열간 비교가능하여야 한다. 통계지표는 이렇게 서로 비교가능한 통계치를 생산할 수 있을 때 제 기능을 다한다고 할 수 있을 것이다.

통계작성의 목적 중의 하나가 현상을 파악하고 나아가 정책개발을 위한 기초자료의 제공에 있음을 감안할 때 통계의 비교가능성은 통계의 목적과 직결된다고 할 수 있겠다. 통계의 비교가능성이 높기 위해서는 통계작성의 기준이 통일되어야 하며, 나아가 이 기준은 국제기준과 일치하여야 할 것이다. 그리고 통계가 반복적으로 작성될 때 통계의 비교가능성이 높아진다고 할 수 있겠다.

1) 작성기준의 통일성

통계의 비교가능성을 높이기 위해서는 통계작성의 기준이 통일되어 있어야 한다. 기준이 동일하지 않은 통계치를 놓고 서로 비교한다는 것은 비교의 의미가 전혀 없다. 예를 들면 연구개발비를 구함에 있어서 그 기준이 통일되어 있지 않다면 어떤 기업에서는 연구개발로 지출한 인건비에 연구원들의 인건비만 포함하게 되고 다른 기업에서는 기능인력의 연구개발활동에 상응하는 인건비까지 포함하게 될 수도 있다.

이 경우 통계에서는 전자의 연구개발비가 후자보다 적게 나타난다고 할지라도 실제의 연구개발비는 후자가 더 많을 수 있다. 이렇게 통계작성에서의 기준이 일치하지 않는다면 통계를 서로 비교하는 의미가 없어지게 되는 것이다. 통계작성기준의 통일을 기하기 위해서는 통계조사기관이 통계조사 직전에 응답자들을 대상으로 작성방법에 관한 교육을 통해 달성할 수도 있다. 그러나 보다 바람직한 것은 통계와 관련된 국제기구들이 제시하는 각종 통계작성의 매뉴얼에 따르는 것이라고 할 수 있겠다.

2) 국제기준과의 합치성

통계작성방법의 통일을 기하기 위한 방법 중의 하나로 국제기준에 의한 통계작성을 들 수 있다. 국제기준에 의해 통계지표를 선정하여 통계를 작성하면 통계의 국제비교가 크게 제고될 것은 물론 국내에서의 비교도 쉽게 될 것이다. 그간 통계의 국제간 비교의 중요성을 인식하고 OECD와 같은 국제기구에서는 통계작성에 관한 여러 가지 매뉴얼을 만들어 통계작성 시 이 매뉴얼을 따를 것을 권유하고 있다. 기술통계와 관련된 OECD의 매뉴얼은 Frascati Manual, TBP Manual, Oslo Manual, Patent Manual 그리고 Canberra Manual로 구성되어 있다. 모두 기술통계와 관련한 통계지표의 개발, 통계작성의 방법 그리고 작성된 통계의 활용에 관한 것을 다루고 있다. 따라서 우리나라에서도 기술통계의 작성시 OECD 매뉴얼에 따를 것이 권유되고 있다.

3) 통계작성의 반복성

통계의 비교가능성을 높이기 위해서는 통계가 반복적으로 생산되어야 한다. 반복적으로 생산되지 않고 단편적으로 또는 간헐적으로 생산되는 통계는 비교시점의 상의에 의하여 다른 통계와 비교하기가 어렵다. 뿐만 아니라 반복적으로 생산되지 않는 통계는 통계로서의 대표성을 확보하기도 힘들다. 따라서 통계지표를 선정함에 있어서는 반복적으로 통계가 생산될 수 있는 것인가를 검토하여야 한다.

일단 선정된 통계지표는 다시 다른 지표로 변경하거나 통계지표에서 삭제하면 통계작성의 반복성이 훼손되기 때문에 가능한한 수정 또는 삭제함이 없이 유지하는 것이 좋다. 이러한 이유로 통계지표를 처음 선정함에 있어서는 향후 계속해서 생산되어져야 할 통계인지에 관해 세심한 검토를 하여야 한다.

다. 통계의 객관성 및 접근성 제고

생산되는 통계는 객관성을 가져야 하며 아울러 측정이 용이하여야 한다. 통계지표는 통계의 객관성과 획득성이 용이하도록 선정되어야 한다. 객관성이 없는 통계는 통계로서의 가치를 상실하고 또한 아무리 값진 통계라도 그 획득이 용이하지 않는다면 그것은 통계라고 할 수 없을 것이다. 통계의 객관성 및 접근성이 제고되기 위해서는 통계지표가 단순·명료하고 측정이 용이하여야 할 것이다.

1) 통계지표의 단순·명료성

통계가 객관성을 유지하기 위해서는 통계지표가 명료하고 단순하여야 한다. 통계지표가 명료하고 단순할 때 통계 기초자료 수집과정에서 주관성이 배제된다. 이는 곧 생산되

는 통계의 객관성을 높이게 한다. 만약 통계지표가 단순·명료하지 못하다면 통계 기초자료의 수집과정에 주관성이 개입될 뿐만 아니라 통계지표의 해석에도 주관성이 개입되기 쉽다. 이는 곧 통계의 객관성을 떨어뜨리게 하는 요인으로 작용할 것이다.

따라서 만약 명료하지 못한 통계지표를 부득이 선정하여야 할 경우에는 응답과정과 같은 기초자료 수집시 통계지표에 대한 충분한 설명을 제공하여 통계지표의 해석에 주관성이 개입되는 것을 가급적 차단하여야 할 것이다.

예를 들면, 우리나라와 미국의 기술격차를 미국의 몇 % 정도라고 하는 식의 백분율 지표는 명료한 지표라고 할 수 없다. 사람에 따라 여러 가지 다른 방법으로 이를 해석할 가능성이 높고 그 결과 통계의 객관성을 제고하기 어렵다. 이런 맥락에서 일반적으로 정성적인 지표는 정량적인 지표보다 그 명료성이나 단순성이 떨어진다고 볼 수 있다.

2) 측정의 용이성

통계지표는 측정이 용이하여야 한다. 아무리 훌륭하고 값진 통계지표라도 그 측정이 용이하지 않으면 통계지표로서의 기능을 충분히 발휘할 수 없다. 측정이 용이하지 않는 통계지표를 선정하여 측정을 시도하는 경우에는 기초 통계자료 자체의 획득이 어려워 획득되는 기초자료의 신뢰성이 떨어지기 쉽다. 뿐만 아니라 통계생산비용이 많이 소요되어 통계생산의 효율성이 떨어지기 쉽다. 측정이 용이하지 않는 통계지표를 사용할 경우에는 그 지표를 보완할 수 있는 보조자료를 개발하여 통계지표의 객관성과 신뢰성을 높이도록 하여야 할 것이다.

기술수준의 측정과 같은 것은 기술수준의 특성상 측정이 쉽지 않다. 그러나 이러한 지표의 경우에도 비용을 더 많이 투입하면 측정의 가능성을 높일 수는 있을 것이다. 그러므로 이러한 경우에는 비용의 추가투입으로 인한 측정가능성을 높이는 것과 보조지표의 개발을 통한 통계의 객관성을 높이는 방법의 적절한 혼합으로 통계의 신뢰성과 객관성 그리고 통계생산의 효율성을 조화시켜야 할 것이다.

라. 통계의 활용도 제고

마지막으로, 통계지표는 통계의 활용도를 높이는 방향으로 선정되어야 한다. 우리가 통계를 생산하는 궁극적인 목표는 통계의 수요자에게 그들이 원하는 정보를 제공하고 나아가 정책개발의 기초자료로 활용함에 있다.

통계의 활용도를 높이기 위해서는 통계가 합목적성을 지녀야 하고 신속하게 생산되어야 한다. 뿐만 아니라 생산된 통계로부터 각종 파생정보를 많이 얻을 수 있도록 통계지표가 선정되어야 한다.

1) 통계지표의 합목적성

통계의 활용도를 높이기 위해서는 먼저 통계지표가 합목적성을 갖도록 선정되어야 한다. 통계를 생산하는 목적이 무엇인지를 분명히 파악하고 그 목적에 맞는 통계지표를 선정하여 통계를 생산할 때 그 통계는 보다 더 요긴하게 활용될 수 있을 것이다. 중소기업 기술통계의 경우, 그 생산목적 가운데 중요한 것들을 요약하면 다음과 같을 것으로 생각된다. 따라서 기술통계지표를 선정함에 있어서는 다음의 목적들을 가장 잘 뒷받침할 수 있는 지표들을 선정하여야 할 것이다.

- 우리나라 중소기업의 기술개발능력 및 기술개발활동의 진단 및 평가
- 우리나라 중소기업의 기술수준의 파악
- 국내외 기술동향 분석
- 우리나라 중소기업의 애로기술 및 기술개발 장애요인 파악
- 우리나라 기술개발정책의 평가 및 수립

2) 통계생산의 신속성

통계는 신속하게 생산되어야 통계생산의 목적에 부합하게 사용되어질 수 있다. 아무리 좋은 통계라고 하더라도 늦게 생산되어 통계생산의 목적을 위해 사용되어지지 않는다면 그 통계의 가치는 전혀 없는 것이나 다름없을 것이다. 현재 우리나라에서 생산되어지는 통계의 경우, 상당한 통계가 현실과 1년 이상의 시차를 가지고 생산되어 발표되고 있다. 일반적으로 통계수요자의 입장에서는 이것보다 더 빠른 통계를 요구하고 있는 것으로 생각된다. 통계생산자는 통계생산기간을 단축시키는 방안을 다각적으로 강구하여야 할 것이다. 그 방법으로 앞으로 대량보급되어 있는 인터넷을 적극적으로 사용할 것이 요망된다.

3) 파생정보의 도출

통계의 활용도를 제고하기 위해서는 1차 통계로부터 나오는 자료들을 이용해서 보다 많은 파생정보를 얻을 수 있도록 통계지표가 선정되어야 한다. 사실, 1차 통계 그 자체 또는 그 조합을 이용하면 여러 가지 많은 정보를 유출하여 낼 수 있다. 예를 들면, 연구개발비투자에 관한 통계를 활용하면 기업규모별 또는 산업별 기술개발동향을 분석할 수 있고 산업체재산권에 관한 통계로부터 기업규모별 또는 산업별 핵심기술분야를 분석할 수 있다. 통계지표가 파생정보의 도출을 많이 할 수 있도록 선정되어 있다면 통계지표의 활용도는 더욱 더 높아질 것이다.

제 3 절 중소기업 기술통계지표의 개선

1. 기술개발력 부문

가. 기술개발 인력

1) 개요

기술개발 인력의 확보 정도와 수준은 한 기업의 기술수준을 결정하는 근간으로 여겨진다. 이는 현재와 미래에 대한 기술인력의 활용, 규모 및 구성에 대한 정보가 그 기업의 기술적 잠재력을 측정하는 척도가 될 수 있기 때문이다.

이러한 측면에서 볼 때 중소기업의 기술통계에 있어서도 기술개발력을 대표하고 측정하는 가장 중요한 척도중 하나로 기술개발 인력과 관련된 지표가 포함되어야 함은 당연하다.

다만 기술개발 인력을 측정함에 있어서 그 범위와 개념을 명확히 함으로써 업체간에 동일한 기준에 의한 통계치를 산출할 수 있도록 하여야 하며, 이와 함께 국제적 기준에 부합하는 지표를 설계하는 등 중소기업 기술통계의 국제화 및 비교가능성 제고에 충분한 사전적 고려가 선행되어야 할 것이다.

현재 우리나라에서 중소기업 부문의 기술개발 인력에 대한 통계로 이용될 수 있는 대표적인 것으로는 과학기술부에서 생산하는 “과학기술연구개발활동조사”중 연구개발인력 부문과 중소기업협동조합중앙회에서 생산하고 있는 “중소제조업기술개발활동실태조사”的 기술개발 담당조직의 인력현황 등을 들 수 있다.

한편, 위의 두 가지 조사에서 각각 대상으로 하고 있는 ‘연구개발’과 ‘기술개발’ 간에는 어원상 차이가 있는 것으로 판단될 수 있으나, 과학기술연구개발활동조사에서 연구개발활동의 범위를 기업체의 경우 “신제품 개발, 제품·공정의 기술적 개선을 시도하는 체계적이고 조직적인 활동을 의미하는 것으로서, 생산설비의 설치·증설, 일상적인 품질개선, 시험·검사, 통상적인 생산활동과 관련된 설계·제작, 대량생산을 위한 시험생산 등은 연구개발활동에서 제외한다”고 규정하고 있어 실질적으로는 중소제조업기술개발활동실태조사에서 정의하고 있는 기술개발활동과 동일한 성격으로 볼 수 있다.

여기서는 이 두 가지 통계에서 이용되고 있는 지표를 검토하고 중소기업의 기술개발 인력과 관련된 지표의 개선방안을 도출하고자 한다.

2) 현행 통계지표 현황

가) 과학기술부의 “과학기술연구개발활동조사”

과학기술연구개발활동조사는 기본적으로 국제비교성에 초점을 두고 있는 OECD의 연구개발활동조사지침(Frascati manual)에 근거하고 있다. 따라서 본 조사에서는 그 대상이 기업부문 뿐만이 아니라 연구기관 및 대학, 의료기관 등 한 국가의 연구개발활동 전 범위를 대상으로 하고 있다. 이로 인하여 측정지표를 구성함에 있어서 이들 대상에서 공통분모를 취함으로써 기업부문의 구체적인 연구개발인력 현황을 조사하지 못하고 있다는 문제점을 내포하고 있다.

동 조사에서 이용되고 있는 연구개발인력의 측정지표와 대상(범위) 및 방법론을 간단히 살펴보면 다음과 같다.(구체적인 내용은 제2장 제2절 및 제3장 제1절을 참조할 것)

<표 4-2> 과학기술연구활동조사의 연구개발인력 측정지표

(단위 : 명)

구 분		연구원	연구보조원		합 계
남 성	참 여 인 원		연구지원 인력	기능 및 기타지원인력	
	실질연구참여인력(FTE)				
여 성	참 여 인 원				
	실질연구참여인력(FTE)				
합 계	참 여 인 원				
	실질연구참여인력(FTE)				
평균 연구참여 비율		%	%	%	-

위 표에서 볼 수 있듯이 동 조사에서는 연구개발인력을 직종별로 연구원과 연구보조원으로, 다시 연구보조원은 기능인원 및 기타 지원인력으로 구분하여 측정하고 있으며, 이에 대하여 참여인원의 수와 실질연구참여인원수를 별도로 집계하고 있다. 또한 여성 연구인력의 추이를 분석하기 위하여 성별 측정을 병행하고 있다. 한편 직종별 인력구분에 따른 측정지표의 개념(조사대상)은 다음과 같이 규정하고 있다.

- 연구원 : 학사학위 이상의 학위 소지자 또는 동등 학위 이상의 전문지식을 갖고 있는 사람으로서 연구개발과제를 수행하고 있는 사람

一 연구보조원

- 연구지원·기능인력 : 연구원은 아니나 연구개발활동과 관련된 연구용 기자재의 운용, 도면의 작성, 가공·조립, 시험·검사·측정 등의 연구지원 업무에 종사하는 사람 및 연구개발 보조자
- 연구행정 및 기타지원인력 : 연구원은 아니나 연구개발활동을 직접적으로 지원하는 연구행정, 연구회계, 연구지원사무 등을 포함한 지원업무에 종사하는 사람

그리고 동 조사에서 이용되고 있는 참여인원 및 실질연구참여인력(FTE)의 개념 및 측정방법은 다음과 같다.

“참여인원”이란 연구개발활동에 참여한 인력들의 총수를 의미하며, 연구개발에의 참여비율(정도)을 고려하지 않은 단순한 머릿수(head count) 개념이다. 반면, “실질연구참여인력”(full time equivalent)이란 자신의 업무중 연구개발업무에 기여하는 정도에 따라 산정한 인력을 의미하는 것으로, 연구개발업무를 전담하는 인력은 100%가 실질참여연구인력수로 계상되지만, 타 업무를 수행하면서 연구개발활동에 부분적으로 참여하는 인력의 경우에는 해당 비율만큼 연구참여인력이 된다.

이러한 기본적인 연구개발인력의 측정지표와 함께 동 조사에서는 연구개발인력의 수를 전공분야·학위별 및 전공·학위·연령별로 측정할 수 있도록 조사표를 설계하여 구체적인 인력 보유현황을 조사하고 있다.(<표 4-3> <표 4-4> 참조)

그리고 이러한 조사를 통해 생산·발표되고 있는 우리나라의 연구개발인력의 통계지표(기업부문)는 다음과 같다.

- 산업별·종업원 규모별 연구관계 종사자 수
- 산업별·자본금 규모별 연구관계 종사자 수
- 산업별·매출액 규모별 연구관계 종사자 수(미발표)
- 산업별·연구원 규모별 연구관계 종사자 수(미발표)
- 산업별·연구개발비 규모별 연구관계 종사자 수(미발표)
- 산업별·종업원 규모별 상근상당 연구원 수
- 산업별·종업원 규모별 종업원 천명당 연구원 수
- 산업별·자본금 규모별 상근상당 연구원 수
- 산업별·자본금 규모별 종업원 천명당 연구원 수
- 산업별·연령별·성별 연구원 수
- 산업별·전공별 연구원 수
- 전공별·학위별 연구원 수
- 산업별 연구원 수 집중도

<표 4-3> 연구개발인력의 전공분야별·학위별 측정지표

(단위 : 명)

구 분		이 학	공 학	의·약·보건학	농·림·수산학	인문사회학	합 계
연구원	박 사	남					
		여					
	석 사	남					
		여					
	학 사	남					
		여					
	기 타	남					
		여					
	소 계	남					
		여					
보조원 (연구지원)	박 사						
	석 사						
	학 사						
	기 타						
	소 계						
보조원 (행정지원)	박 사						
	석 사						
	학 사						
	기 타						
	소 계						
합 계							

주 : 실질참여인력(FTE) 기준으로 작성함.

<표 4-4> 연구개발인력의 전공별·학위별·연령별 측정지표

(단위 : 명)

구 분	29세 이하				30~39세				40~49세				50~59세				60세 이상				합계
	박사	석사	학사	기타	박사	석사	학사	기타	박사	석사	학사	기타	박사	석사	학사	기타	박사	석사	학사	기타	
이 학	수학 · 전산과학	남 여																			
	물리학	남 여																			
	화학	남 여																			
	지구과학 · 천문 · 기상학	남 여																			
	생물학	남 여																			
	기타	남 여																			
	기계 · 선박 · 항공	남 여																			
공 학	금속 · 재료	남 여																			
	전기 · 전자 · 통신	남 여																			
	화학공학	남 여																			
	생명 · 식품공학	남 여																			
	섬유	남 여																			
	원자력	남 여																			
	자원	남 여																			
의 · 약 · 보 건 학	토목 · 건축	남 여																			
	기타	남 여																			
	의학	남 여																			
	약학	남 여																			
	간호 · 보건학	남 여																			
	기타	남 여																			
농 · 림 · 수 산 학	농 · 림학	남 여																			
	축산학	남 여																			
	수산학	남 여																			
	기타	남 여																			
	인문 · 사회과학	남 여																			
	기타	남 여																			
	합계	남 여																			

주 : 연구원과 연구보조원을 별도로 측정하며, 실질 참여인력(FTE) 기준으로 작성함.

나) 중소기업 협동조합중앙회의 “중소제조업기술개발활동실태조사”

중소제조업기술개발활동실태조사는 우리나라의 주요 과학기술관련 통계중 중소제조기업만을 대상으로 하는 기술통계조사로는 유일한 것으로 볼 수 있다. 동 조사는 기술개발 활동 실적이 있는 중소제조업체를 조사대상으로 기술개발활동 전반에 관한 실태분석을 목적으로 격년 간격으로 조사·발표하고 있다.

한편, 동 조사의 경우 정량적인 지표보다는 정성적인 지표에 치중되어 있다는 문제점이 있으며, 또한 정량적인 지표인 경우에도 통계지표를 설계함에 있어서 국제적 기준 충족여부에 대한 충분한 사전검토가 이루어지지 않아 현재 국제적으로 기준이 되고 있는 연구개발관련 조사지침인 Frascati 매뉴얼 등과 조사대상 및 측정방법 등에서 차이를 보이고 있다.

동 조사에서 이용되고 있는 연구개발인력의 측정지표와 대상(범위) 및 방법을 살펴보면 다음과 같다.

<표 4-5> 기술개발활동실태조사의 기술개발인력 측정지표

(단위 : 명)

구 분	기술개발 담당조직 인력			전체 종업원 (총인원)
	연구원 (순수 연구인력)	생산 기술인력	소계	
보유인원				
부족인원				XX

위 표에서 볼 수 있듯이 동 조사에서는 기술개발인력을 직종별로 연구원과 생산기술인력으로 구분하여 측정하고 있으며, 이에 대하여 각각 보유인원수와 함께 부족인원수를 조사하여 연구인력 부족률을 산출·발표하고 있다. 또한 발표는 하고 있지 않으나 전체 종사자수 대비 연구인력 비율의 산정도 가능하다. 동 조사에서는 직종별 인력구분에 따른 측정지표의 개념(조사대상)을 다음과 같이 규정하고 있다.

— 연구원 : 행정, 사무 담당자 등을 제외한 순수 연구개발인력의 수

— 생산기술인력 : 생산과 기술개발을 병행하는 생산직 인력의 수

— 부족률 : $\frac{\text{부족인원}}{\text{필요인원(보유인원 + 부족인원)}} \times 100$

이러한 기본적인 연구개발인력의 측정지표와 함께 동 조사에서는 연구개발인력의 수

를 학력별로 측정할 수 있도록 조사표를 설계하여 인력의 질적 구성수준을 파악하도록 조사하고 있다.(<표 4-6> 참조)

<표 4-6> 기술개발 담당조직 인력의 학력별 현황

구 분	박사	석사	학사	전문대	고졸 이하	합계
보유인원 (명)						
부족인원 (명)						

이와 같은 조사를 통해 생산·발표되고 있는 연구개발인력 관련 통계지표는 다음과 같다.

- 종업원 규모별 기술개발 관련 보유인력 수
- 종업원 규모별 기술개발 관련 부족인력 수
- 종업원 규모별 기술개발 관련 인력부족률
- 산업유형별 기술개발 관련 보유인력 수
- 산업유형별 기술개발 관련 부족인력 수
- 산업유형별 기술개발 관련 인력부족률
- 산업별 기술개발 관련 보유인력 수
- 산업별 기술개발 관련 부족인력 수
- 산업별 기술개발 관련 인력부족률
- 종업원 규모별 · 학위별 기술개발 관련 보유인력 수
- 종업원 규모별 · 학위별 기술개발 관련 부족인력 수
- 종업원 규모별 · 학위별 기술개발 관련 인력부족률
- 산업별 · 학위별 기술개발 관련 보유인력 수
- 산업별 · 학위별 기술개발 관련 부족인력 수
- 산업별 · 학위별 기술개발 관련 인력부족률

3) 조사지표의 개선안

가) 기술개발 인력의 범위

기술개발 인력 부문에서 중소기업 통계의 개선은 두 가지 측면에서 접근하여야 할 것으로 판단된다. 그 첫째는 측정지표에 대한 범위의 명확한 규정이고, 둘째는 통계수요 내지 필요성에 따른 조사항목의 개편이다.

여기서 전자는 현행의 주요 통계조사에서 적용되고 있는 조사내용의 상이성에 대한 문제로서, 이는 중소기업의 특성을 감안하여 기술개발 인력의 범위를 어떻게 규정해야 하는가의 측면과 국제적 기준에의 부합성 및 대기업 등과의 비교가능성 등이 충족될 수 있는가 하는 측면 등이 충분히 고려되어야만 한다.

그리고 후자는 통계의 수요·공급 차원에서 어떠한 지표들이 개발·활용될 수 있는가의 문제로서, 우리나라 중소기업의 기술개발 인력의 수준(확보, 구성, 활용 등)을 적확히 파악할 수 있는 지표를 어떻게 구성하는가의 문제이다. 여기에서는 비용과 시의성 등을 포함한 통계의 조사 및 생산가능성과 시계열 유지 등이 충분히 고려되어야 한다.

이러한 측면에서 볼 때, 현행 통계지표의 개선을 위해서는 무엇보다 중소기업 기술개발 인력의 측정지표에 대한 범위를 명확하게 규정할 필요성이 크다. 이는 현행 과학기술 연구개발활동조사와 중소제조업기술개발활동실태조사에서 적용하고 있는 인력부문의 지표에 대한 개념 정의가 상이하기 때문이다.

<표 4-7> 기술개발인력 조사방법의 비교

구 분	과학기술연구개발활동조사	중소제조업기술개발활동실태조사
조사범위	<ul style="list-style-type: none"> · 연구원수 · 연구지원·기능인력수(보조원) · 행정 및 기타 지원인력수(보조원) 	<ul style="list-style-type: none"> · 연구원수(순수 연구인력) · 생산기술인력수(생산직 인력)
측정기준	<ul style="list-style-type: none"> · 머릿수(head count) · FTE(실질연구참여인력) 	· 머릿수(head count) 기준
장 점	<ul style="list-style-type: none"> · 국제기준 부합 · 대기업 등과의 비교가능성 	· 중소기업의 기술개발활동 등 현실 반영
단 점	<ul style="list-style-type: none"> · 조사의 난이성(중소기업의 경우 명확한 업무분장 곤란) · 생산과정에서의 기술개발활동 미반영 	<ul style="list-style-type: none"> · 국제비교 불가능 · 단순히 인원수만을 기준으로 함으로써 실질 연구기술개발 투입인력에 대한 정보획득 곤란

이에 따라 향후 중소기업의 기술개발 인력을 측정함에 있어 그 대상을 어떻게 정의하고, 또한 어떠한 기준에 따라 조사해야 하는가를 결정하는 것은 가장 중요하면서도 선행되어야 할 사항이다.

본 연구에서는 앞서 살펴본 여러 가지 측면들을 고려하여 기술인력의 범위를 다음과 같이 제안하고자 한다.

< 기술개발 인력의 범위(案) >

- **연구원** : 학사학위 이상의 학위 소지자 또는 동등 학위 이상의 전문지식을 갖고 있는 사람으로서 행정, 사무 담당자 등을 제외한 순수 연구기술 개발인력
- **기능인력** : 연구원을 제외한 생산현장에서 연구기술 개발활동 관련 기자재의 운용, 도면의 작성, 가공·조립, 시험·검사·측정 등의 업무를 수행하는 사람

이러한 기술개발 인력의 구분과 대상은 측정가능성과 국제적 기준에의 부합성, 그리고 중소기업의 현실 등을 반영하여 제안한 것으로서, 기존의 과학기술연구개발활동조사와 중소제조업기술개발활동실태조사의 조사지표를 최대한 유지·반영하도록 하였다. 이 때 과학기술연구개발활동조사에서 대상으로 하고 있는 '연구개발인력'과 중소제조업기술개발활동실태조사에서 대상으로 하고 있는 '기술개발 담당인력'은 이미 앞에서 설명한 바와 같이 그 개념이 동일한 것으로 볼 수 있다.

다만, 과학기술연구개발활동조사에서 대상으로 하고 있는 '연구 행정 및 기타지원인력'은 중소기업의 경우 규모의 영세성 및 업무영역의 모호성 등으로 측정이 어려운 점을 감안하여 대상에서 제외하였다.

나) 통계조사 지표

중소기업의 기술개발 인력에 대한 지표는 기본지표와 보조지표로 구분하여 생각할 수 있다. 기본지표는 중소기업이 보유·활용하고 있는 기술개발 인력의 기본적인 현황을 파악하기 위한 것으로 <표 4-8>에 제시되어 있으며, 보조지표는 이러한 기본지표를 바탕으로 기술인력의 학력별, 연령 및 경력별 구성에 관련된 조사항목(<표 4-9>~<표 4-11>)이다.

<표 4-8> 기술개발 인력의 측정지표(案)

(단위 : 명)

구 분	기술개발 인력			전체 종업원 (총인원)
	연구원 (순수 연구인력)	기능인력	소계	
보유인원				
부족인원				X

<표 4-9> 학력별 인력보유현황 측정지표(案)

(단위 : 명)

구 분		박사	석사	학사	전문대	고졸 이하	합계
연 구 원	보유인원						
	부족인원						
기능인력	보유인원						
	부족인원						
소 계	보유인원						
	부족인원						

<표 4-10> 연령별 인력보유현황 측정지표(案)

(단위 : 명)

구 분	29세 이하	30~39세	40~49세	50~59세	60세 이상	합계
연 구 원						
기능인력						
소 계						

<표 4-11> 경력별 인력보유현황 측정지표(案)

(단위 : 명)

구 分	없음	3년 이하	5년 이하	10년 이하	10년 이상	합계
연 구 원						
기능인력						
소 계						

주 : 경력은 기술개발 및 연구활동 수행경력을 의미함.

다) 통계의 생산

이상의 조사지표를 통해 생산할 수 있는 중소기업 기술개발 인력 통계는 다음과 같다.

- 종업원 규모별 기술개발 관련 보유인력 수

- 종업원 규모별 기술개발 관련 부족인력 수
- 종업원 규모별 기술개발 관련 인력부족률
- 산업(업종)별 기술개발 관련 보유인력 수
- 산업(업종)별 기술개발 관련 부족인력 수
- 산업(업종)별 기술개발 관련 인력부족률
- 산업별 · 종업원 규모별 기술개발 관련 보유인력 수
- 산업별 · 종업원 규모별 기술개발 관련 부족인력 수
- 산업별 · 종업원 규모별 기술개발 관련 인력부족률
- 산업유형별 기술개발 관련 보유인력 수
- 산업유형별 기술개발 관련 부족인력 수
- 산업유형별 기술개발 관련 인력부족률
- 종업원 규모별 · 학위별 기술개발 관련 보유인력 수
- 종업원 규모별 · 학위별 기술개발 관련 부족인력 수
- 종업원 규모별 · 학위별 기술개발 관련 인력부족률
- 산업별 · 학위별 기술개발 관련 보유인력 수
- 산업별 · 학위별 기술개발 관련 부족인력 수
- 산업별 · 학위별 기술개발 관련 인력부족률
- 종업원 규모별 · 연령별 기술개발 관련 보유인력 수
- 산업별 · 연령별 기술개발 관련 보유인력 수
- 종업원 규모별 · 경력별 기술개발 관련 보유인력 수
- 산업별 · 경력별 기술개발 관련 보유인력 수
- 종업원 규모별 종업원수 대비 기술개발 인력의 비율
- 산업별 종업원수 대비 기술개발 인력의 비율

나. 기술개발 조직

1) 개요

기업의 기술개발능력 또는 기술개발활동과 관련된 주요 척도중 하나로 기술개발 조직을 생각할 수 있다. 기술개발을 담당하는 조직의 구성여부와 형태는 결국 기술개발에 대한 해당 기업의 관심과 의지, 그리고 투자 등을 포괄하는 대표적인 지표로서 의미를 부여할 수 있으며, 이는 또한 기업의 기술개발력과 기술개발활동에 직접적인 영향을 미치게 되고, 2차적으로는 기업의 기술수준에도 지대한 영향을 주게 되기 때문이다.

현행의 기술관련 통계 중에서 기술개발 조직에 대해 조사 · 발표하고 있는 것으로는 “과학기술연구개발활동조사”중 ‘연구개발활동 수행부서현황’과 “중소제조업기술개발활동 실태조사”的 ‘기술개발 담당조직현황’ 등이 있다.

한편, 두 가지 조사에서의 연구개발 조직은 그 성격에서는 동일하지만 조사방법상에 약간의 차이가 있으며, 여기서는 이 두 가지 통계에서 이용되고 있는 지표를 검토하고 중소기업의 기술개발 조직과 관련된 지표의 개선방안을 제시하고자 한다.

2) 현행 통계지표 현황

앞에서도 언급한 바와 같이 과학기술연구개발활동조사와 중소제조업기술개발활동실태 조사에서는 공히 연구개발 내지 기술개발을 담당하고 있는 조직의 형태를 조사하고 있다.

그러나 이 두 가지 조사에서 대상으로 하고 있는 조직형태에 다소의 차이를 보이고 있으며, 이에 따라 각각의 조사에 있어서의 조사방법과 장단점 등을 살펴보면 다음과 같다.

우선 과학기술연구개발활동조사의 경우 연구개발활동 수행부서를 ‘독립연구소’, ‘부설 연구소’, ‘연구개발부(실)’, ‘연구개발과’, ‘기타’, 그리고 ‘전담부서 없음’ 등 6개 항목으로 구분하여 해당 기업체에서 가장 규모가 큰 조직을 선택하도록 하고 있다.

그러나 중소기업의 현실여건을 감안할 때 독립연구소와 부설연구소의 별도 구분 및 연구개발부와 연구개발과의 구분 등은 유사·중복성의 측면에서 항목간 독립성이 모호하다는 문제가 있으며, 다른 한편으로는 기업의 연구개발활동에 있어 질적인 측면과 양적인 측면에서 그 성과를 분명히 할 수 없는 경우가 존재함에도 1개 조직형태만 선택하게 함으로써 다수의 조직에서 연구개발활동이 수행되었을 경우 이에 대한 파악이 어렵다는 문제점을 안고 있다.

이에 비하여 중소제조업기술개발활동실태조사의 경우는 기술개발 담당조직을 “부설연구소”, “상시 연구개발 전담부서”, “임시 기술개발팀”, “생산부서”, 그리고 “담당부서 없음” 등 5개 항목으로 구분하여 역시 1개 조직형태만 선택하도록 하고 있다.

이는 과학기술연구개발활동조사와 비교할 때, 기술개발 조직형태를 기업부설연구소와 기술개발을 위한 상시 전담부서(연구개발부 등), 그리고 임시부서(프로젝트팀 등) 등으로 구분함으로써 중소기업의 현실에 보다 부합한다는 장점을 가지고 있으나, 반면 생산활동 과정에서 일부 기술개발성과가 발생한다고 하여도 생산부서를 연구개발 조직으로 볼 수 있겠는가의 문제점과 전자의 경우와 마찬가지로 1개 조직형태만 선택하게 함으로써 다수의 조직에서 연구개발활동이 수행되었을 경우 이에 대한 파악이 어렵다는 문제점을 안고 있다.

<표 4-12> 연구개발조직 조사방법의 비교

구 분	과학기술연구개발활동조사 “연구개발활동 수행부서”	중소제조업기술개발활동실태조사 “기술개발 담당조직”
지 표	① 독립연구소, ② 부설연구소, ③ 연구개발부(실), ④ 연구개발과, ⑤ 기타 ⑥ 전담부서 없음	① 없음, ② 생산부서, ③ 임시 기술개발팀, ④ 상시 연구개발 전담부서, ⑤ 부설연구소
측정방법	· 가장 규모가 큰 1개 조직유형 선택	· 1개 조직유형만 선택
장 점	· 국제기준 부합 · 대기업 등과의 비교가능성	· 중소기업의 기술개발활동 등 현실 반영
단 점	· 항목간 독립성 불분명 · 연구개발조직의 다원성 미반영 · 생산현장(부서)에서의 기술개발활동 미반영	· 국제기준과 상이 · 연구개발조직의 다원성 미반영 · 기준의 모호성

3) 조사지표의 개선안

가) 통계조사 지표

기술개발 조직의 형태와 관련하여 중소기업의 현실을 반영하는 한편 조사결과의 유효성을 제고하기 위해서는 지표항목의 조정과 함께 측정방법의 개선이 동시에 필요할 것으로 판단된다.

우선 중소기업의 기술개발 조직형태는 현행의 중소제조업기술개발활동실태조사에서 이용하고 있는 항목이 보다 적합할 것으로 판단되며, 다만 생산부서를 기술개발 조직으로 이해하기에는 다소의 무리가 따르는 것으로 보인다.

그러나 금년도 기술개발활동실태조사 결과를 살펴보면 27.4%의 업체에서 생산부서를 기술개발 조직으로 응답하고 있어 중소기업의 경우 실질적으로 별도의 기술개발 조직을 보유하지 않고 오직 생산현장에서 기술개발활동을 수행하는 업체가 상당수 있는 것으로 판단되며, 이에 따라 국제적 분류기준에는 부합하지 않으나 생산부서를 별도로 포함하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

한편 앞에서도 지적한 바와 같이 기술개발을 담당하는 여러 조직 형태중 1개를 선택하도록 설계되어 있는 현행 조사는 중소기업의 주된 기술개발 조직형태를 파악하는데는 무리가 없으나, 중소기업에서 활용하고 있는 실질적인 기술개발 조직의 수준을 분석하는데는 어려움이 따를 수밖에 없다.

따라서 이의 개선을 위해서는 측정방법을 1개 형태 선택형에서 복수 선택형으로 전환할 필요성이 있으며, 주된 기술개발 조직형태의 파악은 개별 기술개발조직의 규모 또는 기술개발활동의 비중 등으로 측정할 수 있다.

<표 4-13> 기술개발 담당조직형태 측정지표(案)

구 분	기술개발 담당조직			생산부서	계
	부설연구소	상시 연구개발 전담부서	임시 기술개발팀		
기술개발활동 비중(%)					100%
인원수 (명)	연 구 원				명
	기능인력				명
	소 계				명

- 주 1) 자사에서 기술개발활동을 수행하고 있는 조직에 대해서만 기재
 2) 부설연구소에는 독립연구소 포함
 3) 상시 연구개발전담부서는 기업내에 설치되어 있는 연구개발부서를 의미함
 4) 임시 기술개발팀은 특정 기술개발을 목적으로 운영되는 프로젝트팀 등을 의미함

나) 통계의 생산

이와 같은 조사지표를 통하여 생산할 수 있는 중소기업 기술개발 조직과 관련한 통계는 다음과 같다.

- 기술개발 담당조직의 형태(업종별, 규모별, 업종 및 규모별)
- 기술개발 담당조직별 연구인력의 수(업종별, 규모별, 업종 및 규모별)
- 기술개발 담당조직별 기술개발활동의 비중(업종별, 규모별, 업종 및 규모별)
- 산업유형별 기술개발 담당조직 형태
- 산업유형별 · 기술개발 담당조직별 연구인력의 수
- 산업유형별 · 기술개발 담당조직별 기술개발활동의 비중

다. 기술개발 투자

1) 개요

기술개발 투자는 기술개발 인력과 함께 기업의 기술개발활동 내지 기술개발력을 가름 하는 가장 중요한 척도중 하나이다. 한 기업이 기술개발에 투자한 비용의 절대액과 매출액에서 기술개발비가 차지하는 비중 등 기술개발과 관련한 비용지표는 기업의 기술적 잠재력과 기술수준 및 기술적 성과 등에 직·간접적으로 연관되어지기 때문이다.

이러한 이유에서 한 국가의 과학기술연구개발 수준을 측정하던지, 혹은 한 기업의 기술개발활동의 수준을 측정하던지 간에 공통적으로 포함되는 지표가 바로 투자관련 지표이며, 중소기업의 기술개발활동 내지 기술수준통계에도 기술개발투자에 관련된 지표는 반드시 포함되어야 할 부분이다.

다만 기술개발투자 수준을 측정함에 있어서 기술개발투자의 범위와 개념을 명확히 함으로써 업체간에 동일한 기준에 의한 통계치를 산출할 수 있도록 하여야 하며, 이와 함께 가능한 국제적 기준에 부합하는 지표를 설계하는 등 중소기업 기술통계의 국제화 및 비교가능성 제고에 충분한 고려가 선행되어야만 한다.

현재 우리나라에서 이용할 수 있는 중소기업의 기술개발 투자에 대한 대표적인 통계로는 과학기술부에서 생산하는 “과학기술연구개발활동조사”의 기업부문 연구개발비 조사와 중소기업청에서 생산하는 “중소기업 실태조사”의 기술개발투자, 설비투자, 디자인투자 등의 통계를 들 수 있다.

반면에 기협중앙회의 대표적인 중소기업 기술개발활동 관련 통계조사인 “중소제조업 기술개발활동실태조사”의 경우는 중소기업의 기술개발투자액을 조사하고는 있으나, 유사통계와의 여러 가지 문제로 인하여 기술개발비 절대액은 발표하지 않고 있으며, 다만 매출액대비 R&D 비율, 기술개발투자액 비중, 기술개발투자액 조달처별 비중 등의 통계치만 발표하고 있는 실정이다.

여기서는 과기부, 중기청, 기협중앙회에서 조사·발표하고 있는 연구기술개발비 관련 통계조사지표의 내용과 문제점 등을 토대로 중소기업의 기술개발비 지표의 개선방안을 도출하고자 한다.

2) 현행 통계지표 현황

가) 과학기술부의 “과학기술연구개발활동조사”

동 조사에서는 연구개발비의 조달과 지출내역, 그리고 자체사용연구개발비와 관련하여 비목별, 성격별, 목적별, 분야별 사용내역 등에 대하여 구체적으로 조사·분석하고 있으며, 동 조사에서 적용되고 있는 연구개발비의 범위와 연구개발비의 조달 및 지출(사용) 관련 조사지표는 다음과 같다.

· 연구개발비(자체사용연구개발비)의 범위

(1) 경상비

- 인건비 : 연구개발인력 및 연구개발을 직접적으로 지원하는 자(연구기획·관리 및 연구전담지원조직)의 급여, 상여, 연금적립금, 퇴직충당금 등 제세공과금 공제이전의 총지급액(경비, 사서, 전산 등 간접지원인력 인건비는 기타경상비로 처리)
- 기타 경상비 : 경상비중 원료비, 재료비 등 인건비를 제외한 모든 비용
 - ① 원재료비 : 연구에 소요되는 주요 원료비, 재료비, 부품구입비, 시작품비 등을 포함(부가가치세 제외)
 - ② 직접경비 : 데이터 처리비, 시험설비 사용료, 유인물비, 도서구입비, 학회활동비, 여비, 공공요금, 광열비, 기계·건물수리비, 비품구입비 등 연구개발활용에 관련하여 투입된 경비(부가가치세 제외)
 - ③ 간접경비 : 연구행정관리비, 기술정보비, 건물사용료, 경비원, 운전기사, 청소원 등은 총 지출비용중 연구개발활동을 지원한 부분만큼의 비율로 배분하여 포함시킴(부가가치세 제외)

(2) 기본적 지출

- 기계장치 : 연구개발용의 고가 기기·장치, 대규모 도서 및 시편의 일괄구입을 위한 지출 총액(부가가치세 제외).
- 토지·건물 : 연구개발용 토지, 건물비 및 건물의 대규모 수리 등을 위한 지출액(부가가치세 제외).

· 연구개발비의 조달 = 외부로부터 받은 연구개발비 + 자체부담 연구개발비

(1) 외부로부터 받은 연구개발비(재원별 연구개발비 조달현황)

- 정부, 공공부문, 민간, 외국 등으로부터 조달한 연구개발비
- 연구과제를 통해 조달된 연구개발비
 - 정부 각 부처의 연구개발사업(특정연구개발사업, 산업기술개발사업, 정보통신 연구개발사업, 목적기초연구사업, 학술연구조성사업 등), 비영리법인, 또는 민간으로부터 연구과제 수탁을 통해 조달된 연구비
- 연구과제와는 별도로 지원된 연구개발비
 - 연구과제의 계약과는 별도로 정부 및 지방자치단체가 지원하는 모든 연구개발관련 지원예산을 포함. 즉, 연구개발 관련 조직의 운영비, 연구기자재 및 시설, 연구개발 여건조성 등을 위해 지원된 정부예산이 포함됨.

(2) 자체부담 연구개발비 : 외부에서 받은 것이 아니고, 기업 자체에서 조달한 연구개발비로서 기업 스스로 사용하거나 외부로 지출한 것을 불문하며, 인건비·연

구기자재 및 연구시설비 등을 모두 포함

<표 4-14> 외부로부터 받은 연구개발비

(단위 : 백만원)

구 分		연구과제를 통해 조달된 연구개발비	연구과제와는 별도로 지원된 연구개발비	총연구비
정부 · 지방 자치 단체	중앙 부처	과학기술부 농 립 부 산업자원부 정보통신부 환경부 건설교통부 중소기업청 특 허 청 · · · 소 계		
		지방자치단체		
		국 · 공립대학교		
		국 · 공립시험연구기관		
비영리 법인	정부출연기관			
	기타비영리법인			
민 간	민간기업체			
	정부투자 · 재투자기관			
	사립대학교			
	기 타			
외 국				
합 계				

<표 4-15> 자체부담연구개발비

1) 연구과제를 통해 자체부담한 연구개발비	(백만원)
2) 연구과제와는 별도로 자체부담한 연구개발비	(백만원)
3) 총자체부담연구개발비 (1 + 2)	(백만원)

— 연구개발비의 사용 = 외부로 지출한 연구개발비 + 자체사용 연구개발비

(1) 외부로 지출한 연구개발비

- 대상기관별 : 정부, 공공부문, 민간, 외국
- 지출형태별 : 위탁연구비, 공동연구비, 출연금, 기부금, 부담금, 기타

<표 4-16> 지출대상기관 형태별 외부지출 연구개발비

(단위 : 백만원)

정부·지방자치단체		비영리법인		민간		외국		합계
국·공립 대학(교)법인	국·공립 시험연구기관	정부출연 기관	기타 비영리법인	민간 기업체	정부투자 기관	사립대학교 법인	기타	

<표 4-17> 지출형태별 외부지출 연구개발비

(단위 : 백만원)

위탁연구비	공동연구비	출연금	기부금	부담금	기타	합계

(2) 자체사용 연구개발비 : 자체사용연구개발비는 연구개발비 조달액에서 외부로 지출한 연구개발비를 제외한 금액으로서 재원에 관계없이 기업의 연구개발활동 부서에서 1년간 사용한 총연구개발비를 말하며, 성격별로 경상비와 자본적지출로 구분하여 조사함.

<표 4-18> 자체사용연구개발비의 비목별 현황

(단위 : 백만원)

경상비		자본적지출		합계
인건비	기타 경상비	기계장치	토지·건물	

<표 4-19> 자체사용연구개발비의 용도별 구분

제품관련	연구목적		연구개발비 구성비율 %
	신제품 개발	기존제품 개선	
공정관련	신공정 개발		%
	기존공정 개선		
합계			100 %

<표 4-20> 자체사용연구개발비의 성격별 현황

(단위 : 백만원)

구 분	기 초	용 용	개 발	합 계
자체사용 연구비				
정부지원 연구비				

주 : 정부지원연구비는 자체사용연구비중 정부(지방자치단체등 포함)의 지원을 받은 연구비를 말함.

- (1) 기초연구 : 특정한 응용 또는 사용을 직접적 목표로 하지 않고, 주로 자연현상 및 관찰 가능한 사물에 대한 새로운 과학적 지식을 획득하기 위하여 행해지는 이론적 또는 실험적 연구
- (2) 응용연구 : 기초연구의 결과 얻어진 지식을 이용하여, 주로 특정한 실용적인 목적과 목표하에 새로운 과학적 지식을 획득하기 위하여 행해지는 독창적인 연구
- (3) 개발연구 : 기초연구 · 응용연구 및 실제 경험으로부터 얻어진 지식을 이용하여 새로운 재료 · 제품 및 장치를 생산하거나, 이미 생산 또는 설치된 것을 실질적으로 개선하기 위한 체계적인 활동

<표 4-21> 자체사용연구개발비의 분야별 현황

1) 이학분야	(백만원)	2) 공학분야	(백만원)
3) 의 · 약학분야	(백만원)	4) 농림수산학분야	(백만원)
5) 기타 : _____	(백만원)	6) 합 계	(백만원)

이와 같은 과학기술연구개발활동조사의 연구개발비 관련 지표들로부터 생산 · 발표되고 있는 우리나라의 기업부문 연구개발비 통계표는 다음과 같다.

- 산업별 · 종업원 규모별 연구개발비의 재원, 비목, 용도
- 산업별 · 자본금 규모별 연구개발비의 재원, 비목, 용도
- 산업별 · 매출액 규모별 연구개발비의 재원, 비목, 용도
- 산업별 · 연구원수 규모별 연구개발비의 재원, 비목, 용도
- 산업별 · 연구개발비 규모별 연구개발비의 재원, 비목, 용도
- 산업별 · 종업원규모별 성격별연구개발비, 연구개발관계종사자수, 연구원 1인당 사용 연구개발비
- 산업별 · 자본금규모별 성격별연구개발비, 연구개발관계종사자수, 연구원 1인당 사용 연구개발비
- 산업별 · 매출액규모별 성격별연구개발비, 연구개발관계종사자수, 연구원 1인당 사용 연구개발비
- 산업별 · 연구원수규모별 성격별연구개발비, 연구개발관계 종사자수, 연구원 1인당 사용연구개발비

- 산업별·연구개발비 규모별 성격별연구개발비, 연구개발관계종사자수, 연구원 1인당 사용연구개발비
- 산업별·종업원 규모별 매출액 대비 사용연구개발비, 부담연구개발비
- 산업별·자본금 규모별 매출액 대비 사용연구개발비, 부담연구개발비
- 산업별·기업 규모별 매출액 대비 사용연구개발비, 부담연구개발비

나) 중소기업청의 “중소기업 실태조사”²⁷⁾

동 조사에서는 우리나라 중소제조업체의 기술개발 투자실적을 조사·발표하고 있는데, 이는 전체 중소제조기업의 연간 기술개발투자액(모수추정치)을 알 수 있는 가장 중요한 통계라고 볼 수 있다. 여기서는 중소제조업체의 투자실적을 설비투자와 기술개발투자로 구분하여 조사하고 있으며, 다시 기술개발투자는 연구기술개발 투자액과 디자인개발 투자액으로 세분하여 조사하고 있다.

한편 동 조사에서는 기술개발투자의 범위가 매우 제한되어 있는데, 이는 과학기술연구 개발활동조사에서 연구개발에 이용된 기계·장치 및 토지·건물의 비용을 기본적 지출 항목으로 연구개발비에 포함시키고 있는데 반해, 동 조사의 경우에는 이러한 투자활동을 기술개발투자에 포함시키지 않고 설비투자 항목에 포함시켜 조사하고 있기 때문이다.

즉, 동 조사에서는 신제품 및 신기술과 관련된 시제품·모형·시험설비 등의 설계, 제작, 시험 및 공구·기구 등의 설계, 시험, 제작 등과 관련된 설비투자액을 국제적 기준 (OECD의 Frascati 매뉴얼에 의한 과학기술연구개발활동조사)과는 달리 연구기술개발비에 포함시키지 않음으로 인하여 연구기술개발비의 통계치에서 매우 큰 차이를 보이고 있다는 문제점을 안고 있다.

동 조사의 기술개발투자에 관한 항목과 조사대상 범위는 다음과 같다.

- 연구기술개발 투자액 : 1년 동안 신제품 및 신기술 개발을 위한 연구개발활동과 관련하여 투자한 금액을 말하며, 자체개발비와 위탁·공동개발비로 구분하여 파악
 - 자체개발비 : 회사내부의 독립부서 또는 부설 사무실에서 자체적으로 수행한 연구기술개발에 소요된 총비용으로 인건비도 포함
 - 위탁·공동개발비 : 대학, 국공립 연구기관, 정부출연 연구기관, 민간 연구기관, 모기업 등에 연구기술개발을 위탁한 경우의 위탁수행비와 공동으로 수행한 경우의 업체 부담액

27) 근거 : 통계법 제8조에 의한 지정통계

연혁 : '67년 이후 매년 실시

대상 : 종업원 5인 이상 300인 미만의 중소제조업체

방법 : 표본조사후 모수추정

조사기관 : 중소기업협동조합중앙회

— 디자인개발 투자액 : 1년 동안 상품 등의 디자인 개발과 관련하여 투자한 금액을 자체개발비와 위탁·공동개발비로 구분하여 파악

<표 4-22> 중소기업실태조사의 기술개발투자액 측정지표

(단위 : 천원)

구 분	합 계	자체개발비	위탁·공동개발비
연구기술개발 투자액			
디자인개발 투자액			

<표 4-23> 중소기업실태조사의 설비투자액 측정지표

(단위 : 천원)

종 액	기계·장치 투자액						토지·건물 등 기타 투자	
	기존설비 개체 및 유지보수	기존 및 신규설비 증설(신규투자)				소계		
		자동화설비	시험연구 설비	공해방지 설비	에너지절약 설비			

중소기업 실태조사에서 이와 같은 조사지표를 통해 생산·발표하고 있는 기술개발비 관련 통계는 다음과 같다.

- 기술개발 투자유무
- 종업원 규모별 기술개발 투자액
- 업종별 기술개발 투자액
- 업종별·규모별 기술개발 투자액
- 투자업체의 매출액대비 기술개발 투자액 비율
- 종업원 규모별 투자업체의 매출액대비 기술개발 투자액 비율
- 업종별 투자업체의 매출액대비 기술개발 투자액 비율
- 업종별·규모별 투자업체의 매출액대비 기술개발 투자액 비율
- 총매출액대비 기술개발 투자액 비율
- 종업원 규모별 총매출액대비 기술개발 투자액 비율
- 업종별 총매출액대비 기술개발 투자액 비율
- 업종별·규모별 총매출액대비 기술개발 투자액 비율

다) 중소기업 협동조합중앙회의 “중소제조업기술개발활동실태조사”

중소제조업기술개발활동실태조사는 기본적으로 기술개발(투자)실적이 있는 기업을 조사대상으로 하고 있으며, 이에 따라 동 조사에서도 해당 업체의 기술개발투자액을 매출액과 함께 조사하고 있다. 그러나 유사한 통계가 존재(과학기술연구개발활동조사 및 중소기업실태조사)하고 있으며, 또한 유사통계와의 조사결과가 상이한 점 등으로 인하여 중소기업의 기술개발투자 실적치를 발표하지는 못하고 있다.

이는 동 조사가 기술개발투자실적이 있는 중소제조업체를 모집단으로 하여 기술개발활동과 관련한 실태를 표본조사하기 때문에 이론적으로나 현실적으로 우리 중소기업의 현실을 가장 근접하게 반영하고 있다고 볼 수 있음에도 불구하고, 기업의 대차대조표상에 나타나는 연구개발비(이연자산 항목)만을 기술개발투자로 인정하고 있기 때문에 국제적 기준에 따라 조사되고 있는 과학기술연구개발활동조사²⁸⁾의 결과와 상당한 괴리가 발생할 수 밖에 없기 때문이다.

이에 따라 동 조사에서는 매출액대비 R&D 비율과 기술개발투자액의 사용처 및 조달처별 비중, 그리고 내년도 기술개발투자계획 등의 통계치만을 발표하고 있다.

한편, 동 중소제조업기술개발활동실태조사의 기술개발비 관련 조사표는 다음과 같으며, 각각의 측정지표에 대한 개념과 범위 등에 대하여는 별도로 명시하지 않고 있다.

<표 4-24> 기술개발 투자액 측정지표

구 분	기술개발 투자액			매출액		
	1999년	2000년	액 천 백만원	액 천 백만원	액 천 백만원	액 천 백만원
			액 천 백만원	액 천 백만원	액 천 백만원	액 천 백만원

<표 4-25> 기술개발 투자액의 용도별 비중

(단위 : %)

구 분	인건비	재료비	기자재구입비	기술정보비	위탁개발비	기술도입비	기타	합계
2000년 실적								100%
2001년 계획								100%

* 기자재 구입비는 설비, 기자재 등의 구입비이며 임차료를 포함

28) 과학기술연구개발활동조사에서는 연구기술개발에 실질적으로 투입된 비용 이외에도 기술개발 관련 인력의 인건비 및 기술개발을 위한 건물이나 토지, 기계·장비 등을 연구개발비로 산입시키고 있음.

<표 4-26> 기술개발 투자액의 조달처별 비중

(단위 : %)

구 분	내부자금 (순수자체자금)	정부의 정책지원자금	금융기관 순수 차입금	벤처캐피탈 투·융자금	주식, 회사채 등	기 타	합 계
2000년 실적							100%
2001년 계획							100%

그리고 중소제조업기술개발활동실태조사에서 이와 같은 조사지표를 통해 생산·발표하고 있는 기술개발비 관련 통계는 다음과 같다.

- 전년도 매출액 대비 R&D 비율 (규모별, 업종별)
- 금년도 매출액 대비 R&D 비율 (규모별, 업종별)
- 내년도 기술개발 투자계획 (규모별, 업종별)
- 금년도 기술개발 투자액 비중(실적) (규모별, 업종별)
- 내년도 기술개발 투자액 비중(계획) (규모별, 업종별)
- 금년도 기술개발 투자액의 조달처별 비중(실적) (규모별, 업종별)
- 내년도 기술개발 투자액의 조달처별 비중(계획) (규모별, 업종별)

3) 조사지표의 개선안

가) 기술개발비의 범위

기술개발비 부문에서 중소기업 통계의 개선은 인력 부문에서와 마찬가지로 두 가지 측면에서 접근하여야 할 필요성이 있다. 첫째는 측정지표에 대한 범위의 명확한 규정이며, 둘째는 통계의 수요 내지 필요성에 따른 조사항목의 개편이다.

연구기술개발비 관련 통계에서 특히 중요한 문제가 되는 것은 그 범위를 어디까지 할 것인가 하는 점이다. 이는 중소제조업의 기술개발비에 대한 통계를 조사·발표하고 있는 과학기술연구개발활동조사와 중소기업 실태조사의 결과를 살펴보면 그 중요성이 더욱 부각된다.

중소기업(제조업)의 기술개발비 통계치를 살펴보면 중소기업 실태조사에서는 우리나라의 전체 중소제조업체('99년 기준 7만8천개사) 중 연구기술개발 투자실적이 있는 기업은 6,472개사이며, 업체당 평균 투자액은 약 9천2백만원 수준인 것으로 나타났고, 이는 매출액의 1.35%에 해당한다.(<표 4-27> 참조)

반면 과학기술연구개발활동조사의 경우에는 조사대상 1,647개사에서 총연구개발비 9천

8백억원을 사용하여 업체당 연구개발비 사용액은 약 6억원에 달하는 것으로 조사되었으며, 자체부담연구개발비만 보더라도 업체당 5억3천만원의 연구개발비를 부담하고 있는 것으로 나타났다.

<표 4-27> 연구(기술)개발비 통계의 비교

(단위 : 개사, 백만원, %)				
구 분	수행기관수	투자액	업체당 평균투자액	매출액대비 투자액비율
중소기업 실태조사 ¹⁾				
연구기술개발투자액(A)	6,472	594,617	91.9	1.35
디자인개발투자액(B)	3,648	166,614	45.7	1.32
(A+B)	-	761,231	-	-
과학기술연구개발활동실태조사 ²⁾				
중소제조업체 자체사용연구개발비	1,647	980,752	595.5	2.29
중소제조업체 자체부담연구개발비	1,647	874,865	531.2	2.04

1) 표본조사결과의 모수추계치임.(‘99년 기준 중소기업실태조사보고, 2000. 11)

2) 표본조사 결과치임.(‘99년 기준 과학기술연구개발활동조사보고, 2000. 12)

이와 같이 기술개발투자액과 연구개발비라는 유사한 성격의 지표에 대한 조사결과가 큰 차이를 보이는 것은 두 가지 이유에 기인한다. 첫째는 조사대상이 다르다는 점이며, 둘째는 조사의 내용이 상이하다는 점이다. 여기서 조사대상의 문제는 통계생산의 방법론에서 관한 것으로서 다음 절에서 다룰 것이다.

반면 조사 내용의 문제, 즉 기술개발비의 범위를 어떻게 규정할 것인가는 통계의 신뢰성과 유효성을 가름하는 중요한 측면으로서, 우선 과학기술연구개발활동조사와 중소기업 실태조사의 기술개발비 측정방법에 대해 비교해 보고자 한다.

<표 4-28>에서도 볼 수 있듯이 과학기술연구개발활동조사의 경우 OECD의 연구개발 활동조사지침에서 제안하고 있는 조사항목과 범위를 근거로 하고 있기 때문에 국제적 비교가 가능하다는 점과 연구개발비의 세부 항목별 조달 및 사용 실적을 구체적으로 산출 할 수 있다는 등의 장점을 지니고 있다. 반면, 중소기업의 현실 여건상 조사의 내용이 너무 복잡하여 이러한 지표를 통한 조사 및 통계생산의 어려움이 매우 크다는 점과 실질적인 중소기업의 기술개발활동과는 상당한 괴리가 있다는 등의 단점을 내포하고 있다.

반대로 중소기업 실태조사의 경우는 단순한 척도로 조사가 간편하며 손쉽다는 점은 장점으로 볼 수 있으나, 조사항목을 지나치게 단순화시킴으로 인해 기술개발활동에 대한 투자실적이 누락될 가능성성이 있다는 문제점을 안고 있다.

<표 4-28> 기술개발비 조사방법의 비교

구 분	과학기술연구개발활동조사	중소기업 실태조사
조사범위	<ul style="list-style-type: none"> • 연구개발비 <ul style="list-style-type: none"> - 경상비(인건비, 기타 경상비) - 자본적 지출(기계장치, 토지건물) 	<ul style="list-style-type: none"> • 연구기술개발투자액 <ul style="list-style-type: none"> (추가적으로 디자인개발 투자액을 조사, 별도 항목으로 발표)
장 점	<ul style="list-style-type: none"> • 국제기준 부합 • 대기업 등과의 비교가능성 • 연구개발비의 세부 항목별 조달 및 사용 실적을 조사함으로써 구체적인 통계생산 가능 	<ul style="list-style-type: none"> • 중소기업의 기술개발활동 등 현실 반영 • 조사의 용이성
단 점	<ul style="list-style-type: none"> • 조사의 내용이 복잡하여 중소기업에 대한 조사의 난이성 높음 • 중소기업의 기술개발 활동과 괴리가 있음 • 기업의 일상적 업무와 연구기술개발 활동에 투여된 비용의 분리가 어려움 	<ul style="list-style-type: none"> • 국제비교가 불가능함 • 지나치게 단순한 조사항목으로 인해 기술개발활동에 대한 투자실적이 누락될 가능성이 큼 • 기술개발비 조달현황에 대한 조사가 없음

이상에서 살펴본 바와 같이 기술개발비의 범위를 어떻게 정의하고, 또한 어떠한 기준에 따라 조사해야 하는가를 결정하는 것은 다른 무엇보다 중요하다고 할 수 있다. 본 연구에서는 앞서 살펴본 여러 가지 측면들을 고려하여 기술개발비의 범위를 다음과 같이 제안하고자 한다.

일차적으로 연구개발비를 경상적 지출과 자본적 지출로 구분하였다. 경상적 지출은 신제품 및 신기술 개발, 기존제품 및 기존공정의 개선을 위한 연구기술개발활동과 관련하여 투자한 부분을 의미하며, 연구개발 인력의 인건비와 인건비를 제외한 연구기술개발비로 구분하여 조사할 수 있도록 설계하였다.

그리고 자본적 지출은 중소기업 실태조사의 경우 일부 시설투자비 항목(시험연구설비 등)으로 별도 조사하고 있는 반면, 과학기술연구개발활동조사에서는 연구개발비 항목으로 조사하고 있는 기계·장치 및 토지·건물에 대한 비용 중 연구기술개발과 관련된 비용을 말한다.

< 기술개발비의 범위(叢) >

- 기술개발비 = 자체사용 기술개발비 + 외부에 지출한 기술개발비
- 경상적 지출 : 신제품 및 신기술 개발, 기존제품 및 기존공정의 개선을 위한 연구기술개발활동과 관련하여 투자한 금액
 - 인건비 : 연구개발 인력에 대한 종 인건비 지출액
 - ① 연구원의 경우 인건비 전액
 - ② 기능인력의 경우 연구활동에 투입된 비율에 상응하는 인건비 지출액
 - 개발비 : 경상비중 인건비를 제외한 제 비용
 - ① 연구기술개발 조직(연구소 및 전담부서)의 설치·운영에 투입된 비용 中 인건비를 제외한 금액
 - ② 재료비 : 연구개발에 소요되는 원료비, 재료비, 부품구입비, 시작품비 등
 - ③ 경비 : 연구개발과 관련하여 지출한 자료처리비, 시험설비사용료, 유인물비, 도서구입비, 여비, 공공요금, 광열비, 비품구입비 등의 직접경비 및 연구행정관리비, 기술정보비, 건물사용료 등의 간접경비
(경비의 경우 연구개발활동에 사용된 비율로 배분하여 산출함)
 - 자본적 지출 : 기계·장치, 토지·건물 등의 구입 및 유지관리에 투자한 금액
중 기업의 일상적 생산활동에 관련된 부분을 제외한 연구기술개발과 관련하여 투입된 경비
 - 기계·장치 : 연구기술개발용 기계·장치의 구입 및 대규모 유지보수 비용
 - 토지·건물 : 연구기술개발용 토지 및 건물구입 및 건물의 대규모 수리비용

나) 통계조사 지표

기술개발비에 대한 지표는 연구기술개발비의 사용에 대한 지표와 자금의 조달에 대한 지표로 구분하여 설계하였으며, 지표의 개발과정에서 가능한한 국제적 기준에 부합할 수 있도록 하였다.

첫 번째로 기술개발비의 사용에 관한 부분은 기술개발투자액의 비목별, 목적별 지표와 자체사용기술개발비의 비목별 지표를 조사가능성 및 중소기업의 기술개발활동 현실을 고

려하여 작성하였다. 이에 따라 과학기술연구개발활동조사에서 조사하고 있는 대상기관 형태별 외부지출 연구개발비 지표 등은 제외하였으며, 본 연구에서 제안하는 기술개발비의 사용에 대한 지표는 다음과 같다.

<표 4-29> 기술개발비 투자액의 비목별 측정지표(案)

(단위 : 천원)

구 분	자체사용 기술개발비	외부지출 기술개발비				합계
		위탁개발비	공동개발비	기술도입비	기타	
금년도 실적						
내년도 계획						

주 : 자체사용 기술개발비는 기업내부에서 1년간 기술개발에 투입된 비용을 말하며, 공동기술개발비는 외부와의 공동기술개발과정에서 공동개발자에게 지출된 비용을 말함.

<표 4-30> 기술개발비 투자액의 목적별 측정지표(案)

(단위 : 천원)

구 분	제품 관련		공정 관련		합계
	신제품 개발	기존제품개선	신공정 개발	기존공정개선	
금년도 실적					
내년도 계획					

주 : 합계는 자체사용기술개발비와 외부로 지출된 기술개발비의 합계액과 일치해야 함.

<표 4-31> 자체사용기술개발비의 비목별 측정지표(案)

(단위 : 천원)

구 分	경상적 지출		자본적 지출		합계
	인건비	개발비	기계·장치	토지·건물	
금년도 실적					
내년도 계획					

주 : 1) 자체사용기술개발비를 대상으로 하며, 따라서 합계는 자체사용기술개발비와 일치해야 함.
 2) 자본적 지출항목의 경우 기업의 일상적 생산활동에 관련된 부분을 제외한 연구기술개발에 해당하는 비율만큼만 계상함.

다음으로 기술개발비의 조달에 관한 부분은 과학기술연구개발활동조사에서 활용하고 있는 지표보다는 중소기업 실태조사의 지표를 위주로 작성하였는데, 이는 전자의 경우 중소기업의 현실과 상당한 괴리가 있기 때문이다. 본 연구에서 제안하는 기술개발비의 조달에 대한 지표는 다음과 같다.

<표 4-32> 기술개발비의 조달에 대한 측정지표(案)

(단위 : 천원)

구 분	내부자금 (자체부담)	외부로부터 조달한 자금				합계
		정부의 정책 지원자금	금융기관 차 입 금	주식 및 회사채	기타	
금년도 실적						

주 : 1) 내부자금은 기업 외부로부터 직·간접적으로 조달한 자금을 제외한 자체부담 기술개발비를 말함.
 2) 금융기관으로부터의 차입금에는 벤처캐피탈 등의 투·융자금을 포함함.

다) 통계의 생산

이상에서 제시한 기술개발비의 조달과 사용에 관한 지표로부터 생산할 수 있는 기술개발투자 관련 통계는 다음과 같다.

- 기술개발 투자 유무
- 기술개발 투자액(종업원 규모별, 업종별, 업종 및 규모별)
 - 금년도 실적 및 내년도 계획
- 비목별 기술개발비의 내역(규모별, 업종별, 업종 및 규모별)
 - 금년도 실적 및 내년도 계획
- 목적별 기술개발비의 내역(규모별, 업종별, 업종 및 규모별)
 - 금년도 실적 및 내년도 계획
- 자체사용기술개발비의 용도별 내역(규모별, 업종별, 업종 및 규모별)
 - 금년도 실적 및 내년도 계획
- 기술개발비의 조달현황(규모별, 업종별, 업종 및 규모별)
- 매출액대비 기술개발 투자액 비율(규모별, 업종별, 업종 및 규모별)
- 연구원 1인당 기술개발비 사용액(규모별, 업종별, 업종 및 규모별) 등

라. 기술개발 활동

1) 개요

중소기업의 기술개발력과 관련하여 기술개발 인력과 기술개발 투자 등의 주요 지표와 함께 기술개발 활동의 특성을 보여주는 몇 가지 보조 지표를 활용할 필요가 크다. 이는 중소기업 기술통계의 목적이 기술수준 등의 현황을 파악하는데서 그치지 않고 중소기업의 기술개발을 지원하는데 필요한 정책적 자료로 활용되어야 하기 때문이다.

여기에는 이미 앞에서 제시한 기술개발을 담당하는 조직의 특성에 관한 지표도 포함되며, 그 밖에도 기술개발의 목적과 방법, 주요 기술개발 분야, 기술개발 소요기간, 공동 기술개발의 형태 등 다양한 지표가 고려될 수 있다.

예를 들어 기협중앙회에서 격년 간격으로 조사·발표되고 있는 중소제조업기술개발활동실태조사의 경우, “기술개발을 수행하고 있는 중소제조업체의 기술개발활동 전반에 관한 실태를 조사·분석하여 중소기업 기술개발지원을 위한 정책수립에 필요한 기초자료를 제공한다”는 목적하에 계수통계 이외에도 기술개발지원제도에 대한 평가 및 기술개발 애로사항 등을 포함하여 다양한 내용을 조사·공표하고 있다.

여기서는 앞으로 중소기업 기술통계에서 포함하여야 할 필요성이 높은 기술개발 활동 관련 지표 중 기술개발력에 직·간접적으로 관련이 있는 지표들을 제시하고, 조사항목과 조사결과의 활용방안 등에 대하여 검토해 보고자 한다.

2) 기술개발 활동 관련 조사지표

가) 기술개발의 동기

기업이 특정의 기술개발활동을 수행하는 이유는 기업마다 그리고 해당 기술개발활동마다 상이할 것이며, 이러한 기술개발의 동기는 기술개발력과는 상당한 거리가 있는 것으로 볼 수 있다. 그러나 우리나라의 중소기업들이 어떠한 이유에 기인하여 기술개발활동을 수행하고 있는지를 분석함으로써 정책적 기초자료로 사용하는데 동 조사항목은 그 중요성을 지니고 있다.

이에 따라 기술개발의 동기를 조사함에 있어서는 해당기업의 연간 기술개발활동이 어느 부분에서 가장 큰 의미를 가지는가를 조사하는 것이 바람직하며, 그 결과를 토대로 기업의 규모와 업종 등의 속성변수별로 차별성 여부를 보여주는 통계의 산출이 가능할 것이다.

기술개발의 주요 목적으로 구성할 수 있는 항목들은 다음과 같다.

<표 4-33> 기술개발비의 동기 측정지표(案)

귀사가 기술개발을 하게 된 가장 큰 동기는 무엇입니까? ()							
① 생산비 절감 및 제품가격 인하	② 수입대체를 위한 국산화	③ 수요의 고급화·다양화에 대응	④ 제품의 성능 및 품질향상	⑤ 제품의 생산기간 단축	⑥ 새로운 분야에 진출	⑦ 경쟁사와 기술경쟁	⑧ 모기업의 개발의뢰

나) 기술개발활동 수행방법

기업이 기술개발을 수행하는 방법은 기술개발의 성과와 상관관계가 높으며, 다른 한편으로는 해당 기업의 기술개발력을 간접적으로 보여주는 지표라고 볼 수 있다. 또한 산업 및 업종, 그리고 기업규모별로 기술개발 방법의 특성을 분석함으로써 그에 부합하는 정책적 지원정책을 제시할 수 있다는 측면에서 조사의 중요성을 찾을 수 있다.

뿐만 아니라, 기술개발 수행방법과 기술수준 내지 기술경쟁력 등과의 상관관계를 분석함으로써 향후 업종별, 규모별 기술개발방법의 바람직한 모델을 제시할 수 있을 것이다.

<표 4-34> 기술개발활동 수행방법 측정지표(案)

귀사의 주된 기술개발 방법은 무엇입니까? ()				
① 자체 기술개발	② 외부에 기술개발 위탁	③ 외부와 공동 기술개발		
④ 기술 도입	⑤ 기타()			

다) 기술개발 중점분야

기술개발의 분야별 구분은 기술개발의 목적에 따라서는 신제품 및 신공정의 개발, 기존제품 및 기존공정의 개선 등으로 구분할 수 있으며, 성격별로는 기초연구, 응용연구, 개발연구 등으로 구분할 수 있다. 그리고 기능에 따라서는 설계기술, 조립·생산기술, 디자인기술, 시험·검사기술 등으로 구분하여 생각할 수 있다.

한편, 목적별 기술개발 활동의 비중은 기술개발비의 항목에서 투자액으로서 측정하고 있으므로 중복하여 조사할 필요가 없으며, 반면 중소기업의 생산활동과 관련된 프로세스별로 기술개발활동의 중점분야를 조사함으로써 중소기업의 특성(업종 및 규모 등)별로

어떤 분야에서 보다 활발하게 기술개발활동이 수행되고 있는지를 파악할 수 있다.

<표 4-35> 중점 기술개발 분야 측정지표(案)

귀사에서 가장 중점을 두고 수행한 기술개발 분야는 무엇입니까? ()						
① 설계기술	② 소재기술	③ 생산(조립·가공)기술				
④ 시험·검사기술	⑤ 디자인 기술	⑥ 시스템관리·통합 및 생산기획				
⑦ 기타()						

라) 기술개발 소요기간

기술개발에 소요된 기간은 중소기업 기술개발활동의 특성을 설명해주는 중요한 지표 중 하나이다. 예를 들어 업종 및 규모 등의 속성변수별로 기술개발기간에 어떠한 차이가 있는지를 살펴볼 수 있으며, 다른 한편으로는 기술개발비 투입정도와 기술개발기간 사이의 상관관계를 분석함으로써 기술지원 정책의 수립에 중요한 기초자료로서 활용할 수도 있다.

기술개발 소요기간의 측정은 <표 4-36>에서 보는 바와 같이 기술개발 프로세스 별로 기간을 조사함으로써 중소기업이 특정 제품이나 공정에 관련된 기술을 개발함에 있어서 단계별로 어느 정도의 기간이 소요되는지를 파악하는 것이 바람직하다.

<표 4-36> 기술개발 소요기간 측정지표(案)

(단위 : 개월)

구 분		준비 (기획·설계)	개발	시제품제작 (테스트)	상품화실현 (생산)	총 소요기간
제품 관련	신제품개발					
	기존제품개선					
공정 관련	신공정개발					
	기존공정개선					

주 : 기술개발활동 실적이 있는 부문에만 응답

마) 공동기술개발 및 기술도입의 형태

중소기업은 자금 및 인력, 그리고 기술력의 부족 등으로 인하여 자체 기술개발이 불가

능하거나 혹은 외부를 통한 기술개발이 오히려 경제적인 경우가 존재한다. 이 경우 중소기업들은 외부에 기술개발을 위탁하거나 외부 조직과의 공동기술개발, 그리고 이미 개발된 기술을 도입하는 등의 방법을 활용하게 된다.

따라서 중소기업의 기술개발활동과 관련된 특성을 파악하는데 있어, 공동기술개발의 형태와 기술도입의 방법 등에 대한 정보를 수집하는 것이 바람직하다.

중소기업이 일반적으로 이용하는 공동기술개발 형태로는 대학 등과 함께 기술개발을 수행하는 산·학 연계, 국공립 및 정부출연 연구기관을 포함한 해당분야의 전문 연구소와의 공동개발, 대기업(모기업 포함)과의 공동개발, 그리고 유사한 부문에서 기술개발 필요성을 가지고 있는 중소기업간 친소시엄을 통한 기술개발, 외국 기업과의 공동개발 등을 들 수 있다.

<표 4-37> 공동기술개발 형태 측정지표(案)

귀사에서 외부와의 공동기술개발 경험이 있는 경우 그 형태는 무엇입니까? ()					
① 산·학 연계	② 전문 연구소와 공동개발	③ 대기업(모기업)과의 공동개발	④ 관련 중소기업간 친소시엄	⑤ 외국기업과의 공동개발	⑥ 기타()

한편 기술도입의 방법으로는 직접거래와 간접거래 형태가 있으며, 중소기업 스스로가 외부로부터 기술을 도입하는 직접도입의 대상은 주로 자사에 필요한 기술을 개발·보유하고 있는 국내·외 기업, 국립기술표준원 등의 공공기관, 대학연구소를 포함한 연구기관 등이 있다.

<표 4-38> 기술도입 형태의 측정지표(案)

귀사에서 외부로부터의 기술도입 경험이 있는 경우 그 형태는 무엇입니까? ()					
① 국내 기업의 기술을 직접 도입	② 해외 기업의 기술을 직접 도입	③ 국내 공공기관의 기술을 직접 도입	④ 국내 연구기관의 기술을 직접 도입	⑤ 국내외 기술을 기술거래기관의 알선을 통해 도입	⑥ 기타()

마. 보유 설비의 수준

1) 개요

중소기업의 기술개발력에는 인력 및 조직, 개발비 투자, 기술개발활동 특성 등의 지표와 함께 기업이 보유하고 있는 설비의 수준도 직·간접적으로 영향을 미치게 된다. 예를 들어 기업이 보유하고 있는 설비수준이 우수할 경우 기술개발의 기간이 단축될 수 있으며, 또한 개발의 질적 성과 역시 향상될 수 있다.

이러한 측면에서 중소기업의 보유 설비수준에 대한 조사의 필요성이 있으며, 뿐만 아니라 그 결과는 기술개발활동을 촉진하기 위한 지원정책 내지 제도의 개발을 위한 기초자료로도 활용될 수 있다.

2) 설비수준 관련 조사지표

중소기업의 보유 설비수준에 대한 조사는 생산설비와 시험/검사 장비에 대하여 다음에서 보는 바와 같이 보유설비의 노후화 정도를 계량화하여 측정하도록 지표를 설계하였다. 즉, 해당기업에서 생산활동에 주가 되는 설비에 대하여 내용년수와 사용년수를 각각 기재하도록 함으로써 보유 설비의 수준이 어느 정도인지를 측정하는 방법을 채택하였으며, 이를 통해 “사용년수/내용년수”的 비율을 구함으로써 해당 설비의 노후화 정도를 판단할 수 있을 것이다. 다만 보유하고 있는 설비중 생산활동에 가장 중심이 되는 설비를 대상으로 한 것은 중소기업의 특성상 다양한 산업 및 업종별로 보유하고 있는 설비의 종류와 수량이 상이하기 때문에 공통적인 설비의 특성과 기능 등에 대한 조사가 불가능하기 때문이다.

<표 4-39> 보유 설비의 수준 측정지표(案)

구 분	생산설비	시험·검사장비
사용년수/내용년수	/ 年	/ 年

주 : 생산활동에서 가장 주가 되는 설비를 대상으로 하여, 해당 설비의 내용년수와 사용년수를 각각 기재(예 : 내용년수가 5년인 설비를 3년째 사용하는 경우 3/5, 7년째 사용하는 경우에는 7/5로 기재할 것)

2. 기술경쟁력 및 기술수준 부문

가. 상대적 기술경쟁력

1) 개요

중소기업의 기술통계지표 가운데 가장 중요한 것 중의 하나는 현재 우리나라 중소기업들의 기술수준을 나타내는 지표일 것이다. 우리나라 중소기업의 기술수준을 파악하는 방법으로 다음의 두 가지를 생각할 수 있을 것이다. 첫째 방법은 우리나라 중소기업의 기술수준을 우리나라의 동업종 대기업과 경쟁상대국의 동업종 기업들의 기술수준과 비교하여 보는 이른바 상대적 기술경쟁력을 파악하는 것이다. 또 다른 방법은 우리나라 중소기업들이 보유하고 있는 기술수준 그 자체를 여러 가지 객관적 척도에 의하여 분석하는 것이다. 여기에서는 먼저 우리나라 중소기업들의 상대적 기술경쟁력을 파악하는 기술지표를 살펴보기로 하겠다.

상대적 기술경쟁력은 기술통계지표로서 대단히 중요하다고 할 수 있다. 그것은 기술통계지표 작성의 중요한 목적중의 하나가 기술통계의 수요자들에게 우리나라의 기술수준에 관한 정확한 정보를 제공하고 나아가 이러한 정보에 입각하여 기술발전을 위한 각종 정책입안에 필요한 정확한 자료를 제공하는 것에 있기 때문이다. 그런데 우리나라의 기술수준에 관한 정확한 정보는 그 기술자체의 수준도 중요하겠지만 기술정책 개발의 목적에서 보면 보유하고 있는 기술의 상대적 경쟁력이 보다 중요하다고 하겠다. 기술이란 그 자체가 끊임없이 발전하는 것이기 때문에 그렇게 발전하는 기술의 최고점을 예측하기가 쉽지 않고 설령 예측한다고 하더라도 그 최고점에서의 기술수준이 어느 정도인지를 파악하기란 불가능하다고 볼 수 있다. 따라서 현재의 기술수준을 그 기술의 최고점에서의 기술수준과 비교하기란 불가능하다. 이러한 상황에서는 현재의 기술수준만 가지고 우리나라의 기술수준을 어느 수준까지 끌어 올려야 하며 그렇게 하기 위해서 어떤 정책을 수립하여야 할지를 판단하기란 쉽지 않을 것이다. 따라서 기술발전을 위한 정책의 수립을 위해서는 우리나라의 기술수준을 경쟁상대국의 기술수준과 비교하여 우리나라의 현재의 기술수준을 상대적으로 파악하여 그것에 상응하는 기술발전정책을 수립하는 것이 보다 더 효율적일 것이다.

2) 현행 통계지표 현황

가) 상대적 기술경쟁력에 관한 통계의 빈약성

현재 우리나라의 기술통계에서 상대적 기술경쟁력에 관한 반복적이고 체계적인 통계를 발견하기란 어렵다. 기술통계를 우리나라 전체의 기술수준에 관한 기술통계와 중소기

업의 기술수준에 국한된 기술통계로 나누어 살펴보기로 한다. 우리나라 전체의 기술수준을 나타내는 대표적인 통계로 과학기술부의 “과학기술연구개발활동조사”를 들 수 있다. 그러나 이 통계는 주로 과학기술의 연구개발능력과 그 성과에 주안을 두고 있으며 기술수준 그 자체에 관한 통계지표는 없다. 그것은 이 통계가 대상으로 하는 주된 기술이 기업의 생산기술이라기 보다는 대학, 연구소 등의 과학기술이며, 그 결과 이 통계는 과학기술의 연구개발을 위한 인프라 등에 초점을 맞추고 있기 때문이다. 그러나 이 통계가 과학기술의 수준 그 자체에 관한 통계를 작성하지 못하는 보다 큰 이유는 기술수준 그 자체에 관한 객관적이면서 정확한 통계를 생산하기가 쉽지 않기 때문으로 보인다. 기술수준 그 자체에 관한 반복적이면서도 체계적인 통계는 다른 나라에서도 발견하기 어려운 데, 그 이유는 역시 기술수준에 관한 객관적이고 정확한 통계를 작성하기가 어렵기 때문일 것이다.

우리나라의 기술통계 가운데 중소기업에 관한 대표적인 기술통계로는 중소기업협동조합중앙회의 “중소제조업기술개발활동실태조사”를 들 수 있다. 이 통계는 중소기업의 상대적 기술경쟁력을 포함한 기술수준에 관한 몇 가지 지표를 개발하여 그에 관한 통계를 작성하여 발표하고 있다. 이에 관해서는 아래에서 좀 더 자세히 설명하기로 하겠다.

그 외 우리나라 중소기업의 상대적 기술경쟁력에 관한 조사결과가 이따금 발표되고 있다. 그러나 이들의 거의 대부분은 단편적인 연구목적을 위한 것이기 때문에 통계자료로 쓰이기에는 조사의 반복성 등의 면에서 문제를 내포하고 있는 것으로 보인다. 이를 통계는 기술의 상대적 경쟁력을 측정하기 위한 기준으로써 일반적으로 경쟁상대국과의 기술격차 연수(年數) 또는 백분율(百分率) 등을 사용하고 있다. 그러나 조사자에 따라 그 결과가 상의한 경우가 많아서 통계로 사용되어지기 위해서는 많은 보완이 필요할 것으로 보인다.

나) 중소기업협동조합중앙회의 “중소제조업기술개발활동실태조사”

우리나라 중소기업의 상대적 기술경쟁력에 관해 현재 작성되는 통계 가운데 통계의 반복성, 대표성 등의 기준에서 볼 때 가장 우수한 것으로 중소기업협동조합중앙회의 “중소제조업기술개발활동실태조사”를 들 수 있다. 이 통계는 기술개발활동을 수행하고 있는 10인 이상 300인 미만의 중소제조업체 1,000개를 대상으로 중소기업의 상대적 기술경쟁력을 격년간으로 조사하고 있다. 이 조사는 우리나라 중소기업의 상대적 기술경쟁력을 다음 표에서 보는 바와 같이 경쟁력의 정도를 국내동업종, 대만, 싱가포르, 중국, 일본, 미국, EU를 상대로 5점 척도 기준으로 측정하고 있다.

<표 4-40> 중소기업의 상대적 기술경쟁력

구 분	국내	대만	싱가포르	중국	일본	미국	EU
모 름 (0)							
매우열세 (1)							
약간열세 (2)							
비슷함 (3)							
약간우세 (4)							
매우우세 (5)							

주 : 개별 중소기업의 기술수준을 국내 및 경쟁상대국의 동종업종 기업의 기술수준과 비교하여 해당 란에 표시함.

이러한 방식에 의한 조사로부터 얻을 수 있는 상대적 기술경쟁력에 관한 지표는 지나치게 정성적이어서 그 객관성을 확보하기 어렵고 또한 5점 척도와 관련하여 응답자의 자의성이 크게 개입되기 쉽다. 또한 조사대상 중소기업이 기술개발 활동을 수행하는 중소기업으로 한정되어 있어서 우리나라 전체 중소기업의 상대적 기술경쟁력으로 보기는 어렵다. 이러한 결과 이 통계는 우리나라 중소기업의 상대적 기술경쟁력에 대한 통계로 받아들이기에는 불충분한 면이 다분히 존재하고 있다. 다만 이 통계는 격년으로 반복하여 되풀이되는 점, 표본의 규모상 기술개발활동을 하는 중소기업들의 기술에 대한 대표성을 확보할 수 있는 점, 그리고 우리나라 중소기업의 상대적 기술경쟁력에 관한 공식적인 통계의 시도라는 뜻에서 그 의의를 찾을 수 있겠다.

3) 통계지표의 개선안

가) 기술수준 평가와 주관성의 개입

기술수준 자체를 평가함에 있어서 여러 가지 면에서 주관성을 배제하는 것이 쉽지가 않다. 주관성의 개입요인을 몇 가지 들어 보면 다음과 같다. 현재의 기술수준은 그 기술이 핵심기술인가의 여부, 독점적인가의 여부, 모방가능한가의 여부 등과 같은 여러 가지 요인에 의해 좌우된다. 기술수준에 관한 질문을 받은 응답자는 기술수준에 영향을 미치는 이러한 변수들을 선정함에 있어서 주관적인 판단을 하게 된다. 또한 기술수준을 평가하기 위해서는 이렇게 선정된 변수들에 가중치를 부여하여야 하는데 응답자는 가중치를 부여함에 있어서 역시 주관적인 판단을 하게 된다. 그리고 이렇게 평가된 중소기업의 수준을 경쟁상대의 기술수준에 대해 상대적인 평가를 함에 있어서 응답자는 역시 경쟁상대의 기

기술수준을 주관적으로 평가하게 된다.

이렇게 상대적 기술경쟁력을 평가함에 있어서 주관성의 개입을 배제하기가 거의 불가능하다. 따라서 상대적 기술경쟁력을 나타내는 통계지표는 주관성을 얼마나 배제하며 그 결과 객관성을 얼마나 확보하는가에 따라 개선의 정도가 결정된다고 볼 수 있겠다.

나) 기술수준의 상대적 격차의 단위 : 년수(年數)와 백분율(百分率)

기술수준의 상대적 격차를 나타내는 방법으로 흔히 년수와 백분율을 사용하고 있다. 우리나라의 항공우주기술은 미국보다 10년 뒤졌다라고 하는 것은 전자의 예이며 우리나라의 자동차기술은 일본의 75%정도라고 하는 것은 후자의 예이다. 그렇다면 이 두 가지 측정단위 중 어느 것이 보다 객관성을 확보할 수 있을 것인가?

우선 백분율부터 보자. 백분율로 표시하기 위해서는 우리기업의 기술수준과 경쟁상대의 기술수준을 알아야 한다. 그렇다면 기술수준은 무엇으로 표시할 수 있겠는가? 핵심기술성의 정도, 모방가능성의 정도, 독점성의 정도, 개발난이도의 정도 등과 같은 정성적인 지수를 복합적으로 감안하여 기술수준을 평가할 수 있을 것이다. 그러나 이러한 방법으로의 평가에는 주관성이 크게 개입되고 뿐만 아니라 정성적인 것으로 백분율을 표시한다는 것 그 자체가 많은 주관성을 가지게 된다. 정량적인 지수로 백분율을 나타나게 해 줄 수 있는 지표로 기술의 시장거래가치를 들 수 있다. 예를 들면 우리기업이 가진 기술과 경쟁상대기업이 가진 기술이 시장에서 기술료를 받고 제3의 기업에 기술이전 될 때 우리기업이 받는 로열티의 현재가치가 50이고 경쟁상대기업이 받는 로열티의 현재가치가 100이라고 하자. 그러면 우리기업의 상대적 기술경쟁력은 경쟁상대기업의 50% 밖에 되지 않는다고 할 수 있을 것이다. 이와 같이 기술의 시장가치가 구해 질 수 있다면 백분율로 표시한 기술의 상대적 경쟁력은 탁월한 통계지표가 될 수 있을 것이다. 그러나 현실적으로 시장에서 거래되지 않는 기술의 시장가치를 추정한다는 것은 대단히 어렵고 추정 그 자체가 주관성을 많이 내포하고 있다고 볼 수 있다. 뿐만 아니라 시장에서 거래되는 기술의 경우에도 시장가치는 유동적인 시장상황을 반영하기 때문에 순수히 기술수준을 반영하지 못할 가능성도 높다. 이러한 의미에서 백분율은 기술의 상대적 경쟁력을 나타내는 지표로 사용되기에는 불합리한 점이 많다고 하겠다.

다음에는 기술격차의 연수가 기술의 상대적 경쟁력을 나타내는 지표로서 적합한지를 살펴보자. 예를 들어 PCB(Printed Circuit Board)를 생산하는 국내기업의 현재 기술이 보다 품질이 우수한 PCB를 생산하는 미국기업의 3년전 수준과 같은 상태에 있다고 하자. 이 경우에 국내기업과 미국기업과의 기술격차는 미국이 3년 앞선다고 할 수 있다. 또 다른 예로 만약 중국의 현재 PCB 기술이 5년전 우리나라의 기술과 같은 수준에 있다고 한다면 우리나라는 중국보다 5년 앞선다고 할 수 있을 것이다. 여기서 보는 바와 같이 기술의 상대적 경쟁력을 기술격차의 연수로 나타내면 이는 정량적인 지표로써 주관성이 개입될 여지가 크게 감소한다. 기술격차의 연수는 기술수준을 시장가치로 환원하여 평가하지 않고 기술수준의 격차 그 자체만으로 보기 때문이다. 그러나 이 경우에도 응답자에 따라

기술격차의 연수가 달라질 수 있으므로 완전한 객관성을 확보할 수는 없다. 그러나 기술의 상대적 경쟁력을 연수로 나타내는 것이 백분율보다는 객관성과 정확성이 높은 것이 아닌가 생각된다.

다) 통계조사지표

기술의 상대적 경쟁력을 나타내는 통계지표를 설계함에 있어서는 그 측정단위, 경쟁대상 그리고 비교대상기술을 확정하여야 한다. 측정단위는 위에서 설명하였듯이 백분율보다는 연수가 기술의 상대적 경쟁력을 나타내는데 보다 우수한 척도가 되므로 개선된 통계조사지표에서는 연수를 사용하는 것이 바람직하다고 판단된다. 다음은 경쟁대상의 설정인데 우리나라 중소기업의 기술수준을 상대적으로 평가하기 위해서는 경쟁상대기업을 국내 동업종의 대기업 그리고 미국, 일본, 대만, 중국의 동업종 기업으로 한정하는 것이 바람직하다고 판단된다. 중소기업협동조합중앙회의 “중소제조업기술개발활동실태조사”에서는 국내 동업종 기업과 대만, 싱가포르, 중국, 일본, 미국, EU의 동업종 기업의 7개를 경쟁대상 기업으로 선정하여 우리나라 중소기업의 상대적 기술경쟁력을 평가하고 있다. 개선안에서 국내 동업종 기업 대신 동업종의 국내 대기업으로 교체한 것은 대부분의 중소기업관련 통계가 각 통계항목을 대기업과 비교하고 있으므로 통계의 일관성을 유지하기 위한 것이다. 그리고 싱가포르와 EU를 비교대상에서 제외한 것은 싱가포르는 대만과, 그리고 EU는 미국 및 일본과 비슷한 기술수준을 보유하고 있다고 보여지므로 이들을 삭제함으로써 응답자의 편의를 제고하려는 뜻에서이다. 미국을 포함한 이유는 미국이 과학기술이 세계에서 가장 발전한 나라이므로 미국의 기술이 벤치마킹의 대상이 되기 때문이다. 일본이 포함된 이유는 일본의 제조업 경쟁력이 세계에서 가장 뛰어나다고 알려져 있고 또한 우리나라와의 기술협력이 비교적 많은 나라이기 때문이다. 대만의 경우는 우리나라와 직접적인 경쟁관계에 있는 나라이기 때문에, 중국의 경우는 후발공업국으로 우리나라를 크게 위협하는 국가이기 때문에 그 움직임을 세세히 파악해야 하기 때문에 조사대상국가에 포함하였다.

마지막으로 비교대상기술은 업종에 상관없이 기술전반, 설계/개발기술, 소재기술, 직접 생산기술, 시험·검사기술, 디자인기술, 그리고 시스템통합·조정 및 생산기획기술의 7개 부문으로 분류하기로 한다. 여기에서 설계·개발기술은 설계는 물론 시제품개발에 관한 기술을 포함한다. 또한 직접생산기술은 가공과 조립기술을 포함하고 있다. 물론 부문별기술은 업종에 따라 조금씩 달라질 수 있다. 뿐만 아니라 업종에 따라 그 중요도에 차이가 있다. 그러므로 기술을 위의 7개 부문으로 분류하여 기술의 상대적 경쟁력을 평가한다는 것은 업종에 따라 개별 업종의 특성을 충분히 반영하고 있지 못할 수도 있을 것이다. 그러나 제조업은 제품의 생산과정에서 업종에 상관없이 생산과정에서 위의 7개 공정을 거치는 것이 일반적이다. 따라서 위와 같이 7개 부문으로 기술을 분류하여 기술의 상대적 경쟁력을 파악하는 것은 상당한 정도의 합리성을 가진다고 볼 수 있다.

이러한 개선방안에 따라 중소기업의 상대적 기술경쟁력을 파악하기 위해서는 다음의

표에 의해 응답자가 조사표를 기입하도록 함이 바람직할 것이다.

<표 4-41> 중소기업의 상대적 기술경쟁력 측정지표(案)

(단위 : 년)

구 분	국내대기업	미 국	일 본	대 만	중 국
기술 전반					
설계/개발기술					
소재 기술					
직접생산기술					
시험·검사기술					
디자인 기술					
시스템통합·조정 및 생산기획기술					

주 : 기술격차 년수를 기술이 앞선 경우에는 양수(2년)로 뒤진 경우에는 음수(-3년)로 표시할 것.

나. 보유기술 수준

1) 개요

지금까지는 중소기업이 보유한 기술의 상대적 경쟁력에 관한 지표를 살펴보았다. 상대적 경쟁력은 기술수준을 간접적으로 나타내는 통계지표이다. 기술수준을 나타내는 또 다른 지표의 개발은 기술 그 자체와 직접 관련있는 각종 특성을 조사함으로써 가능하다. 이러한 기술수준에 관한 직접적인 통계지표는 기술수준을 간접적으로 나타내는 것이 아니라 직접적으로 나타내는 것이므로 기술에 체화된 각종 속성을 보다 더 잘 파악할 수 있게 한다. 그러나 기술이란 일정한 형체가 없고 생산과정에서 그 수준이 간접적으로 나타나는 것이므로 기술의 수준을 직접 조사한다는 것은 보통 어려운 것이 아니다. 지금까지의 기술과 관련된 각종 통계에서 기술수준을 직접 나타내는 통계지표를 발견하기 어려웠던 것은 바로 이러한 이유에 기인한다.

이하에서는 중소기업이 보유한 기술수준을 직접 나타내는 통계지표의 개발을 시도하여 보겠다. 기술은 그 자체가 여러 가지 특성을 가지고 있다. 그러한 특성 중 기술수준과 관련된 것들로 기술의 핵심성, 기술의 모방가능성, 기술개발의 난이도, 기술분포의 보편성 등을 들 수 있겠다. 기술수준의 특성을 나타내는 이러한 지표들 중에서 대표성, 객관성, 용이성, 신뢰성 등과 같은 통계원칙을 충족시키는 지표들이 보유기술의 수준을 나타내는

통계지표가 될 수 있을 것이다. 물론 기업이 보유하고 있는 특허 등의 산업체산권 역시 기업의 기술수준을 나타내는 지표임에 틀림없다. 그러나 이 연구보고서에서는 다른 대다수의 문헌에서와 마찬가지로 산업체산권은 기술개발의 성과로 보아 다음에서 별도로 취급하기로 한다.

그러나 기술 그 자체가 정량적으로 측정하기 어려운 연유로 인하여 기술수준을 나타내는 지표 역시 정량적으로 측정하기가 어렵다. 그러나 금융거래에 있어서 기술담보가 활성화되고 기술이전거래가 빈번해짐에 따라 정성적인 기술수준을 정량적으로 평가하는 기법이 개발되고 있다. 물론 시장에서 화폐가치로 평가되어 담보로 제공되거나 기술이전거래에 사용되는 기술의 화폐가치가 기술수준이라고 보기는 어렵다. 왜냐하면 시장에서 평가하는 기술의 가치는 기술 그 자체는 물론 기술이 거래되고 있는 시장의 여러 가지 변수들을 감안하여 평가되기 때문이다. 그러나 기술수준에 관한 통계지표가 개발되어 있지 않는 상황에서는 시장에서 기술수준을 화폐가치로 평가하는데 사용하는 제반변수들이 기술수준을 직접적으로 나타내어 주는 통계지표로 사용되어질 수 있는 가능성을 가지고 있다고 하겠다.

2) 현행 통계지표 현황

각종 기술통계에서 기술수준에 관한 지표를 발견하기란 대단히 어렵다. 다만 아래에서 언급하는 바와 같이 중소기업협동조합중앙회의 “중소제조업기술개발활동실태조사”에서 중소기업의 보유기술수준에 관한 간략한 지표가 나타날 때문이다. 이렇게 각종 기술통계가 보유기술수준 그 자체에 관한 지표를 거의 포함하지 않는 이유는 위에서 언급한 바와 같이 기술수준의 측정이 어렵기 때문이라고 생각된다. 다음에서는 중소기업협동조합중앙회의 “중소제조업기술개발활동실태조사”에서 나타난 중소기업의 보유기술수준에 관한 지표에 대해 언급하여 보기로 하겠다.

중소기업협동조합중앙회의 “중소제조업기술개발활동실태조사”에서는 기술수준에 관한 지표를 다음의 설문을 통해 얻는다. 설문에서 보듯이 동 보고서는 보유기술의 신규성에 관한 정성적인 질문을 통해, 또한 경쟁력 있는 기술분야와 취약한 기술분야에 관한 정성적인 질문을 통해 보유기술의 수준을 파악하고 있으며 이를 통해 보유기술수준에 관한 다음과 같은 통계지표를 도출하고 있다.

- 산업별 · 종업원 규모별 보유기술 수준
- 산업별 · 종업원 규모별 가장 경쟁력 있는 기술분야
- 산업별 · 종업원 규모별 가장 취약한 기술분야

그러나 질문에 대해 단수응답을 하게 하여 파악하는 이러한 형태의 통계지표는 통계로서의 객관성을 상실하기 쉽다. 그러나 기술수준의 정성성으로 인해 기술수준 지표의 주

관성을 피하기는 어려워 보인다. 그러나 보유기술수준에 관한 보다 많은 특성을 통계지표로 개발함으로써 통계의 사용자들이 기술수준에 관한 정보를 더욱 더 많이 얻게 함으로써 기술수준의 주관성을 어느 정도 상쇄할 수 있지 않을까 생각한다.

<표 4-42> 보유기술의 신규성

귀사가 보유한 기술의 수준은? ()

- ① 세계최초로 개발
- ② 일부 선진국에서만 개발
- ③ 선진국에서는 보편화되었으나 국내최초로 개발
- ④ 국내 및 신흥공업국에 이미 보편화 됨

<표 4-43> 보유기술 중 경쟁력있는 분야 및 취약한 분야

귀사가 보유한 기술 중 가장 경쟁력있는 분야와 취약한 분야는? ()

- ① 개발기획
- ② 제품 및 공정설계
- ③ 고품질 · 고정밀도 생산
- ④ 다품종소량생산
- ⑤ 생산기간
- ⑥ 생산비용
- ⑦ 시험 · 검사

3) 통계지표의 개선안

보유기술수준에 관한 통계지표의 개선은 통계지표의 수가 너무 적으므로 통계지표의 수를 확대하는데서 시작하여야 할 것이다. 그러기 위해서 여기서는 개별중소기업의 기술경쟁력의 평가를 위해 중소기업청에서 개발한 "중소기업 기술경쟁력 평가지표"에서 보유기술수준에 관한 지표를 부분적으로 원용하기로 하겠다. 앞에서 여러 번 지적하였듯이 기술수준지표의 주관성을 보완하기 위하여 기술수준과 관련있는 지표들을 가급적 많이 사용함으로써 이러한 지표의 수적 다수가 기술수준의 주관성을 보완할 수 있지 않을까 생각한다.

가) 보유기술의 핵심성

어떤 기업의 기술수준을 가장 잘 나타내어주는 지표 중의 하나는 그 기업의 핵심기술 보유정도일 것이다. 일반적으로 첨단기업일수록 핵심기술을 많이 보유하고 있으며 이들은 이러한 핵심기술을 이용한 첨단제품을 생산하거나 기술료를 받고 핵심기술을 다른 기업

에 빌려주기도 한다. 이러한 면에서 핵심기술과 비핵심기술의 보유비율은 기술수준의 지표로서 손색이 없을 것이다. 그러나 다만 핵심기술과 비핵심기술을 구별함에 있어서 주관성이 크게 개입되는 문제점이 있음이 이 지표의 단점이라고 할 수 있다.

<표 4-44> 보유기술의 핵심성 측정지표(案)

귀사가 보유한 기술을 다음의 기술별로 그 보유비율을 기입하시오.		
핵심중요기술	대체로 중요기술	보통 기술
%	%	%

나) 보유기술 중 경쟁력있는 분야 및 취약한 분야

기업이 보유한 기술 중 경쟁력있는 기술은 어떤 것이며, 취약한 기술은 어떤 것인지를 파악함으로써 그 기업의 기술수준을 파악할 수 있다. 그러므로 경쟁력있는 기술과 취약한 기술에 관한 것도 기술지표로서 중요한 역할을 한다. 이 지표는 기업의 기술을 설계/개발 기술, 소재기술, 직접생산기술, 시험·검사기술, 디자인기술, 그리고 시스템통합·조정 및 생산기획기술의 6개 부문으로 분류하고 응답자로 하여금 경쟁력의 정도에 따라 그 순위를 매기게 함으로써 도출할 수 있다.

<표 4-45> 보유기술중 경쟁력있는 분야 및 취약분야의 측정지표(案)

귀사가 보유한 다음의 기술들에 대해 경쟁력이 있는 순서대로 기입해 주십시오. (1순위 : , 2순위 : , 3순위 : , 4순위 : , 5순위 : , 6순위 :)					
① 설계/개발	② 소재	③ 직접생산	④ 시험·검사	⑤ 디자인	⑥ 시스템통합·조정 및 생산기획

다) 보유기술의 신규성·독창성·모방난이성

보유기술의 수준을 나타내는 지표로서 기술의 신규성·독창성·모방난이성을 들 수 있다. 기업이 보유한 기술이 세계 최초로 개발된 것이라든지, 유사기술이 전혀 없는 것이라면 그 기술의 수준은 매우 높다고 할 수 있을 것이다. 그러나 신규성 및 독창성에서 우수한 기술도 그 기술의 모방이 쉽다면 기술수준이 높다고 보기는 어려울 것이다. 이런 점

에서 기술의 신규성·독창성·모방난이성은 보유기술의 수준을 나타내는 통계지표가 될 수 있을 것이다.

<표 4-46> 보유기술의 신규성·독창성·모방난이성 측정지표(案)

<input type="checkbox"/> 귀사가 보유한 기술의 신규성은? ()
① 세계최초로 개발
② 일부 선진국에서만 개발
③ 선진국에서는 보편화되었으나 국내최초로 개발
④ 국내 및 신흥공업국에 이미 보편화 됨
<input type="checkbox"/> 귀사가 보유한 기술의 독창성은? ()
① 완전 독창적으로 유사기술이 전혀 없음
② 유사 및 대체기술이 약간 있음
③ 유사 및 대체기술이 많음
<input type="checkbox"/> 귀사가 보유한 기술의 모방가능성은? ()
① 모방이 전혀 불가능함
② 모방이 어느 정도 가능함
③ 모방의 가능성성이 높음

라) 기술의 생명주기상의 위치

기술은 일반적으로 도입기, 성장기, 성숙기, 쇠퇴기 그리고 사양기의 생명주기를 가지고 있다. 보유한 기술의 수준은 그 기술이 기술의 생명주기상의 어디에 위치하느냐에 따라 달라진다. 기술이 도입기에 있다면 그 기술은 앞으로 상당히 오랜 기간 동안 사용이 가능하므로 그 기술은 대단히 중요한 기술이라고 할 수 있을 것이다. 그러나 반대로 쇠퇴기에 있다면 곧 그 기술은 사양기에 접어들 것이므로 기술로서의 중요성은 상당히 낮다고 할 수 있을 것이다. 따라서 보유기술의 생명주기상의 위치, 역시 기술지표로서 중요하다고 할 수 있을 것이다.

<표 4-47> 보유기술의 생명주기상 위치 측정지표(案)

귀사가 보유한 기술은 기술의 생명주기 중 어디에 해당합니까? ()				
① 도입기	② 성장기	③ 성숙기	④쇠퇴기	⑤ 사양기

마) 신기술 및 유사기술의 출현 및 대체속도

신기술 및 유사기술의 출현 및 대체속도도 기술수준에 영향을 미친다. 기업이 보유한 기술수준이 현재에는 독점성을 가져 그 기술의 수준이 대단히 높다고 하더라도 이를 대체할 수 있는 신기술 또는 유사기술이 가까운 장래에 개발되어질 수 있다면 현재의 기술은 그 효력이 가까운 장래에 급감할 것이기 때문에 그 기술의 현재수준이 높다고 보기是很 어려울 것이다. 이러한 뜻에서 신기술 및 유사기술의 출현 및 대체속도는 기술수준을 나타내는 기술지표로 볼 수 있을 것이다. 신기술 및 유사기술의 출현 및 대체속도는 기술개발의 위험성과 난이도 그리고 산업재산권으로서의 법적 보호 여부 등에 의해 좌우된다.

<표 4-48> 신기술 및 유사기술의 출현 및 대체속도 측정지표(案)

귀사가 보유한 기술과 경쟁할 수 있는 신기술 및 유사기술의 출현 및 대체속도는 다음 중 어디에 해당합니까? ()				
① 아주 빠름	② 빠름	③ 보통	④ 느림	⑤ 아주 느림

3. 기술개발의 성과 부문

가. 기술개발 실적 및 효과

1) 기술개발 건수

가) 통계조사 지표

기업의 기술개발활동에 따른 결과는 양적인 측면과 질적인 측면으로 나타날 수 있다. 이 가운데 기술개발 건수는 양적인 기술개발 실적을 대표하는 지표중 하나로서, 조사대상

기업이 1년 동안 제품 및 공정에 관련하여 몇 건의 기술개발을 시도하였으며, 또한 그 중 개발을 완료한 건수는 몇 건인지 등에 대하여 측정하여야 할 것이다.

뿐만 아니라 제품과 관련하여 기술개발을 수행한 경우 완료된 개발기술의 제품화실현 실적을 조사하여 기술개발활동의 유효성을 평가하는 자료로 이용할 수 있다.

<표 4-49> 기술개발 건수 측정지표(案)

(단위 : 건)

구 분		총 개발시도 건수	개발완료 건수	개발기술의 제품화·사업화 건수
제품관련 기술개발	신제품개발	건	건	건
	기존제품개선	건	건	건
공정관련 기술개발	신공정개발	건	건	건
	기존공정개선	건	건	건

주 : 기술개발 수행실적이 있는 부문의 연간 기술개발 건수, 제품화 및 사업화 건수를 기록

나) 통계의 생산

<표 4-49>의 기술개발 건수에 대한 조사지표 및 앞서 제안한 기술개발비 조사지표를 통하여 생산할 수 있는 통계표는 다음과 같다.

- 신제품 개발 건수(업종별, 규모별, 업종 및 규모별)
- 기존제품의 개선 건수(업종별, 규모별, 업종 및 규모별)
- 신공정 개발 건수(업종별, 규모별, 업종 및 규모별)
- 기존공정의 개선 건수(업종별, 규모별, 업종 및 규모별)
- 개발기술의 제품화 건수(업종별, 규모별, 업종 및 규모별)
 - 신제품 개발 및 기존제품 개선 別
- 기술개발 1건당 평균 기술개발비 투자액(업종별, 규모별, 업종 및 규모별)
 - 신제품 개발, 기존제품 개선, 신공정 개발, 기존공정 개선 别

2) 기술개발 효과

가) 통계조사 지표

기술개발활동에 따른 효과는 기술개발의 목적 및 해당 기업이 처해있는 상황에 따라 상이하게 나타날 수 있다. 즉, 동일한 내용과 수준의 기술개발을 하였음에도 어떤 기업은

그 효과를 매우 긍정적으로 평가할 수 있는 반면, 어떤 기업은 효과가 낮다고 평가할 수 있기 때문이다.

이러한 이유는 기술개발의 효과가 기업마다 주관적인 기준에 의하여 평가될 수 밖에 없는 사항이기 때문이다. 따라서 기술개발의 효과를 측정함에 있어서 보다 객관적인 자료를 얻기 위해서는 응답자의 주관에 의지할 수 밖에 없는 지표(예를 들어 리커트 5점 척도)를 지양하고, 기술개발을 통하여 어떤 부분에서 어느 정도의 효과를 거두었는지를 측정하는 것이 오히려 바람직할 것으로 판단된다. 이 때 기술개발을 통한 효과는 기술개발 전과 비교하여 기술개발후의 매출, 거래선, 신분야진출, 수입대체, 생산비, 품질, 생산기간 등에 있어서의 수준 변화를 측정하도록 하였다.

한편, 이렇게 조사된 자료는 그 결과 자체만으로도 의미가 있으며, 또한 중소기업이 어떤 목적(동기)을 가지고 기술개발을 하게 되었는지에 대한 조사결과와의 비교를 통하여 기술개발 목적의 달성여부를 확인하는데도 이용될 수 있을 것이다.

<표 4-50> 기술개발 효과의 측정지표(案)

구 분	매출증가	거래선 확 대	신분야 진 출	수입대체	생산비 절 감	품질향상	생산기간 단축
효 과	%	%	%	%	%	%	%

주 : 기술개발 전과 비교하여 기술개발로 인한 증감내용을 %로 기재

나) 통계의 생산

<표 4-50>의 기술개발 건수에 대한 조사지표 및 앞서 제안한 기술개발비 조사지표를 통하여 생산할 수 있는 통계표는 다음과 같다.

- 기술개발의 효과(가중누계) (업종별, 규모별, 업종 및 규모별)
- 기술개발의 효과(1순위) (업종별, 규모별, 업종 및 규모별)
- 기술개발의 효과(2순위) (업종별, 규모별, 업종 및 규모별)
- 기술개발의 효과(3순위) (업종별, 규모별, 업종 및 규모별)

나. 기술의 권리(산업재산권)

1) 통계조사 지표

가) 특허

특허는 가장 중요한 산업재산권의 하나로서 기술개발의 성과와 관련해서도 그 의미가 매우 크다고 할 수 있다. 특히 기술개발 성과의 양적 측면보다는 질적인 측면의 성격이 강하며, 특정 기간동안의 특허 신청 및 등록건수는 기술개발의 성과지표로 활용할 수 있는 반면에 특정 시점에서의 특허 보유건수는 해당 기업의 기술수준을 나타내는 유의한 지표로 이용될 수 있다.

한편 OECD는 각국의 특허자료를 기술지표로 사용할 수 있도록 국제적 표준화 지침인 Patent 매뉴얼을 만들었으며, 이는 특허통계의 이용에 있어 국가간의 일치된 방법론을 제공하는 것으로 우리나라도 이에 근거하여 과학기술연구개발활동조사에서 특허현황을 조사하고 있다.

따라서 중소기업의 특허 출원 및 등록건수에 대한 조사에서도 과학기술연구개발활동조사의 지표를 준용하는 것이 바람직할 것이며, 이에 추가하여 특허 보유건수를 조사함으로써 간접적인 기술수준 제시지표로 이용할 수 있을 것이다.

<표 4-51> 산업재산권 현황 측정지표(案)

(단위 : 건)

구 분	특 허			실용신안		
	출 원	등 록	보 유	출 원	등 록	보 유
국 내						
해 외						
합 계						

- 주 : 1) 출원 및 등록건수는 1년 동안의 실적만을 기록
2) 보유건수는 현재 보유중인 특허 및 실용신안건수를 기록

나) 실용신안권

산업재산권에는 특허와 함께 실용신안권, 상표권, 의장권, 저작권 등이 있으며, 이 중 특허권 다음으로 많이 활용되는 기술에 대한 권리가 실용신안권이라고 볼 수 있다.

실용신안권은 공업소유권의 일종으로 실용신안법에 의하여 실용신안을 등록한 자가 독점·배타적으로 그 실용신안상에 가지는 지배권을 말하며, 이는 등록상표를 지정상품에 독점적으로 사용할 수 있는 권리인 '상표권'과 의장(意匠)을 등록한 자가 그 등록의장에

대하여 향유하는 독점·배타적 권리인 ‘의장권’, 문학·학술 또는 예술의 범위에 속하는 창작물인 저작물에 대한 배타적·독점적 권리인 ‘저작권’ 등과 비교하여 기업의 기술개발 활동에 보다 직접적으로 관련되는 지표라고 볼 수 있다.

따라서 중소기업의 기술개발활동 성과지표의 하나로 적용할 필요성이 있으며, <표 4-51>과 같이 특허권에 대한 조사와 병행하는 것이 좋을 것이다.

2) 통계의 생산

가) 특허관련 통계

- 연간 특허 출원 건수(업종별, 규모별, 업종 및 규모별)
- 연간 특허 등록 건수(업종별, 규모별, 업종 및 규모별)
- 특허 보유 건수(업종별, 규모별, 업종 및 규모별)

나) 실용신안관련 통계

- 연간 실용신안 출원 건수(업종별, 규모별, 업종 및 규모별)
- 연간 실용신안 등록 건수(업종별, 규모별, 업종 및 규모별)
- 실용신안 보유 건수(업종별, 규모별, 업종 및 규모별)

다. 기술의 거래

1) 통계조사 지표

기업은 자체적으로 기술개발이 불가능하거나 보다 향상된 수준의 기술을 보유·활용 할 필요가 있을 때 외부와의 공동기술개발 내지 개발된 기술의 도입을 추진하게 된다. 그리고 이와 같은 공동기술개발이나 기술도입의 거래 당사자는 국내·외의 기업, 연구소, 공공기관 등이 될 수 있다.

이 가운데 특히 기술의 도입과 수출이 국가간에 발생하는 부분을 기술무역수지라고 하며, OECD는 기술무역자료를 기술지표로 사용할 수 있도록 하기 위해 국제적 표준화 지침인 TBP 매뉴얼을 작성하였다. 이는 기술무역통계의 생산에 있어 국제비교의 가능성 을 담보하기 위한 것으로서 국가간에 동일한 방법론을 적용하게 하는데 목적이 있으며, 우리나라도 이에 근거하여 과학기술연구개발활동조사에서 기술의 도입과 수출에 대한 통 계를 조사·발표하고 있다.

따라서 중소기업의 기술거래에 대한 조사지표를 설계함에 있어서도 국제기준인 TBP 매뉴얼을 준용하는 것이 바람직할 것이며, 다만 기술무역수지가 국제적 거래만을 대상으로 하고 있으므로, 국내에서의 기술거래실적을 파악하기 위하여 과학기술연구개발활동조

사에서 사용하고 있는 조사지표에 국내부분의 기술거래를 조사하기 위한 지표를 추가할 필요성이 있다.

가) 기술도입

기술거래는 국내외를 총괄한 기술의 도입과 이전을 말하며, 기술무역은 기술거래 중에서 그 대상이 해외인 기술의 도입과 수출을 의미한다. 그러나 거래대상과 관계없이 기술거래의 형태는 동일한 기준이 적용되어야 하며, 이는 TBP 지침에서 제안하고 있는 다음과 같은 거래유형을 준용하는 것이 바람직할 것이다.

- ① 특허 및 노하우 : 특허 및 특허화되지 않은 발명의 거래, 특히 라이센싱, 노하우의 전수
- ② 상표, 의장, 패턴 : 상표 라이센싱, 독점판매권
- ③ 기술서비스 : 사전적 기술조사 및 엔지니어링 작업, 일반적 기술지도

이에 따라 기술도입 실적은 위와 같은 형태의 기술거래에 대하여 국내와 해외 부분으로 구분하여 조사할 수 있도록 지표를 설계하였으며, 중소기업의 현실을 고려할 때 해외로부터의 기술도입보다 국내에서의 기술도입 실적이 상대적으로 높기 때문에 과학기술연구개발활동조사의 지표에 국내에서의 기술도입실적 항목을 추가하였다.

나) 기술이전

기술의 이전 역시 기술도입과 마찬가지로 그 대상을 국내와 해외로 구분하여 조사하도록 지표를 설계하였으며, 대상으로 하는 거래의 형태 또한 기술도입에서 대상으로 하는 특허 및 노하우, 상표·의장·패턴, 기술서비스 등으로 동일하다.

2) 통계의 생산

기술도입 및 기술이전 등 기술거래 실적에 대한 조사지표를 통하여 생산할 수 있는 통계표는 다음과 같다.

- 신규 기술도입 건수(업종별, 규모별, 업종 및 규모별)
- 기존 기술도입 건수(업종별, 규모별, 업종 및 규모별)
- 신규 기술도입대가(업종별, 규모별, 업종 및 규모별)
- 기존 기술도입대가(업종별, 규모별, 업종 및 규모별)
- 신규 기술이전 건수(업종별, 규모별, 업종 및 규모별)
- 기존 기술이전 건수(업종별, 규모별, 업종 및 규모별)
- 신규 기술이전대가(업종별, 규모별, 업종 및 규모별)

- 기존 기술이전대가(업종별, 규모별, 업종 및 규모별)
- 기술수출액(업종별, 규모별, 업종 및 규모별)
- 기술무역수지(업종별, 규모별, 업종 및 규모별)

<표 4-52> 기술도입건수 및 기술도입액 측정지표(案)

(단위 : 건, 천원)

거래대상	구 분	기술도입 계약건수 및 기술도입액(기술료)			
		2001년도 신규계약		기술료를 계속 지불하는 기존계약	
		건수	기술도입대가	건수	기술도입대가
국 내					
해 외	미 국				
	일 본				
	독 일				
	프 랑 스				
	영 국				
	서 유럽				
	러 시 아				
	중 국				
	동 구 권				
	동 남 아				
	기 타				
	소 계				
	합 계				

주 : 다음의 범주에 해당하는 기술도입 실적을 대상으로 기재하여 주십시오.

- 특허 및 특허혁신의 이전, 특허사용권, 노하우의 전수
- 상표·의장 및 실용신안 거래(판매, 사용권, 독립판매권 등)
- 기술용역 : 기술검토 및 엔지니어링, 일반적 기술지원

<표 4-53> 기술이전건수 및 기술이전료 측정지표(案)

(단위 : 건, 천원)

거래대상 구 분	기술이전 계약건수 및 기술이전료(기술료)			
	2001년도 신규계약		기술료를 계속 받고 있는 기존계약	
	건수	기술이전대가	건수	기술이전대가
국 내				
해 외 (기술 수출)	미 국			
	일 본			
	독 일			
	프 랑 스			
	영 국			
	서 유 럽			
	러 시 아			
	중 국			
	동 구 권			
	동 남 아			
기 타				
소 계				
합 계				

주 : 다음의 범주에 해당하는 기술이전 실적을 대상으로 기재하여 주십시오.

- 특허 및 특허혁신의 이전, 특허사용권, 노하우의 전수
- 상표 · 의장 및 실용신안 거래(판매, 사용권, 독립판매권 등)
- 기술용역 : 기술검토 및 엔지니어링, 일반적 기술지원

4. 애로기술 및 기술개발 저해요인

가. 개요

향후 중소기업 기술통계는 “중소기업기술혁신촉진법” 제8조에 입각하여 중소기업의 기술개발활동과 관련한 기술인력의 보유실태, 기술개발투자실적, 기술경쟁력 및 기술수준 등의 계량적인 지표 이외에도 다수의 정성적인 지표를 개발 · 활용해야 할 필요성이 매우 크다.

이는 중소기업 기술통계 작성의 목적이 중소기업의 기술개발동향을 파악하는 동시에 그에 수반되는 애로사항 등을 파악함으로써 중소기업에 대한 기술개발지원을 위한 기초 자료로서 활용하기 위한 것이기 때문이다.

이에 따라 중소기업의 기술개발활동에서 보여지는 여러 가지 특성과 기술개발 과정에 서의 애로사항 및 정책적 견의사항 등에 대한 조사항목이 마련되어야 할 것이다.

중소기업기술혁신촉진법 제8조에서 규정하고 있는 중소기업 기술통계의 작성에 관한 내용은 다음과 같다.

중소기업기술혁신촉진법 제8조(중소기업기술통계 작성)

- ① 중소기업청장은 촉진계획의 효율적인 수립·추진을 위하여 중소기업 기술통계(이하 "기술통계"라 한다)를 작성하여야 한다.
- ② 기술통계에는 다음 각호의 사항이 포함되어야 한다.
 1. 중소기업의 기술경쟁력 및 기술수준
 2. 중소기업 애로기술 및 기술관련 취약요인
 3. 국내·외 기술동향분석
 4. 중소기업 기술인력 실태
 5. 시험·검사장비 실태
 6. 그 밖에 촉진계획 수립을 위하여 필요한 사항
- ③ 통계법은 기술통계 작성에 이를 준용한다.
- ④ 중소기업청장은 통계법 제20조의 규정에서 정하는 범위안에서 대통령령이 정하는 바에 따라 기술통계 작성에 관한 권한의 일부를 중소기업협동조합법에 의한 중소기업협동조합중앙회의 장에게 위탁할 수 있다.
- ⑤ 기술통계 작성 대상의 범위·조사대상 등에 관하여 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.

이러한 측면에 기초하여 이하에서는 중소기업이 안고 있는 애로기술과 기술개발활동을 수행하는 과정에서 부딪히는 현실적 애로 및 문제점 등에 대하여 현행의 중소제조업 기술개발활동실태조사에서 조사하고 있는 지표를 위주로 정리하고자 한다.

한편, 이와 같은 중소기업의 애로기술 및 기술개발과정상의 애로사항 등은 경제적 여건과 기술의 진보, 그리고 그 밖의 요인들에 의해 변화할 수 있는 성격으로서, 이에 대한 조사지표는 기본적인 틀에서 크게 벗어나지 않는 범위내에서 매년도의 조사시마다 필요에 따라 다소의 수정·보완이 이루어져야 할 것으로 보인다.

나. 중소기업의 애로기술

1) 통계조사 지표

애로기술에 대한 조사는 중소기업의 업종, 규모 등의 다양성으로 인하여 개별 기술에 대한 조사지표의 설계 및 실사가 현실적으로 불가능하다. 따라서 기술의 진행 단계별로 어떤 부분의 기술이 가장 취약한지를 조사함으로써, 그 결과를 토대로 중소기업에 대한 기술지원시책의 방향을 정립하는 것이 보다 바람직할 것으로 보인다.

이 경우 중소기업이 안고 있는 기술상의 취약성을 설계기술, 소재기술, 생산(조립·가공)기술, 시험·검사기술, 디자인 기술, 시스템관리·통합 및 생산기획 등으로 구분하여 그 현황을 파악하는 것이 적절할 것으로 판단된다. 그리고 이를 통해 전년도의 조사결과와 비교하여 취약 부문의 변화추이를 살펴봄으로써 중소기업의 기술수요에 대한 예측을 할 수 있을 것이다.

<표 4-54> 애로기술 부문의 측정지표(案)

귀사의 경우 다음중 가장 취약한 기술은 무엇입니까? ()						
① 설계기술	② 소재기술	③ 생산(조립·가공)기술	④ 시험·검사기술	⑤ 디자인 기술	⑥ 시스템관리·통합 및 생산기획	⑦ 기타()

2) 통계의 생산

- 애로기술 부문(업종별, 규모별, 업종 및 규모별)
- 전년 대비 애로기술 부문의 변화(업종별, 규모별, 업종 및 규모별)

다. 기술개발과정의 애로 및 문제점

1) 통계조사 지표

중소기업이 기술개발을 수행하는 과정에서 겪는 애로 내지 문제점은 개발과정의 단계별로 나타날 수 있다. 이에 중소제조업기술개발활동실태조사에서는 기획 및 설계, 개발, 생산, 상품화(판매) 등의 과정별로 행정절차, 자금조달, 기술개발, 인력확보, 판로개척 등의 애로사항을 별도로 조사하고 있다.

그러나 기술개발에서의 애로사항을 기술개발 프로세스 단계별로 조사하기 보다는 자

체기술개발의 문제점, 공동기술개발에서 겪는 애로사항, 기술 개발이후의 상품화과정의 애로, 그리고 산업재산권이나 품질 및 기술인증 과정에서 겪는 어려움 등에 대하여 조사하는 것이 바람직할 것으로 보이며, 공동기술개발 과정의 애로사항을 제외한 나머지 조사지표는 기존 중소제조업기술개발활동실태조사의 조사표를 그대로 적용하도록 하였다.

가) 자체기술 개발시 애로사항

<표 4-55> 자체기술개발 애로사항 측정지표(案)

귀사에서 자체적으로 기술개발을 수행하면서 겪은 가장 큰 어려움은 무엇입니까? ()					
① 기술개발 인력부족	② 연구시설·기자재 부족	③ 기술개발 자금부족	④ 기술정보 부족 및 획득의 어려움	⑤ 기술개발 경험부족	⑥ 기타()

나) 공동기술 개발시 애로사항

<표 4-56> 공동기술개발 애로사항 측정지표(案)

귀사에서 외부기관과 공동으로 기술개발을 수행하면서 겪은 가장 큰 어려움은 무엇입니까? ()					
① 기술개발기간의 장기화	② 높은 개발비용	③ 커뮤니케이션의 어려움	④ 개발기술의 현실성 부족	⑤ 적합한 외부기관의 부재	⑥ 기타()

다) 개발기술 상품화 과정에서의 애로사항

<표 4-57> 개발기술 상품화과정의 애로사항 측정지표(案)

귀사에서 기술개발을 통한 신제품 개발후 상품화를 추진하면서 겪은 애로사항은 무엇입니까? ()							
① 개발후 유사제품 출현	② 산업재산권 획득후 보호가 안됨	③ 상품화에 필요한 자금부족	④ 시장개척의 어려움 (마케팅력 부족)	⑤ 원료·설비 등의 확보가 어려움	⑥ 수요업체의 까다로운 품질인증 요구	⑦ 공공기관의 우선구매 지원 미흡	⑧ 기타()

라) 산업재산권 또는 인증 획득시의 애로사항

<표 4-58> 산업재산권 또는 인증 획득의 애로사항 측정지표(案)

산업재산권 또는 기술·품질인증 획득시 가장 큰 애로사항은 무엇입니까? ()					
① 심사 소요기간이 장기간	② 전문 심사관 부족	③ 심사관의 자질부족			
④ 관련법과 부처가 분산·중복	⑤ 전문기술평가기관 없음	⑥ 기타 ()			

2) 통계의 생산

- 자체기술 개발시 애로사항(업종별, 규모별, 업종 및 규모별)
- 공동기술 개발시 애로사항(업종별, 규모별, 업종 및 규모별)
- 개발기술 상품화과정에서의 애로사항(업종별, 규모별, 업종 및 규모별)
- 산업재산권 또는 인증 획득시의 애로사항(업종별, 규모별, 업종 및 규모별)

5. 기술지원제도 평가 및 정책건의

가. 개요

중소기업의 기술애로를 해소하고 기술개발활동을 지원하기 위하여 정부는 각종 기술관련 지원제도를 꾸준히 수립·시행해 오고 있다. 그러나 이러한 정부의 노력에도 불구하고 개별 중소기업의 입장에서는 자금, 세제, 기술, 정보, 판로 등 기술개발과 관련된 여러 분야에서 정부의 지원이 미흡하다고 평가하고 있으며, 일부 제도의 경우 인지도가 낮아 활용도 및 지원제도의 효과가 크게 저해되고 있는 실정이다.

모든 정책은 적재적소의 원칙에 입각하여야 하며, 이러한 측면에서 볼 때 현행 제도에 대한 평가와 분석은 향후 보다 효과적인 제도 및 시책을 마련하는데 있어서 가장 좋은 자료가 된다고 볼 수 있다.

이와 같이 현행 제도에 대한 면밀한 평가와 더불어 실제로 기술개발활동을 수행하는 중소기업들이 현장에서 피부로 느끼는 바람직한 지원제도의 방향에 대해 살피고, 이를 제도에 적극 반영하는 것이야말로 기술개발 지원정책이 지향해야 할 최종의 목표라고 말할 수 있을 것이다.

이러한 점에서 볼 때, 현행 중소제조업기술개발활동실태조사는 상당부분에서 계수통계

의 범위를 벗어나 있지만 동 조사의 목적적합성에는 부합된다고 하겠다. 따라서 이하에서는 중소제조업기술개발활동실태조사에서 조사하고 있는 현행 기술개발지원제도에 대한 평가지표와 기술개발 지원시책의 방향에 대한 조사지표를 정리·제시하고자 한다.

하지만, 이 부분에 대한 조사의 내용은 정책 및 제도의 변화와 중소기업 기술개발 여건의 변화, 그리고 그 밖의 요인들에 의해 수시로 변할 수 있는 성격이므로 이에 대한 조사지표는 상황에 따라 수정·보완되어야 할 것이다.

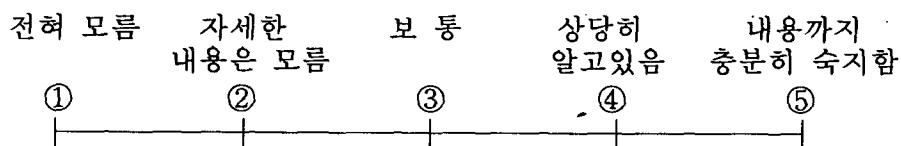
나. 현행 기술개발지원제도에 대한 평가

1) 통계조사 지표

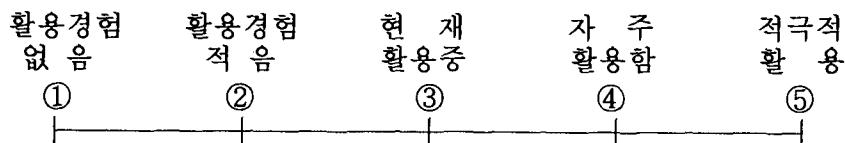
현행 기술개발지원제도에 대한 평가는 일차적으로 제도에 대한 인지도를 조사하고, 다음으로 동 제도의 활용정도, 마지막으로 제도의 활용효과에 대하여 조사하는 현행의 조사방법이 바람직할 것으로 보인다.

참고적으로 현행의 조사지표는 다음과 같이 리커트 5점 척도로 구성되어 있으며, 조사결과는 5점 척도에 대한 응답비율 및 평균치를 제시하고 있다.

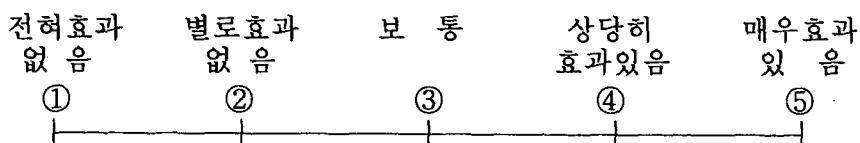
□ 기술개발지원제도에 대한 인지도



□ 기술개발지원제도의 활용정도



□ 기술개발지원제도의 활용효과



<표 4-59> 현행 개발기술지원제도에 대한 평가지표(案)

기술개발지원제도	인지도	활용정도	활용효과
가. 기술개발 및 사업화 지원			
1) 산업자원부의 산업기반기술개발사업	()	()	()
2) 중소기업청의 중소기업기술혁신개발사업	()	()	()
:	()	()	()
나. 기술개발자금 지원			
:	()	()	()
다. 기술지도사업 지원			
:	()	()	()
라. 세제지원			
:	()	()	()
마. 신기술제품의 마케팅 지원			
:	()	()	()
바. 기술정보 지원			
:	()	()	()

주 : 각각의 기술개발지원제도에 대해 인지도 및 활용정도, 그리고 활용효과를 1~5까지 점수를 부여해 주십시오.

2) 통계의 생산

- 개별 기술개발지원제도에 대한 인지도(업종별, 규모별, 업종 및 규모별)
- 개별 기술개발지원제도의 활용도 및 활용효과(업종별, 규모별, 업종 및 규모별)

다. 기술개발 지원시책의 방향

1) 통계조사 지표

현행의 기술개발 지원제도를 활용하면서 문제점으로 느꼈던 사항과 향후 바람직한 기술개발 지원시책의 방향 등에 대한 조사지표는 다음과 같다.

가) 가장 중점이 두어야 할 지원분야

<표 4-60> 향후 중점 지원분야에 대한 측정지표(案)

다음의 기술개발 지원제도중 향후 중점이 두어야 할 분야는 무엇입니까? ()

- ① 기술개발 및 사업화 지원
- ② 기술개발자금 지원
- ③ 기술지도사업
- ④ 세제 지원
- ⑤ 신기술 제품의 마케팅 지원
- ⑥ 기술정보 지원
- ⑦ 기타 ()

나) 기술경쟁력 확보를 위한 지원방안

<표 4-61> 기술경쟁력 확보를 위한 지원방향에 대한 측정지표(案)

귀사의 기술경쟁력 확보를 위해 가장 필요한 지원은 무엇입니까? ()

- ① 선행 기술자료 등 기술정보 제공 강화
- ② 기술 거래(이전) 활성화
- ③ 자금지원
- ④ 인력지원
- ⑤ 품목 및 분야별 기술현황과 유망기술 제공
- ⑥ 기타 ()

다) 기술개발 정책자금 이용의 불만족사항

<표 4-62> 기술개발 정책자금 이용의 불만족사항에 대한 측정지표(案)

기술개발 관련 정책자금 이용시 가장 큰 불만족 사항은 무엇입니까? ()

- ① 지원자격이 제한적
- ② 지원자금 한도부족
- ③ 지원기간이 짧음
- ④ 적기 자금조달 곤란
- ⑤ 지원절차 복잡
- ⑥ 특정분야에 지원이 중복
- ⑦ 심사기준의 불공정
- ⑧ 신용보증 이용 제한
- ⑨ 과도한 담보요구
- ⑩ 금리수준 높음
- ⑪ 기타 ()

라) 기술개발 정책자금 이용 등에 활용되는 기술력 평가기준

<표 4-63> 바람직한 기술력 평가기준에 대한 측정지표(案)

기술개발관련 정책자금 이용 등에 활용되는 기술력 평가 기준으로서 가장 중요하다고 생각하는 사항은 무엇입니까? ()

- ① 기술개발 조직
- ② 기술인력 보유현황
- ③ 시험연구설비 보유현황
- ④ 기술수준
- ⑤ 기술·품질인증
- ⑥ 기술의 독창성
- ⑦ 기술의 실용성
- ⑧ 기술 및 제품의 수명
- ⑨ 가격 경쟁력
- ⑩ 판매처 확보
- ⑪ 기타 ()

마) 기술인력 지원방향

<표 4-64> 기술인력 지원방향에 대한 측정지표(案)

귀사가 바라는 가장 바람직한 기술인력 지원방향은 무엇입니까? ()					
① 실업고급기술인력 지원	② 병역특례 전문연구요원 지원				
③ 전문기술인력을 양성후 중소기업과연 지원	④ 관련대학의 이공계인력 인턴근무 지원				
⑤ 기술정보 수집·검색인력 지원	⑥ 중소기업 현장기술인력에 대한 기술교육				

2) 통계의 생산

- 기술개발 중점지원분야(업종별, 규모별, 업종 및 규모별)
- 기술경쟁력 확보를 위한 지원방향(업종별, 규모별, 업종 및 규모별)
- 기술개발 정책자금 이용의 불만족사항(업종별, 규모별, 업종 및 규모별)
- 기술개발 정책자금 이용 등에 활용되는 기술력 평가기준(업종별, 규모별, 업종 및 규모별)
- 기술인력 지원방향(업종별, 규모별, 업종 및 규모별)

6. 중소기업 기술통계 조사표(案)

이상에서 중소기업기술통계조사의 지표를 기술개발력, 기술경쟁력 및 기술수준, 기술개발 성과, 애로기술 및 저해요인, 기술지원제도 평가 및 정책건의 등 5개 부문으로 분류하고 각 부문별로 현행 지표와 그 문제점을 검토한 후, 지표의 개선·보완 방향을 제시하였으며, 필요한 경우 새로운 지표를 개발·제시하였다.

이와 같은 지표체계의 개선안을 토대로 중소기업 기술통계 조사표를 작성하였으며, 이는 보고서 후미의 <첨부 1>에 제시되어 있다.

제 4 절 기술통계 생산방법의 개선

1. 모집단의 설정

가. 모집단과 표본의 개요

통계학적으로 모집단(population)이란 ‘분석하고자 하는 대상변수 혹은 대상실체들에 대한 가능한 모든 측정치들의 집합’으로 정의된다. 반면 표본(sample)은 ‘전체 모집단의 축도(縮圖) 또는 단면(斷面)이 된다는 가정하에서 모집단에서 선택된 모집단 구성단위의 일부’를 말한다.

그러나 추출한 표본으로부터 얻은 통계량(statistic)과 실제 모집단에서 산출한 모수(parameter)와는 항상 차이가 있게 마련이다. 이 차이를 표본오차(sampling error)라고 하는데, 사실상 실제의 모수를 확실히 알 수 없기 때문에 표본오차 역시 정확히 측정할 수 없는 것이 일반적인 현실이다. 여기서 표본의 적합도라고 하는 것은 최소한의 시간과 경비를 들여 추출한 표본이 분석대상인 모수를 얼마나 정확하게 추정할 수 있느냐에 달려 있다고 말할 수 있다.

따라서 모집단 전체를 대상으로 하는 전수조사를 제외한 여타의 조사에서는 그 표본을 설계함에 있어서 정해진 기간과 예산의 범위내에서 표본오차의 불확실성 및 오차의 범위를 줄여야 된다는 문제에 부딪히게 된다. 즉 표본의 적합도를 향상시켜야 하며, 이때 표본이 지녀야될 조건에 대한 사항, 즉 표본선정시의 고려 조건은 다음과 같다.

- | | | |
|-------------------------|--------------------|-----------------|
| ① 편의성(biasedness) | ② 변동성(variability) | ③ 정확성(accuracy) |
| ④ 재생산성(reproducibility) | ⑤ 합리성(rationality) | ⑥ 비용(cost) |

나. 조사대상 모집단의 결정

중소기업의 기술통계에 대한 변수들을 측정하고자 할 때 그 조사대상을 무엇으로 하는가는 조사의 목적과 중소기업의 범위 등이 함께 고려되어야만 한다. 뿐만 아니라 모집단 자료의 안정적인 획득 가능성도 함께 고려되어야 할 사항이다.

여기서 구체적으로 고려해야 할 사항은 중소기업의 범위와 조사대상 업종을 어떻게 규정할 것인가 하는 점이며, 다음으로는 조사의 목적에 가장 부합되는 대상집단이 무엇인지를 결정하는 것이다.

1) 중소기업의 범위

중소기업의 범위에 대한 기준은 법률에서 규정²⁹⁾하고 있으므로 이를 준용하는 것이 타당하다. 즉, 우리나라의 경우 중소기업은 제조업을 기준으로 상시 종사자수 300인 이하(소기업은 50인 이하)의 기업을 말한다. 다만, 중소기업 통계조사의 기준 집단으로 활용되는 광공업통계조사 및 산업총조사, 사업체기초통계조사 등에서는 종사자수의 분류를 299인 이하(소기업은 49인 이하)로 통계를 생산하고 있기 때문에 일반적으로 중소기업 관련통계 역시 이에 따라 299인 이하의 기업을 대상으로 하고 있다. 한편 각국의 종사자 규모 분류기준을 살펴보면 다음과 같다.

- 미국 · EU : 1~4, 5~9, 10~19, 20~49, 50~99, 100~249, 250~499, 500~999,
1,000인 이상
- 일 본 : 0~4, 5~9, 10~19, 20~29, 30~49, 50~99, 100~299, 300인 이상
- 한 국 : 1~4, 5~9, 10~19, 20~49, 50~99, 100~299, 300~499, 500~999,
1,000인 이상

한편, 모집단 자료의 획득 가능성을 고려할 때 중소기업에 대해 매년 전수조사를 실시하고 있는 광공업통계조사³⁰⁾에서 확보된 업체들을 모집단으로 활용하는 것이 가장 바람직할 것으로 판단된다.

<표 4-65> 광공업통계조사 결과의 중소제조업체수

구 분	'94	'95	'96	'97	'98	'99
사업체수 (개)	전 체	91,372	96,202	97,144	92,138	79,544
	중소기업	90,447 (99.0)	95,285 (99.0)	96,241 (99.1)	91,324 (99.1)	78,869 (99.2)

주 : 중소기업은 5~299인 기준임, ()는 구성비(%)

자료 : 통계청, 「광공업통계조사보고서」, 각년도

이에 따라 중소기업 기술통계의 모집단의 범위는 일차적으로는 5인 이상 299인 이하

29) 중소기업기본법 제2조에서 중소기업의 범위를 고용기준(종사자수)과 재정기준(매출, 자산)에 의해 규정하고 있음.

30) 광공업통계조사는 국가지정통계로서 한국표준분류 중 대분류 「C.광업」 및 「D.제조업」을 영위하는 사업체로서 자영업주 및 무급가족종사자를 포함하여 조사기준 년말 종사자 5인 이상이거나 조사기준 연도의 조업기간 중 월평균 종사자수가 5인 이상의 사업체를 대상으로 통계청에서 전수조사를 실시하고 있음.

의 중소제조업체로 제한된다. 이 경우 통계의 단위는 기업단위(enterprise units)가 아니라 사업체단위(establishment units) 통계가 되게 되며, 최근 6년간의 광공업통계조사 결과 중소제조사업체수의 변화추이는 <표 4-65>와 같다.

2) 조사대상 업종 및 제외 업종

다음으로는 조사대상 업종을 결정해야 한다. 모집단 자료의 획득을 통계청 광공업통계 조사결과의 사업체로 하였기 때문에 한국표준산업분류(KSIC)상의 조사대상 업종은 대부분 류상의 D.제조업이 되며, 중분류상(2-digits)의 업종은 15~37번의 중분류 업종이 그 대상이 된다.

다만, 산업중분류의 16.담배제조업, 20.목재 및 나무제품 제조업, 23.코크스/석유정제품 및 핵연료제조업, 37.재생재료가공처리업은 기술통계 조사대상에서 제외시키는 것이 바람직한데, 이는 해당 업체의 수가 극히 적거나 기술개발활동과는 거리가 먼 업종이기 때문이다.

3) 대상집단의 선정

이상에서 중소기업기술통계조사의 대상집단(모집단)을 전년도말 기준 한국산업분류상 제조업을 영위하는 종업원 5인 이상 299인 이하의 중소제조업체(단, 산업중분류의 16, 20, 23, 37 업종은 제외)로 규정하였으며, 이 경우 '99년을 기준으로 한 모집단의 수는 87,762 개사가 된다.(<표 4-66> 참조)³¹⁾

반면, 현행의 “중소제조기업기술개발활동실태조사”에서는 모집단을 종업원 10인 이상 299인 이하의 중소제조업체(단, 산업중분류의 16, 20, 23, 37 업종은 제외)중 기술개발활동을 수행한 업체 약 7,000개사를 대상집단으로 하고 있다. 그 이유는 기술개발수행실적이 있는 기업을 대상으로 하여야만 중소기업의 기술개발실태와 문제점, 애로사항 및 정책적 전의사항 등의 파악이라는 조사목적 달성을 보다 부합된다고 판단하였기 때문이다. 10인 미만의 소규모업체를 제외시킨 이유도 이와 맥락을 같이한다.

여기서 대상집단을 어떻게 규정할 것인가의 문제, 즉 전체 중소제조업체를 대상으로 할 것인지, 아니면 기술개발활동 수행업체를 대상으로 할 것인지의 문제가 발생한다.

31) '98년을 기준으로 하였을 경우에는 전체 중소제조업체 78,869개사 중 76,846개사가 해당됨.

<표 4-66> 제조업의 업종별 사업체수(5인 이상 업체)

(단위 : 개, %)

업 종	년 도	'95		'96		'97		'98		'99	
		비중		비중		비중		비중		비중	
중소제조업 전체	95,285	100.0		96,241	100.0	91,324	100.0	78,869	100.0	90,449	100.0
15. 음식료품	6,156	6.5		6,155	6.4	6,093	6.7	5,768	7.3	6,308	7.0
16. 담 배	9	0.0		9	0.0	7	0.0	8	0.0	10	0.0
17. 섬유제품	9,660	10.1		9,400	9.8	8,894	9.7	8,052	10.2	9,087	10.0
18. 의복 및 모피제품	8,687	9.1		8,655	9.0	8,212	9.0	6,764	8.6	7,486	8.3
19. 가죽, 가방, 마구류, 신발	3,008	3.2		2,907	3.0	2,610	2.9	2,278	2.9	2,581	2.9
20. 목재 및 나무제품	2,483	2.6		2,386	2.5	2,051	2.2	1,672	2.1	1,893	2.1
21. 펠프, 종이 및 종이제품	2,648	2.8		2,689	2.8	2,614	2.9	2,282	2.9	2,527	2.8
22. 출판, 인쇄 및 기록매체복제	4,792	5.0		4,766	4.9	4,470	4.9	3,939	5.0	4,807	5.3
23. 코크스, 석유정제품, 핵연료	64	0.1		65	0.1	55	0.1	49	0.1	84	0.1
24. 화합물 및 화학제품	2,715	2.8		2,588	2.7	2,576	2.8	2,619	3.3	2,788	3.1
25. 고무 및 플라스틱제품	5,641	5.9		5,989	6.2	5,793	6.3	5,113	6.5	6,113	6.8
26. 비금속광물제품	4,669	4.9		4,523	4.7	4,151	4.5	3,353	4.2	3,544	3.9
27. 제1차금속	2,022	2.1		2,030	2.1	1,951	2.1	1,875	2.4	2,146	2.4
28. 조립금속제품(기계, 장비제외)	9,584	10.1		10,095	10.5	9,895	10.8	8,017	10.2	9,477	10.5
29. 기계 및 장비	12,337	12.9		12,841	13.3	12,179	13.3	10,200	12.9	11,730	13.0
30. 사무, 계산, 회계용기계	645	0.7		605	0.6	585	0.6	559	0.7	706	0.8
31. 전기기계 및 전기변환장치	4,490	4.7		4,616	4.8	4,334	4.7	3,771	4.8	4,549	5.0
32. 영상, 음향, 통신장비	3,447	3.6		3,466	3.6	3,140	3.4	2,728	3.5	3,316	3.7
33. 의료, 정밀, 광학기기, 시계	1,968	2.1		1,988	2.1	1,960	2.1	1,768	2.2	2,010	2.2
34. 자동차 및 트레일러	2,994	3.1		3,285	3.4	3,017	3.3	2,548	3.2	2,955	3.3
36. 기타 운송장비	932	1.0		1,026	1.1	970	1.1	915	1.2	980	1.1
36. 가구 및 기타	6,154	6.5		5,962	6.2	5,502	6.0	4,296	5.4	4,982	5.5
37. 재생재료 가공처리	180	0.2		195	0.2	265	0.3	295	0.4	360	0.4

자료 : 통계청, 광공업통계조사보고서

한편, 이러한 두 가지 대상집단 사이에는 각각 다음과 같은 특징과 장단점이 내포되어 있으며, 본 연구에서는 중소기업 기술통계의 모집단을 임의적으로 확정하기 보다는 이 두 가지 모집단의 장단점을 비교함으로써, 통계생산 주체의 조사목적에 부합하는 모집단을 선택하는데 자료로서 제공하고자 한다.

<표 4-67> 중소기업 기술통계의 모집단 비교

대상집단	전체 중소제조업체 (A案)	중소제조업체중 기술개발수행 실적이 있는 업체 (B案)
모집단의 크기	· 76,846개사 ('99년 광공업통계조사 기준)	· 약 7,000개사 ('99년 광공업통계조사)
제외업종	· 산업중분류 16, 20, 23, 37업종(현행)	좌동
종업원수 기준	· 5~299인	· 10~299인(현행)
모집단 특성치	· 부가가치를 기준으로 이용	· 기술개발비를 기준으로 이용
장점	· 기술개발수행업체와 미수행업체 간의 경영성과 비교가 가능 · 모집단 자료의 확보가 안정적임	· 중소기업 기술개발활동실태의 파악이라는 조사의 목적 적합성이 높음 · 조사의 용이성이 상대적으로 높음 · 기술개발지원제도 수립 등의 정책적 목적에 보다 부합됨
단점	· 조사의 근본 목적을 충실히 달성하기 어려움 · 표본수의 증가로 조사기간 및 예산이 확대됨	· 10인 미만 업체의 기술개발활동에 대한 평가·분석 불가능 · 국제비교 Data가 아님 · 통계청의 기술개발투자업체 명부의 제공이 없어 표본설계만 가능함

2. 표본의 설계 및 추출

가. 표본조사의 개요

사회조사에 있어서 원칙적으로는 조사대상 전체를 조사하는 것이 이상적이지만, 전수조사(全數調查 : complete enumeration)는 너무 방대하여 노력·시간·경비 등이 많이 소요되며, 또한 사실(事實)이란 매우 빨리 변화하므로, 노력·시간 및 비용 등의 면에서 볼 때 전수조사 방법의 일상적 사용에는 현실적으로 난점이 있다. 따라서 사회조사의 경우 흔히 조사대상이 되는 사회현상의 전체적 특성을, 그 전체로부터 추출된 부분, 즉 표본을 관찰·파악함으로써 유추하게 된다. 이를 표본조사(sample survey)라고 하며, 이때 표본은 그것이 모집단을 적절히 대표할 수 있어야만 한다.

즉, 표본조사는 일반적으로 ① 조사의 성격상 전수조사가 불가능할 경우, ② 전수조사가 가능하나 비용·시간 등의 면에서 표본조사가 선호되는 경우에 실시되는데, 예를 들어 파괴(破壞)조사를 수반하는 제품검사는 ①의 경우에 속한다. 반면 오늘날 각종 통계조사나 여론조사가 거의 표본조사를 채용하고 있는 것은 ②의 이유 때문이다.

한편 모집단의 수에 대한 표본수의 비율을 표본추출률이라고 하는데, 조사의 신뢰도와 비용의 크기는 추출률의 수준에 따라 결정되므로 이 양자의 이해를 고려하면서 추출률을 결정하게 된다.

나. 표본 추출방법

정해진 시간과 예산하에서 표본조사의 결과치가 분석대상인 모수를 얼마나 정확하게 추정할 수 있는가 하는 표본의 적합도 문제는 결국 주어진 상황하에서 표본오차를 최대한으로 줄일 수 있는 표본추출방법을 필요로 하게 된다.

일반적으로 표본추출방법에는 확률표본추출법(probability sampling)과 비확률표본추출(non-probability sampling)이 있다. 전자는 모집단의 모든 개체가 표본으로 선정될 확률이 동일하기 때문에 이렇게 추출된 확률표본은 모집단을 대표하는 대표성을 가지게 되며, 통계학적으로 전체집단의 결과를 정확하게 추론할 수 있다. 반면 후자는 대단위의 모집단 중에서 극히 소수에 지나지 않는 소규모의 표본집단만이 필요하거나, 또는 확률의 법칙이 적용될 수 없는 경우에 사용되는 표본추출방법이다.

1) 확률표본추출

가) 단순임의추출법(simple random sampling)

모집단에 포함되어 있는 조사대상을 임의로 추출하여 표본집단을 만드는 방법으로서,

단순무작위추출법이라고도 한다. 이 방법은 확률표본추출법에서 가장 기본이 되는 방법으로 표본추출을 위해 난수표가 사용되기도 한다.

나) 계층임의추출법(systematic random sampling)

계층임의표본추출법은 표집구간을 사용하고 있다는 점 이외에는 단순임의추출법과 이론상으로 동일한 방법이다.

다) 층화임의추출법(stratified random sampling)

조사대상을 특정 속성별로 구분하여 표집하는 방법으로, 예를 들어 조사하고자 하는 모집단이 중소제조업체라고 하면 이를 지역별, 규모별, 업종별 등과 같이 몇 개의 층(strata)으로 구분한 후 이를 각각의 층을 하나의 준모집단(sub-population)으로 간주하여 표집하는 방법이다. 이러한 층화임의추출법은 일반적으로 기업대상 조사에서 가장 많이 사용되는 표본추출 방법이며, 모집단 전체에서 같은 크기의 표본을 단순임의추출법으로 추출하여 사용했을 때보다 추정량의 분산을 줄일 수 있다는 장점이 있다.

일반적으로 사회과학에서의 조사에 있어서 표본을 추출할 때 다음과 같은 이유에서 층화가 필요하다.

- ① 부분집단별로 조사결과의 분석과 비교가 필요한 경우
- ② 모집단의 분포가 한쪽으로 치우쳐 있는 경우
- ③ 조사의 편의성이 높은 경우

라) 집락추출법(cluster sampling)

다단계 임의추출법(multi-stage random sampling)이라고도 불리며, 전국 인구를 대상으로 하는 여론조사와 같이 대단위 모집단이 필요할 때 많이 사용되는 방법이다. 예를 들어 광범위한 지역에 산재해 있는 조사대상 인구를 모두 표본조사할 수 없을 때, 이들 모집단 인구를 몇 개의 집락(cluster 또는 group)으로 나누고 이들 집락 중에서 20개 또는 40개를 골라 표집하는 방법으로, 주로 조사에 소요되는 경비를 절약하기 위한 목적으로 많이 사용된다.

2) 비확률표본추출

가) 편의추출법(convenience or accidental sampling)

이 방법은 조사대상을 손쉽게, 그리고 별다른 경비를 들이지 않고 선정할 수 있을 때 사용된다. 예를 들어 100개의 중소기업에 대한 조사를 수행할 경우, 중소기업협동조합에 회원으로 가입한 업체들을 대상으로 조사하거나, 혹은 은행에 자금대출을 신청하러 오는

업체중 순서대로 100업체를 선정하여 조사하는 방법 등이 이에 해당한다.

나) 유의적 표본추출법(purposive sampling)

판단 표본추출법(judgment sampling)라고도 하며, 조사자의 주관적인 판단에 따라 특정의 특성을 지닌 조사대상 집단을 의도적(purposively)으로 선정하여 조사하는 방법이다. 예를 들어 섬유업종 중소기업의 경영특성을 조사할 경우, 조사자가 대구지역을 선정하여 이 지역 업체들을 대상으로 조사하는 방법이 이에 해당한다. 동 방법은 조사자의 자의적인 판단에 의해 표집대상이 결정되는 만큼 조사자의 판단에 객관성이 결여될 경우 조사 결과의 신뢰성이 상실되게 된다.

다) 할당 표본추출법(quota sampling)

조사대상을 특정 속성별로 구분하여 표집하는 방법이라는 점에서는 비례총화추출법과 유사한 것으로 보이지만, 표본을 추출할 때 무작위로 선별하지 않으며 단순히 해당 속성(예를 들어 업종이나 지역)의 분포율을 그대로 적용한다는 점에서는 차이가 있다.

3) 표본추출방법의 결정

중소기업기술통계조사에서 어떠한 표본추출방법을 적용할 것인지는 기본적으로 조사의 목적과 통계의 활용도, 그리고 조사결과의 신뢰도 등에 의해서 결정된다.

이러한 점들을 고려할 때 표본추출의 방법은 일반적으로 우리나라의 기업대상 통계조사에서 가장 많이 이용되고 있는 총화단순임의추출법(stratified simple random sampling)을 적용하는 것이 바람직할 것으로 판단되며, 이는 위에서 설명한 단순임의추출법과 총화임의추출법을 결합한 것으로 보면 된다.

한편, 현재 동 표본추출 방법을 적용하고 있는 통계조사로는 '중소기업실태조사', '중소제조업기술개발활동실태조사', '중소제조업 경기전망조사', '중소제조업 설비투자전망조사' 및 '중소기업 인력실태조사' 등의 중소기업 관련 통계를 비롯하여 '기업경기조사', '기업경영분석', '노동력수요동향조사', '매월노동통계조사', '임금구조기본통계조사', '고용동향전망조사' 등 많은 주요 통계조사에서 총화단순임의추출법을 통해 표본을 추출하고 있다.

다. 총화방법 및 표본수의 결정

표본추출방법을 총화단순임의추출법으로 할 경우 우선 대상집단을 총화하는 과정이 필요하며, 이 총화기준에 따라 각각의 층에 대한 표본수를 결정해야 한다. 이 때의 총화기준은 중소기업의 주요 분류특성 및 통계 수요자의 필요성 등을 충실히 반영해야 하며,

표본수의 결정은 주어진 신뢰구간에서 표본오차를 어느 정도까지 허용할 것인가에 의해 좌우된다. 뿐만 아니라 조사기간과 예산 및 조사방법도 충화방법 및 표본수의 결정에 중요한 영향을 미친다.

1) 충화기준

중소기업의 특성에 따른 대상집단의 구분, 즉 충화방법은 산업중분류에 따라 1차 충화(19개 업종)한 후, 이에 대하여 다시 종업원 규모에 따라 2차 충화(4개 규모)하도록 하며, 구체적인 내용은 다음과 같다.

□ 1차 충화 : 산업중분류 19개

□ 2차 충화 : 종업원규모 4개

- A案 : 모집단을 5인 이상 299인 미만의 전체 중소제조업체로 할 경우
 - 1규모 : 5인 ~ 19인
 - 2규모 : 20인 ~ 49인
 - 3규모 : 50인 ~ 99인
 - 4규모 : 100인 ~ 299인
- B案 : 모집단을 10인 이상 299인 미만의 기술개발실적이 있는 중소제조업체로 할 경우
 - 1규모 : 10인 ~ 19인
 - 2규모 : 20인 ~ 49인
 - 3규모 : 50인 ~ 99인
 - 4규모 : 100인 ~ 299인

2) 표본수의 결정

한편 충화된 계층별 표본수의 결정은 일반적으로 이용되고 있는 Neyman의 최적배분법을 적용하도록 하며, 동 최적배분법에 의한 산업중분류 및 종업원 규모별 표본수 결정식은 다음과 같다.

다만, 이때 어떤 속성을 기준으로 모집단을 충화할 것인지는 동 중소기업기술통계조사가 기술개발과 관련된 것이므로 중소기업의 기술개발활동을 가장 잘 대표할 수 있는 지표중 하나인 기술개발비를 이용하는 것이 바람직할 것이나, 전제 중소제조업을 모집단으로 할 경우에는 기술개발실적이 없는 업체의 경우 기술개발비가 없으므로 부가가치액을 기준으로 하도록 한다.

한편 본 연구에서는 표본의 설계에 있어서 신뢰수준(confidence level) 95%, 허용오차 10%(즉, 목표정도 5%)를 기준으로 하여 표본수를 결정하였다.

□ 산업종분류별 표본수 결정공식 (신뢰수준(t_α) = 95%, 허용오차(ε) = 0.10)

- 산업종분류별 표본수 : $n = \frac{(\sum N\sigma)^2}{(V \times \sum NX)^2 + \sum N\sigma^2}$
- 산업종분류별 · 종업원규모별 표본수 : $n_s = n \times \frac{N\sigma}{\sum N\sigma}$

※ 기호 설명

- n : 표본수
- N : 모집단 사업체수
- X : 각층의 부가가치 또는 기술개발비
- σ : 사업체 부가가치 또는 기술개발비의 표준편차
- σ^2 : 사업체 부가가치 또는 기술개발비의 분산
- V : 목표정도 ($\frac{\varepsilon}{t_\alpha}$: ε =허용오차 t_α =신뢰계수)

라. 표본설계 결과

<표 4-68> 표본설계 결과(5인 이상 중소제조업체)

산업	업종명	전체		1규모 5~19인		2규모 20~49인		3규모 50~99인		4규모 100~299인	
		모집단	표본	모집단	표본	모집단	표본	모집단	표본	모집단	표본
중소제조업		87,762	5,788	64,413	1,665	16,064	1,363	4,734	1,045	2,551	1,715
15	음식료품	6,281	455	4,517	61	1,121	57	394	88	249	249
17	섬유제품	9,048	391	6,431	126	1,756	88	587	90	274	87
18	의복 및 모피제품	7,449	586	5,558	244	1,456	134	310	88	125	120
19	가숙, 가방, 마구류 및 신발	2,573	225	1,898	75	481	48	128	36	66	66
21	펄프, 종이 및 종이제품	2,523	184	1,954	59	394	30	111	31	64	64
22	출판, 인쇄 및 기록매체제작업	4,792	335	4,090	127	505	78	130	63	67	67
24	화합물 및 화학제품	2,776	324	1,745	46	564	43	254	65	213	170
25	고무 및 플라스틱제품	6,094	271	4,422	80	1,189	74	334	51	149	66
26	비금속광물제품	3,524	484	2,494	186	786	161	159	53	85	84
27	제1차금속산업	2,141	254	1,316	56	530	60	169	52	126	86
28	조립금속제품	9,427	313	7,509	120	1,405	79	371	59	142	55
29	기타기계 및 장비	11,705	265	9,004	90	2,002	63	479	54	220	58
30	사무, 계산 및 회계용기계	705	130	402	25	189	15	71	47	43	43
31	전기기계 및 전기변환장치	4,534	234	3,229	52	852	55	284	35	169	92
32	영상, 음향 및 통신장비	3,308	380	1,911	75	855	93	330	74	212	138
33	의료, 정밀, 광학기계 및 시계	2,004	130	1,524	38	335	24	92	15	53	53
34	자동차 및 트레일러	2,947	370	1,736	56	735	131	278	53	198	130
35	기타운송장비	979	162	546	30	296	59	107	43	30	30
36	가구 및 기타	4,952	295	4,127	119	613	71	146	48	66	57

주 : 1) 산업중분류상 16, 20, 23, 37업종 및 5~299인 업체중 대기업계열사 등은 제외함.
 2) 최적배분법에 의해 할당된 표본수가 모집단을 초과하는 경우 초과되는 부분은 절사함.

<표 4-69> 표본설계 결과(기술개발실적이 있는 업체)

산 업	업 종 명	전 체		1규모 10~19인		2규모 20~49인		3규모 50~99인		4규모 100~299인	
		모집단 표본	모집단 표본	모집단 표본	모집단 표본	모집단 표본	모집단 표본	모집단 표본	모집단 표본	모집단 표본	모집단 표본
	중소제조업중 기술개발업체	6,930	2,732	2,130	460	2,502	714	1,257	549	1,041	1,024
15	음 식 료 품	426	246	120	68	143	43	89	61	74	74
17	섬 유 제 품	324	194	74	13	111	46	78	78	61	57
18	의 복 및 모피제 품	96	67	27	13	37	22	15	15	17	17
19	가축, 가방, 마구류 및 신발	133	50	39	5	45	6	30	20	19	19
21	펄프, 종이 및 종이제 품	100	45	38	6	31	14	16	16	15	9
22	출판, 인쇄 및 기록매체복제업	76	62	31	18	20	21	19	19	6	4
24	화합물 및 화학제 품	668	204	161	7	232	32	143	33	132	132
25	고무 및 플라스틱제 품	510	172	148	9	195	64	96	28	71	71
26	비금속광물제 품	258	206	98	61	99	91	34	27	27	27
27	제1차금속산업	210	87	39	6	75	14	40	11	56	56
28	조립금속제 품	515	159	189	41	199	50	71	12	56	56
29	기타기계 및 장비	1,288	371	449	53	508	102	200	85	131	131
30	사무, 계산 및 회계용기계	131	68	45	40	41	2	23	4	22	22
31	전기기계 및 전기변환장치	578	101	169	2	207	5	111	3	91	91
32	영상, 음향 및 통신장비	623	323	175	74	220	69	118	70	110	110
33	의료, 정밀, 광학기계 및 시계	288	54	106	5	108	9	37	3	37	37
34	자동차 및 트레일러	361	162	77	11	118	25	78	38	88	88
35	기타운송장비	84	20	26	4	33	4	18	5	7	7
36	가구 및 기타	261	156	119	24	80	80	41	21	21	16

주 : 1) 산업중분류상 16, 20, 23, 37업종은 제외함.

2) 최적배분법에 의해 할당된 표본수가 모집단을 초과하는 경우 초과하는 부분은 절사함.

3. 조사방법의 개선

가. 조사기간 및 주기

1) 조사기간

중소기업 기술통계 조사는 매년도 말을 기준시점으로 하여 1/4분기에 조사를 실시하도록 하며, 조사실시기간(실사기간)은 약 1개월로 한다.

- 조사기준일 : 전년도 12월 31일
- 조사대상기간 : 1월 1일 ~ 12월 31일(회계년도가 1월 1일~12월 31일이 아닌 경우 최근에 완료된 회계년도 기준)
- 조사실시기간 : 금년도 3월 16일~4월 15일(1개월)

2) 조사주기

현행 중소제조업기술개발활동실태조사의 경우 조사주기는 2년으로 되어 있으나, 중소기업기술혁신촉진법 제8조에 근거를 두고 있는 동 중소기업 기술통계는 매년 조사를 실시하여야 한다.

나. 조사방법

어떠한 조사라고 할지라도 그 조사결과의 정확성과 조사의 효율성은 수집한 원시자료에 의해 좌우된다. 그러므로 조사방법은 원하는 정보와 모집단의 성격에 따라 신중하게 결정해야만 한다.

한편, 조사의 기간과 예산은 어떠한 조사방법을 채택할 것인지를 결정하는데 있어서 중요한 영향을 미치는 요인중 하나이다. 그러나 중소기업기술통계조사의 중요성과 특히, 중소기업기술통계조사가 국가지정통계로 승인될 경우 신뢰성의 제고에 보다 큰 관심과 노력을 기울여야만 한다.

이러한 점들을 고려할 때, 예산의 제약이라는 문제를 감안하지 않는다면 중소기업 기술통계의 조사방법은 조사원 방문조사가 가장 바람직할 것으로 판단된다. 다만 조사시간의 단축과 효율성 제고를 위하여 사전에 우편을 통해 조사표를 대상업체에 송부함으로써 관련자료의 준비 등 조사원 방문에 협조도록 하는 방안이 효과적일 것이다.

제 5 절 중소기업 기술력지수의 개발

1. 기술력의 개념과 기술력지수

가. 기술력의 개념

기술력은 한 기업이 개발 또는 보유하고 있는 기술에만 국한된 것이 아니라, 기술개발과 생산활동에 종사하고 있는 기술인력에 내재된 능력 등을 모두 포함하는 개념이다.

일반적으로 기술력은 다음과 같이 크게 세 가지 측면에서 논의될 수 있다.

첫째, 협의의 기술수준으로서 현재 산업활동에 사용되고 있는 주요 기술의 특성, 즉 제품과 공정의 물리적·화학적·기계적 또는 생물학적 기능의 능력과 관련이 있다. 기술은 특정한 기능을 수행하거나 문제를 해결하기 위해 개발되는 것이므로 이러한 기능을 얼마나 잘 수행하는가, 즉 기능적 능력(functional capability)을 기술수준이라고 할 수 있다. 이는 IC의 집적도나 미세가공선풍, 또는 자동차의 연비나 실린더의 압축비 등 구체적인 기술을 대상으로 할 때 일반적으로 받아들여지는 기술력의 개념이다.

둘째, 기술 특성과 성능향상 등 개별 기술수준의 변화에 영향을 받는 생산활동의 변화를 통해 기술수준변화의 정도를 파악할 수 있다. 이는 개별기술은 물론 기업, 산업 또는 국가 전체 등 集計된 종합 기술수준을 측정할 때 많이 사용된다.

셋째, 기술수준의 변화를 가져오는 기술개발력 수준으로서 이는 기술개발에 투입되는 연구비, 연구원, 기술정보 등 R&D 자원의 질과 양에 의해 결정된다.

여기서 기술수준의 변화 또는 기술활용의 효과는 기술개발이나 기술도입에 의해 개발된 제품과 공정이 현재의 생산활동에 사용됨으로써 나타난다. 기술개발력은 앞으로 자주적으로 기술을 개발할 수 있는 능력으로서 결국 생산성의 증가로 현재화된다. 즉 기술개발력이 증대되면 기술수준은 향상될 것이고, 향상된 기술수준을 바탕으로 생산활동의 능률을 높일 수 있게 된다.

한 나라의 총체적 기술력은 기술수준과 기술개발력의 조합으로 표현할 수 있다. 이러한 기술력은 예를 들면, 256MDRAM과 같은 개별 기술은 물론, 산업별 또는 중소기업과 대기업으로 구분하여 측정할 수 있으며, 나아가 시계열적으로 그리고 국제적으로 비교할 수 있다.

한편, 기술력을 측정할 때 다양한 측면을 나타내는 여러가지 지표의 개발은 물론이고, 이들 지표들을 하나의 지표로 집약시키고자 할 때 지표간의 상대적 중요성, 즉 가중치 결정의 문제가 발생한다. 이러한 문제는 기술력 지수를 개발하는 과정에서 지표자료의 성격

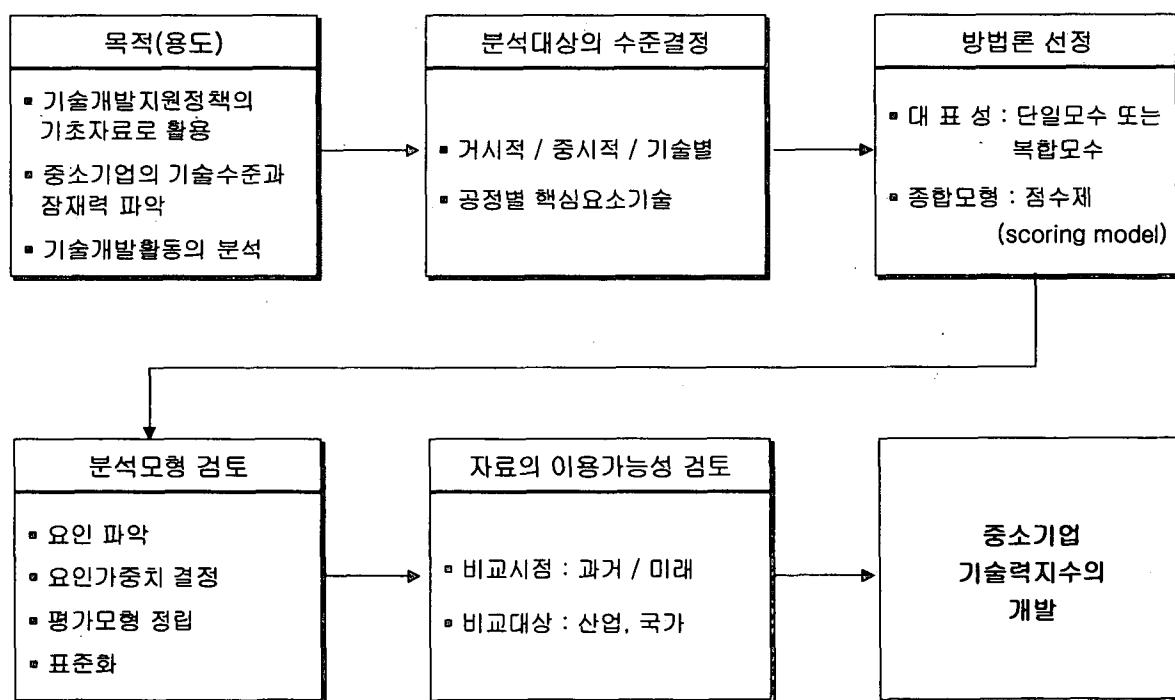
에 따라 요인분석(factor analysis), 주성분 분석(principal component analysis), AHP방법 또는 전문가 설문조사에 의해 해결할 수 있다.³²⁾

본 절에서는 중소기업의 기술력을 평가하기 위해 특정한 기술을 대상으로 하는 미시적인 지수와 국가 또는 산업을 대상으로 하는 집계된 총체적인 기술력을 다루는 거시적인 지수로 구분하고, 다시 거시적인 기술력을 기술수준과 기술개발력으로 나누어 각각에 대한 기술력지수 개발방법을 제시하고자 한다.

나. 기술력지수의 개발 과정

일반적으로 지수개발의 과정은 유사 또는 공통된 단계를 가진다. 다음의 그림은 중소기업 기술력지수의 개발을 지수개발 과정에 결합시켜 흐름도로서 제시한 것이다.

<그림 4-4> 중소기업 기술력지수의 개발 흐름도



32) 일반적으로 이용되는 모수간 가중치의 부여방법은 전문가에 의한 직접적인 가중치 설정 방법과 요인분석 및 주성분분석을 통한 가중치 부여방법이 있으며, 전자는 해당분야의 전문가 그룹을 선정한 후 설문조사를 통하여 전문가들이 직접 가중치를 설정하게 하는 방법이다. 그리고 요인분석 및 주성분분석을 통한 가중치 부여방법에 대하여는 <첨부 2>에 자세히 설명되어 있다.

2. 거시적 기술력지수

가. 지표의 선정 및 고려사항

1) 개별지표의 선정시 고려사항

- ① 개별지표 항목 중 국내에서 발표된 자료에서 구할 수 있는 지표를 선정한다.
- ② 원 자료인 1차 지표와 가공지표인 2차 지표를 사용한다.
- ③ 기술개발력 지표는 연구개발 활동의 투입지표와 산출지표를 중심으로, 기술수준 지표는 산업활동지표를 중심으로 작성한다.
- ④ 금액은 경상 원과 미 달러로 표시한다.
- ⑤ 비교 대상은 제조업 또는 세부 산업의 총 기술개발활동과 총 생산활동을 대상으로 한다.

2) 복합지표의 선정시 고려사항

우리나라 중소기업의 총체적인 기술수준을 선진국과 비교할 수 있는 복합지표를 개발할 때 고려해야 할 사항과 절차는 다음과 같다.

- ① 다수의 개별지표를 통합하여 단일화하는데 점수제 방법(scoring model)을 사용한다.
- ② 지표 비교 대상 국가로는 우리나라의 경쟁상대인 기술선진국에서 자료수집이 용이한 미국, 일본, 대만 등을 선정한다.
- ③ 기술력을 기술수준과 기술개발력으로 구분하며, 기술개발력 복합지표에는 기술개발력 개별지표에서 구한 투입과 산출지표를 사용한다. 기술수준 복합지표에는 기술수준 개별지표에서 구한 투입과 산출 지표를 사용하며, 투입지표에 기술개발력 복합지표를 첨가한다.
- ④ 투입지표와 산출지표를 결합하여 사용할 때 동등한 가중치를 부여한다. 투입과 산출지표를 구성하는 각 항목에 부여하는 가중치는 동등하게 하는 방법과 설문조사에 의한 방법이 있다.
- ⑤ 복합지표를 구성하는 개별지표를 선정할 때 국가의 규모를 나타내는 1차지표와 국가규모를 배제한 2차지표를 균형있게 배분한다. 1차지표와 2차지표를 같이 사용하는 경우 가중치를 동등하게 부여할 수 있다.
- ⑥ 단위가 다른 개별지표를 표준화하기 위해서는 기술수준이 가장 높다고 평가되는 외국의 기준년도(예, 일본의 2000년)를 택해 비교국가의 해당지표의 상대 비율, 즉 지수를 구하는 방식을 택한다.(Gordon 모델 참조)
- ⑦ 개별지표의 값이 증가할 때 복합지수의 값이 증가하도록 개별지표를 작성한다. 예

를 들어, 기술무역수지에 있어 기술수출액 대비 기술도입액 보다는 기술도입액 대비 기술수출액 비율을 사용한다.

나. 기술개발력 지수

기술개발력지수는 기업 내지 산업, 또는 국가의 기술개발력과 관련하여 투입되는 지표들을 지수화한 투입지표의 복합지수와 기술개발력에 의해 산출되는 지표들을 지수화한 산출지표의 복합지수를 구한 후, 이를 합산하여 기술개발력을 나타내는 종합적인 지수로 산출한 것이다. 다음은 국가간 비교(비교대상 국가는 일본)를 위한 기술력지수의 예이다.

1) 개별지표의 선정

가) 투입지표

- 연구비, 연구원 수
- 매출액 대비 연구비 비율, 연구원 1인당 연구비, 종업원 대비 연구원 비율

나) 산출지표 : 수집 가능한 자료에 한함

- 특허 출원 건수, 기술수출액
- 1인당 특허 출원 건수, 1인당 기술수출액, 기술도입액 대비 기술수출액 비율

2) 복합지표 및 기술개발력 지수

가) 투입지표

- 연구비, 연구원 수
- 매출액 대비 연구비 비율, 연구원 1인당 연구비, 종업원 대비 연구원 비율
- 투입지표의 복합지수

$$I_i = 0.5 \times [0.5 \times \frac{X_{1i}}{X_1^*} + 0.5 \times \frac{X_{2i}}{X_2^*}] + 0.5 \times [0.4 \times \frac{X_{3i}}{X_3^*} + 0.3 \times \frac{X_{4i}}{X_4^*} + 0.3 \times \frac{X_{5i}}{X_5^*}]$$

I_i : 투입지표 복합지수

X_{1i} : i 국가 연구개발지출액

X_1^* : 일본의 연구개발지출액

X_{2i} : i 국가 연구원수

14

X_2^* : 일본의 연구원수

X_{3i} : i 국가 매출액 대비 연구비 비율

X_3^* : 일본의 매출액 대비 연구비 비율

X_{4i} : i 국가 연구원 1인당 연구비

X_4^* : 일본의 연구원 1인당 연구비

X_{5i} : i 국가 종업원 대비 연구원 비율

X_5^* : 일본의 종업원 대비 연구원 비율

나) 산출지표 : 수집 가능한 자료에 한함

- 특허출원 건수, 기술수출액
- 1인당 특허 출원 건수, 1인당 기술수출액, 기술도입액 대비 기술수출액 비율
- 산출지표 복합지수

$$O_i = 0.5 \times [0.5 \times \frac{X_{6i}}{X_6^*} + 0.5 \times \frac{X_{7i}}{X_7^*}] + 0.5 \times [0.4 \times \frac{X_{8i}}{X_8^*} + 0.3 \times \frac{X_{9i}}{X_9^*} + 0.3 \times \frac{X_{10i}}{X_{10}^*}]$$

O_i : 산출지표 복합지수

X_{6i} : i 국가 특허출원건수

X_6^* : 일본의 특허출원건수

X_{7i} : i 국가 기술수출액

X_7^* : 일본의 기술수출액

X_{8i} : i 국가 1인당 특허 출원 건수

X_8^* : 일본의 1인당 특허 출원 건수

X_{9i} : i 국가 1인당 기술수출액

X_9^* : 일본의 1인당 기술수출액

X_{10i} : i 국가 기술도입액 대비 기술수출액 비율

X_{10}^* : 일본의 기술도입액 대비 기술수출액 비율

다) 기술개발력 복합지수

- 기술개발력 복합지수 = $0.5 \times I_i + 0.5 \times O_i$

다. 기술수준 지수

기술수준지수 역시 기업 내지 산업, 또는 국가의 기술수준과 관련된 투입지표 및 산출지표를 선정하여 이들 투입지표와 산출지표의 복합지수를 구한 후, 이를 합산하여 기술수준을 나타내는 종합적인 지수로 산출한 것이다. 다음은 국가간 비교(비교대상 국가는 일본)를 위한 기술수준지수의 예이다.

1) 개별지표의 선정

가) 투입지표

- 기술개발력 복합지표
- 기술자의 수
- 매출액 대비 기술도입액

나) 산출지표³³⁾

- 생산성 : 종업원 1인당 부가가치 생산액, 종업원 1인당 첨단기술제품의 부가가치 생산액, 총요소생산성
- *산업구조의 기술고도화³⁴⁾: 기술집약화 비율, 중화학공업비율, 호프만계수, 첨단기술산업의 부가가치율
- 수출경쟁력 : *1인당 첨단기술제품의 수출액, 현시비교우위(RCA)지수, *첨단기술 산업의 수입 대비 수출비율

2) 복합지표 및 기술수준지수

가) 투입지표

- 기술개발력 복합지표
- 기술자 수
- 매출액 대비 기술도입액

33) 지표중 *는 제조업에만 적용되는 지표이다.

34) 기술집약화 비율은 제조업 생산액중 첨단기술산업의 구성비를 말하며 첨단기술산업에는 정밀화학, 컴퓨터기기 산업, 전기 및 전자기기산업, 항공산업 등이 포함된다. 중화학공업 비율은 제조업 생산액중 금속산업, 화학산업, 기계산업의 합의 구성비를 말하며, 호프만 계수는 소비재 생산에 대한 자본재 생산액의 비율을 말한다.

- 투입지표 복합지수

$$KI_i = 0.4 \times \frac{Y_{1i}}{Y_1^*} + 0.3 \times \frac{Y_{2i}}{Y_2^*} + 0.3 \times \frac{Y_{3i}}{Y_3^*}$$

KI_i : 투입지표 복합지수

Y_{1i} : i 국가 기술개발력 복합지표

Y_1^* : 일본의 기술개발력 복합지표

Y_{2i} : i 국가 기술자 수

Y_2^* : 일본의 기술자 수

Y_{3i} : i 국가 매출액 대비 기술도입액

Y_3^* : 일본의 매출액 대비 기술도입액

나) 산출지표

- 생산성 : 종업원 1인당 부가가치 생산액, 종업원 1인당 첨단기술제품의 부가가치 생산액, 종요소생산
- 산업구조의 기술고도화 : 기술집약화 비율, 중화학공업비율, 호프만계수, 첨단기술 산업의 부가가치율
- 수출경쟁력 : 1인당 첨단기술제품의 수출액, 현시비교우위(RCA)지수, 첨단기술산업의 수입 대비 수출비율
- 산출지표 복합지수

$$KO_i = 0.4 \times \left[\frac{Y_{4i}}{Y_4^*} + 0.3 \times \frac{Y_{5i}}{Y_5^*} + 0.3 \times \frac{Y_{6i}}{Y_6^*} \right] \\ + 0.3 \times \left[0.25 \times \frac{Y_{7i}}{Y_7^*} + 0.25 \times \frac{Y_{8i}}{Y_8^*} + 0.25 \times \frac{Y_{9i}}{Y_9^*} + 0.25 \times \frac{Y_{10i}}{Y_{10}^*} \right] \\ + 0.3 \times \left[0.4 \times \frac{Y_{11i}}{Y_{11}^*} + 0.3 \times \frac{Y_{12i}}{Y_{12}^*} + 0.3 \times \frac{Y_{13i}}{Y_{13}^*} \right]$$

KO_i : 산출지표 복합지수

Y_{4i} : i 국가 종업원 1인당 부가가치 생산액

Y_4^* : 일본의 종업원 1인당 부가가치 생산액

Y_{5i} : i 국가 종업원 1인당 첨단기술제품의 부가가치 생산액

- Y_5^* : 일본의 종업원 1인당 첨단기술제품의 부가가치 생산액
 Y_{6i} : i 국가 총요소생산
 Y_6^* : 일본의 총요소생산
 Y_{7i} : i 국가 기술집약화 비율
 Y_7^* : 일본의 기술집약화 비율
 Y_{8i} : i 국가 중화학공업비율
 Y_8^* : 일본의 중화학공업비율
 Y_{9i} : i 국가 호프만계수
 Y_9^* : 일본의 호프만계수
 Y_{10i} : i 국가 첨단기술산업의 부가가치율
 Y_{10}^* : 일본의 첨단기술산업의 부가가치율
 Y_{11i} : i 국가 1인당 첨단기술제품의 수출액
 Y_{11}^* : 일본의 1인당 첨단기술제품의 수출액
 Y_{12i} : i 국가 현시비교우위(RCA)지수
 Y_{12}^* : 일본의 현시비교우위(RCA)지수
 Y_{13i} : i 국가 첨단기술산업의 수입 대비 수출비율
 Y_{13}^* : 일본의 첨단기술산업의 수입 대비 수출비율

다) 기술수준 복합지수

- 기술수준 복합지수 = $0.5 \times KI_i + 0.5 \times KO_i$

3. 미시적 기술력지수

미시적 기술력지수는 국가간 또는 산업간 등의 총체적인 기술수준 내지 기술개발력에 관한 거시적 기술력지수와는 달리 특정의 기술을 대상으로 그 수준을 비교·평가를 위한 것이다. 즉, 개별기술의 기술수준지수라고 보면 된다. 이 경우 특정한 제품을 대상으로 그 기술적 특성, 즉 기술의 기능적 능력(functional capability)을 측정하는 개별지표 개개의 측정치들을 종합하여 하나의 지수로 나타내기 위한 일련의 작업이 필요하다.

여기서는 대상기술의 선정, 기술의 분류, 기술측정치의 분류와 선정기준, 복합화 모형과 표준화에 대하여 예를 들어 설명하고자 한다.

가. 대상기술의 선정

기술수준을 정량적으로 평가하기 위해서는 제품을 측정 대상으로 한다. 제품의 선정에는 다음의 요인을 고려한다.

- 기술적 관점에서 해당 분야의 중소기업을 대표하는 제품
- 동 제품이 속한 산업에서 해당분야의 중소기업을 대표하는 제품
- 앞으로의 기술개발에 주목할 필요가 있는 제품
- 타산업과의 연관에서 주목할 필요가 있는 제품

나. 기술의 공정별 분류

기술의 투입요소로서 설계, 원료의 처리, 가공기술, 완성된 제품의 검사·시험 및 운영 관리 기술을 말하며 다음 8가지로 구분한다.

- 1) 설계기술(design): 주로 ‘소프트웨어’(software) 기술로서 제품 및 부분품의 설계와 공정 및 공장설계에 이용되는 기술
 - ① 제품설계(product design): 부분품, 반제품 및 완제품을 설계하는 단계
 - ② 공정설계(process design): 가치분석, 공정선택 및 주요 설비의 경제적 타당성을 분석하여 효과적으로 공정을 설계하는 단계
 - ③ 공장설계(plant design or layout): 건물, 설비의 보전, 공장증설 및 신공장건설 등의 설계를 하는 단계
- 2) 재료처리기술(raw material handling): 주 제품 공정을 위해 기본 원재료 또는 기타 물질에 물리적·화학적 성질을 가하여 변형·변질시키는 단계(예: 전자공업의 반도체 물리가공 등)의 기술
- 3) 가공(main physical or chemical processing): 재료처리한 소재의 물리적 및 화학적 성질을 변화시켜 주 공정을 행하는 단계(예: 용접, 전자공업의 표면처리, 전자회로 기술처리 등)
- 4) 조립(assembling) : 재료처리나 가공에서 여러 부품을 한데 모아 조립하는 단계
- 5) 합성(synthesizing of compounding): 주로 가공단계에서 화학적 합성처리를 하는 단계
- 6) 검사시험(inspecting and testing): 공정을 완료한 제품의 성능, 규격 및 표준화를 검사하고 시험하여 품질을 관리하는 단계

- 7) 기타 제조기술(unclassified processing): 위 분류 외의 특수기술이나 기타 기술적 처리를 하는 단계
- 8) 운영관리기술(operation technology): 효율적 생산공정의 운영, 생산설비, 시설 및 기구의 보존상태 검사 및 유지기술로서 다음과 같이 구분됨
 - ① 공정관리(operating control): 주어진 생산공정을 효율적으로 운영하도록 관리하는 단계
 - ② 설비관리(installation control): 생산설비, 시설 및 기구를 보존·유지하는 단계

다. 기술수준 측정치의 분류

1) 기술수준 측정치의 개념

기술수준은 기술이 목적하는 기능을 얼마나 잘 수행하는가를 정량적으로 나타낸 것이다. 기술수준을 평가하기 위해서는 첫째, 기술이 수행하는 기능을 명확히 파악하고, 둘째, 기능의 수행 정도를 잘 나타내는 단일 또는 복수의 측정치를 선정한다.

2) 기술모수와 기능모수

기술수준 측정에서는 기술모수와 기능모수를 구분하는 것이 필요하다.

- 기술모수 : 사용자가 바라는 효용을 얻기 위해 설계자가 제어하는 모수
- 기능모수 : 기술이 사용자의 요구를 만족시키는 정도를 측정하는 모수

예를 들어 제트엔진은 推力(thrust)을 보다 경제적으로 공급하고자 한다. 따라서 제트 엔진의 기능모수들은 총추력, 比연료소비(specific fuel consumption), 그리고 추력대 중량 비율(thrust-to-weight ratio; 총엔진 추력을 엔진중량으로 나눔)을 포함한다. 이러한 모수들은 사용자가 직접 관심있는 모수들이다. 그러나 엔진설계자들은 이러한 모수들을 가지고 직접 작업하지 않는다. 엔진설계자들은 터빈입구온도(turbine inlet temperature)와 압축비(compression ratio)와 같은 모수들을 가지고 작업을 한다. 이러한 기술모수들을 조정해서 설계자는 엔진사용자가 원하는 기능모수들의 조합을 달성하게 된다.

대표적인 기능모수로는 속도, 연비, 강도, 크기, 무게, 정확도, 정밀도, 편의도, 심미성, 내마모성 등이 있다.

이 때, R&D계획 수립에는 기술모수가 사용되는 것이 바람직하며, 마케팅계획 수립에는 기능모수가 사용되는 것이 바람직하다.

3) 기술측정치의 선정기준

- ① 실제 측정가능한 측정치의 선정 : 측정도구의 이용이 가능해야 한다. 객관적인 측정이 불가능한 경우 기술전문가에 의뢰하여 판단케 한다.
- ② 기술수준을 대표하는 측정치의 선정 : 측정치는 대상기술이 그 기능을 수행하는 방식을 완벽히 설명할 수 있어야 한다. 설계자들은 다양한 기술모수간에, 사용자는 다양한 기능모수간에 trade-off를 할 수 있어야 한다. 기술측정치는 설계자가 변화시키고자 하는 모든 모수들을 포함시킴으로써 기술수준을 대표할 수 있어야 한다.
- ③ 모든 예측대상 기술접근에 적용가능한 측정치의 선정 : 기술측정치는 수행되는 기능을 토대로 할 때만이 다양한 기술접근을 비교할 수 있는 공통된 척도로 측정될 수 있다.
- ④ 자료수집이 실제 가능한 측정치의 선정 : 측정치에 관한 자료가 많이 수집될수록 일부 자료의 특정성으로 인한 왜곡이 발생할 가능성성이 줄어든다.
- ⑤ 기술혁신 단계별로 일관성있는 자료의 수집이 가능한 측정치의 선정 : 측정치 자료는 동일한 기술혁신단계의 기술제품을 나타내야 한다.

라. 점수제 모형(Scoring model)

동 모형은 대안들이 여러 개의 특성을 가지며, 또한 대안의 가치나 중요성이 한 가지 특성보다는 여러 개의 특성의 조합에 달려 있을 때 사용된다.

1) 포함될 요인의 파악

- ① 기술의 기능수행과 관계되는 모든 요인을 열거한다.
(예) 속도, 무게, 전력소비, 효율, 정밀도, 시간지연, 정확도 등
- ② 중복과 이중계산을 제거하여 정리한다.
기술모수와 기능모수를 혼합하지 말아야 하며, 불가피하게 포함시킬 때는 기술모수는 투입측정치에 기능모수는 산출측정치에 포함시킨다.
- ③ 요인들은 측정될 수 있거나 전문가의 평점을 부여받을 수 있어야 한다. 만약 불가능할 때는 ①의 단계를 다시 거친다.
- ④ 요인들을 적절히 집단화(grouping)한다.

2) 가중치 부여와 척도의 통일

- ① 상대적 중요도를 감안해서 각 요인마다 가중치를 부여한다.
- ② 주관적으로 평가해야 하는 요인에 대해서는 같은 척도가 사용되도록 한다. 예를 들어 10점 척도나 5점 척도중 한 가지를 선정한다.
- ③ 측정가능한 요인의 척도를 평가요인의 척도와 같게 변환시켜야 한다. 즉, 측정가능요인에 대해 평균과 표준편차를 구한 다음 이를 정규화한다.

3) 모형 구축

가) Martino 모형

일반적인 점수제 모형은 다음과 같이 주어진다.

$$Score = \frac{A^a B^b (cC + dD + eE)^z (fF + gG)^y (1 + hH)}{(iI + jJ)^w (1 + kK)^v}$$

① 요인의 분류

- Desirable Factor : 문자의 대문자, 값이 커지는 것이 바람직한 요인
- Undesirable Factor : 분모의 대문자, 값이 커지는 것이 바람직하지 않은 요인
- Overriding Factor : A, B와 같이 없어서는 안 될 중요한 요인
- Tradable Factor : C · D · E, F · G, I · J와 같이 교환가능한 요인
- Non-tradable and -overriding Factor : H와 K는 교환될 수도 없고 독립적으로 나타낼 수 없는 요인으로서 항상 모형에 나타나는 것은 아님. H의 경우 없으면 "0"을 부여, 있으면 기술측정치를 증가시키는 성격의 요인으로, "0"일 때도 전체 점수를 0으로 하지 않은 특징이 있음. 반면, K의 경우 바람직하지 못한 요인이나 K가 없어도 "전체점수"에는 영향을 미치지 않고 있게 되면 "점수"를 감축하는 특징이 있음.

② 가중치 : a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k

$$c+d+e=1$$

$$f+g=1$$

$$i+j=1$$

$$a+b+z+y+w+v=1$$

나) Gordon의 모형

$$M_i = 100 \frac{C_i}{C^*} [K_1 \frac{X_{1i}}{X_1^*} + K_2 \frac{X_{2i}}{X_2^*} + \cdots + K_N \frac{X_{Ni}}{X_N^*}]$$

N : 모형에 포함된 파라미터의 수

X_{Ni} : n번째 파라미터의 특정시점(비교시점)의 값

X_N^* : n번째 파라미터의 기준값

K_N : n번째 파라미터의 가중치

이러한 Gordon 모형의 특징은 다음과 같다.

- ① 만일 X_{Ni} 가 X_N^* 보다 작고 K_N 값의 합이 1이면 기술수준값은 0과 1사이에 놓인다.
- ② 이 모형에서는 +형의 일차방정식이 선택되었다.
- ③ 동 모형을 사용하기 위하여는
 - 기술이 달성하려는 목표를 결정해야 하며,
 - 이 목표를 어떻게 측정할 수 있는가를 명시해야 한다.
- ④ 모형에 포함시킬 파라미터를 결정할 때 물리적(physical), 성능적(performance), 생산적(production) 측정치를 고려해야 한다.
- ⑤ 파라미터를 선정할 때 전문가를 활용하거나 제안된 파라미터중 유사한 파라미터를 집단화(cluster)할 때 통계적 기법을 응용하기도 한다.
- ⑥ 가중치부여에는 전문가 판단 또는 통계적 기법을 사용하며 가중치의 합계는 1이 되도록 한다. 전문가판단을 이용할 때 이러한 가중치는 해당 기술이 목표로 하는 종합적인 성취에 기여하는 파라미터들의 상대적인 중요도를 반영한다.
- ⑦ 각 파라미터의 시계열자료가 구해지면 上記 式을 이용하여 기술 수준을 구한다.
- ⑧ 각 파라미터의 기준값(reference value)은 반드시 구해야 한다. 이러한 기준값들은 경계치(physical boundary)가 주어질 때, 파라미터의 상한값(ultimate value)이거나 또는 특정시점에서 파라미터가 취하는 값들이다. 특정시점의 파라미터값이 기준값으로 사용될 때, 기술수준은 동시점을 기준년도로 한 指數로 나타낼 수 있다. 경계치의 추정값이 기준값으로 사용될 때, 기술수준은 상한값에 대한 비율(%)로 주어진다.

4) 표준화(standardization)

각 요인은 측정단위가 다르고 또한 측정값의 크기가 다르므로 숫자 크기의 차를 조정할 필요가 있다. 이는 요인들의 평균과 표준편차를 구하여 표준화함으로써 구해진다. 이 표준값은 0을 중심으로 한 일련의 숫자를 나타낸다. 다음에 각 요인의 값이 대략적으로 0에서 9사이에 분포하도록 표준값에 적절한 숫자를 곱하고 더해서 척도를 다시 조정한다.

이상에서 살펴본 미시적 기술력지수, 즉 개별기술의 기술수준 측정과 비교방법에 대한 사례를 본 보고서 후미의 <첨부 3>에 제시하였다.

제 5 장 결론 및 제언

지금은 과거 그 어느 때보다 기술의 중요성이 높은 시대이다. 기술의 변화는 과학 및 공학의 거의 모든 분야에서 폭넓게 그리고 빠르게 진행되고 있다. 그러므로 이렇게 급변하는 기술을 얼마나 빨리 개발하여 활용하느냐가 기업성패의 관건이 되고 있다. 이러한 점을 인식하여 우리나라의 중소기업들도 기술개발을 위해 전례없는 노력을 기울이고 있고, 정부 또한 중소기업의 이러한 노력을 지원하기 위해 여러 가지 기술정책을 개발하고 있다.

그러나 현재 우리나라에는 중소기업의 기술동향이나 중소기업의 기술개발능력, 그리고 기술개발 수준에 관한 신속하고 신뢰성 있으며 체계적인 통계가 마련되어 있지 않다. 이러한 결과 개별 중소기업은 물론 정책당국조차도 기술개발의 방향과 방법에 관한 의사결정을 함께 있어서 자칫하면 잘못된 판단을 하기 쉬운 상태에 있다. 따라서 급변하는 기술변화의 시대에 우리 중소기업들의 기술수준을 향상시키기 위해서는 중소기업 기술통계를 향상시키는 것이 매우 중대한 과제로 남아 있다고 보겠다.

지금까지의 중소기업 기술통계는 크게 보아 과학기술에 관한 조사를 수행하는 과정에서 생산되는 것과 중소기업 기술에 관한 조사를 수행하는 과정에서 생산되는 것의 두 가지 형태로 작성되어 왔다. 각각의 부류에는 여러 가지 통계가 있으나, 전자의 대표적인 통계는 과학기술부에서 매년 작성하는 “과학기술연구개발활동조사”이며, 후자의 대표적인 통계는 중소기업협동조합중앙회에서 격년으로 작성하는 “중소제조업기술개발활동실태조사”이다.

이들 이외의 대부분의 중소기업 기술에 관한 통계는 작성자의 특정한 목적을 위하여 설계되어 생산되었기 때문에 그 작성이 반복적이지 못하고 조사대상과 조사방법 그리고 통계지표의 범위 등의 면에서 중소기업 기술통계로 인정되기에 적지 않은 문제점을 내포하고 있다. 이에 비해 과학기술연구개발활동조사와 중소제조업기술개발활동실태조사는 그나마 그 반복성이나 모집단의 크기, 조사방법의 체계성 등의 면에서 다른 통계보다 우수하다고 할 수 있다. 그러나 이들 두 통계의 결정적인 단점은 중소기업의 기술수준 그 자체에 대해서는 조사를 하지 않고 연구개발력이나, 그 활용의 결과로서 얻는 성과 등에 초점을 맞추어 간접적으로 중소기업의 기술수준을 나타내고 있다는 것이다. 이런 면에서 이들 두 통계 역시 중소기업 기술통계로서의 기능을 충분히 갖추고 있다고는 볼 수 없다.

이렇게 보면 지금까지 우리나라의 중소기업 기술통계는 매우 낙후한 상태에 있었다고 볼 수 있겠다. 본 보고서는 중소기업의 기술에 관한 통계를 보다 체계화시키는 방안을 개발하여 중소기업의 기술에 관한 정보를 더욱 신뢰성 있게, 그리고 더욱 신속하게 제시함

으로써 궁극적으로 중소기업 기술개발을 위한 기초자료로써 사용될 수 있도록 하는 데 그 목적이 있다.

다음은 과학기술연구개발활동조사와 중소제조업기술개발활동실태조사를 포함하여 우리나라 중소기업 기술통계의 문제점 가운데 중요한 것들을 간략하게 살펴보기로 하겠다. 가장 큰 문제점은 현재의 어떠한 통계도 중소기업의 기술수준 그 자체에 관한 통계를 생산하지 않고 있다는 것이다. 비교적 정량적인 통계를 생산하는 과학기술연구개발활동조사 역시 연구개발능력과 연구개발성과에 관한 조사에 주안을 두고 있고 기술수준 자체에 대한 조사는 하지 않는다. 또한 중소제조업기술개발활동실태조사는 중소기업의 기술수준에 관한 조사를 하고 있으나, 경쟁상대국과의 상대적 기술경쟁력에 관한 5점 척도의 조사, 보유기술의 보편성, 그리고 보유기술 중 취약한 부문과 경쟁력있는 부문에 관한 정성적인 조사에 국한되어 있다. 즉, 현재의 우리나라 중소기업 기술통계는 가장 중요한 통계인 기술수준을 조사하지 못하고 있으며, 이에 따라 기술수준에 관한 통계지표개발이 절실히 요구되고 있다.

또 다른 문제점은 국제간의 비교가능성이 낮다는 데 있다. 현재 과학기술연구개발활동조사는 OECD기준에 따라 작성하므로 국가전체의 과학기술과 관련한 연구개발능력과 연구개발성과에 관해 국제간에 비교하는 데는 무리가 없다. 그러나 중소기업부문의 경우는 조사대상이 한정되어 있어 이 통계가 전체 중소기업을 대표한다고 보기에는 무리가 있으며, 이를 가지고 국제비교를 행하는 것은 그 의미를 반감시킬 소지를 안고 있다. 한편 중소제조업기술개발활동실태조사는 조사가 정성적인 것에 치우치고 있고, OECD 기준과의 작성방법의 일치성이 떨어지기 때문에 이를 가지고 국제간의 비교는 어렵다는 문제를 안고 있다.

다음의 문제점으로 들 수 있는 것은 통계의 신뢰성과 신속성이다. 중소기업 기술통계는 여러 기관에서 작성하여 발표하는 경우가 많은데, 그 내용이 서로 중복되고 지표가 유사하기도 하나 통계의 결과가 서로 다른 경우를 볼 수 있다. 이러한 것은 기술의 범위확정이 애매하고 그 측정에 객관성을 확보하기 어려운 결과로 보여지나 기술통계의 수요자들을 혼동시킬 우려가 높다. 뿐만 아니라 대부분의 기술통계는 그 결과가 공표되는 시점과 조사대상시점간의 시차가 1년 이상 나고 있다. 기술통계작성의 큰 목적 중의 하나가 기술개발 정책에 필요한 정보를 제공하는 데 있는데 이렇게 신속성이 결여되면 현재의 기술통계는 그 목적성을 상실하고 있다고 볼 수 있겠다.

본 보고서는 중소기업 기술통계의 체계화를 위해 먼저 기술통계지표의 선정 원칙을 확립하였는 바, 통계지표선정의 원칙으로 통계의 신뢰성 확보, 통계의 비교가능성 제고, 통계의 객관성 및 접근성 제고, 통계의 활용도 제고 등의 네 가지를 제시하였다. 그리고 이러한 선정원칙에 따라 기술통계의 분류체계를 확립하였으며, 세부 통계지표를 설계하였다. 물론 이러한 과정에서 현재의 우리나라의 통계는 물론 일본, 미국 그리고 OECD와

같은 해외의 기술통계를 참고하였다. 한편 본 보고서에서 제시한 중소기업 기술통계지표는 기협중앙회의 중소제조업기술개발활동실태조사의 지표체계를 기준으로 정하고 그것을 수정하는 방식을 취하였다. 그 이유는 동 조사가 지표체계, 모집단의 범위, 작성목적 등의 면에서 지금까지의 중소기업 기술통계 가운데서 가장 대표성을 가지고 있다고 판단되었기 때문이다.

본 보고서에서는 중소기업 기술통계를 기술개발력 부문, 기술경쟁력 및 기술수준 부문, 기술개발성과 부문, 애로기술 및 기술개발 저해요인, 기술지원제도 평가 및 정책건의의 다섯 가지로 분류하고 이에 맞추어 세부 기술통계지표를 개발함으로써 중소기업 기술통계를 체계화하였다. 이 체계가 이때까지의 다른 중소기업 기술통계와 비교할 때 갖는 특징은 다음의 두 가지로 요약될 수 있겠다.

먼저 기술경쟁력 및 기술수준 부문을 직접조사의 대상으로 함으로써 중소기업의 기술수준을 연구개발력이나 연구개발성과로부터 간접적으로 도출하는 것이 아니라 직접적으로 도출하고 있다. 기술경쟁력의 측정에 있어서는 경쟁국과의 상대적 기술경쟁력을 구함에 있어 기술격차년수라는 정량적 개념을 도입함으로써 기술수준측정에 있어서 주관성을 가급적 배제할 수 있도록 하였다. 또한 상대적 기술경쟁력 이외에 기술수준을 직접 나타내는 여러 지표를 개발함으로써 중소기업이 보유한 기술을 보다 더 잘 파악할 수 있도록 하였다. 본 보고서의 기술지표체계의 또 다른 특징은 합목적성에 있다. 애로기술 및 기술개발 저해요인에 관한 지표체계를 도입함으로써 기존의 기술지원제도평가지표와 함께 중소기업의 기술개발정책수립에 필요한 보다 직접적인 정보를 구할 수 있도록 하였다.

한편, 본 보고서에서 개발된 새로운 기술지표들은 기존 중소제조업기술개발활동실태조사의 지표들과 비교할 때 주관성 및 정성성을 가급적 배제하였다. 예를 들면, 기술개발비의 경우 전년도와 비교하여 5점 척도를 가지고 응답하게 하는 대신 바로 기술개발비 금액을 기입하게 하였다. 뿐만 아니라, 상대적 경쟁력의 경우, 5점 척도를 가지고 응답하게 하는 대신 기술격차년수를 직접 기입하게 하였다. 이와 같이 응답자들이 정량적으로 답할 수 있는 지표들을 가급적 많이 선정하여 주관성을 배제함으로써 통계의 신뢰성을 제고하고자 하였다.

그리고 본 연구는 중소기업의 기술력지수의 개발을 포함하고 있다. 본 연구에서 개발된 기술통계지표를 가지고 중소기업의 기술개발력과 기술수준에 관한 지수를 개발함으로써 통계의 수요자들은 중소기업의 기술변화를 연도별로 그리고 경쟁상대국별로 쉽게 비교할 수 있을 것이다. 이러한 기술수준에 관한 지수개발은 여러 번 시도되었으나 중소기업 기술에 관한 지수의 개발은 처음이다. 사실 기술수준을 지수화한다는 것은 대단히 힘든 작업이다. 기술의 범위가 명백하지 않고 기술수준의 판단에 주관성이 많이 개입되는 만큼 이를 계수화하여 보여주는 지수의 개발이 절실하나 바로 이러한 이유 때문에 개발된 지수들의 신뢰성에 항상 문제가 있을 수 있을 것이다. 따라서 이에 관해서는 보다 많

은 시간을 두고 꾸준한 연구가 이루어져야 할 것으로 보인다.

앞에서 지적하였듯이 현재 우리나라에서는 기술수준의 측정에 관한 통계가 여러 가지 있으나 모두 그 나름대로의 결점을 갖고 있다. 그럼에도 불구하고 기술수준의 측정에 관한 연구는 적지 않게 진행되고 있는 바, 거의 모든 연구는 국가차원에서의 과학기술수준의 측정과 관련된 연구에 치우쳐 있다. 산업기술수준의 측정에 관한 연구도 이따금 이루어지고 있다. 그러나 산업기술수준의 측정에 관한 연구는 단편적 그리고 간헐적으로 개별 기업이나 개인 연구자에 의해 특정 산업기술에 관한 연구가 주종을 차지하고 있다. 그나마 그 특정산업기술에 관한 연구도 대기업과 관련된 산업기술에 밀집되어 있고, 중소기업의 기술수준측정에 관한 연구는 찾아보기 어렵다.

이러한 점에서 본 연구는 중소기업 기술과 관련된 통계를 보다 효율적으로 생산하기 위한 개선안을 마련하는 연구로서, 이런 종류의 연구로서는 국내 최초가 아닌가 생각한다. 이 연구가 계기가 되어 앞으로 중소기업 기술통계에 관한 많은 연구가 이루어지기를 바란다. 그리고 향후 이 분야의 연구방향은 중소기업 기술수준의 측정을 보다 객관적으로 그리고 계량적으로 측정하는 쪽으로 모아져야 할 것으로 생각한다. 한편, 기술통계 뿐만 아니라 모든 통계의 질적 수준을 높이고 통계생산의 비용을 줄이는 한편, 신속성을 제고하기 위해서는 통계생산기관들이 수집한 자료(raw data)를 서로 교환하고 또한 국가기관들이 가진 각종 자료들에 쉽게 접근할 수 있는 통계자료 교환체계의 구축이 필요할 것으로 보인다.

참 고 문 헌

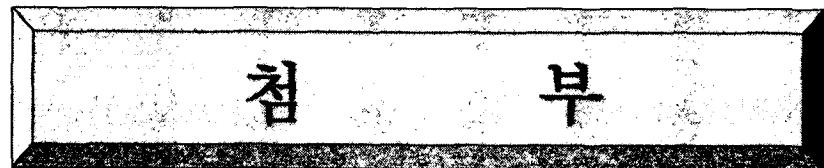
1. 국내문헌

- 과학기술처, 「OECD 주요과학기술통계」, 2001
- 과학기술처 · 한국과학기술평가원, 「과학기술연구개발활동조사보고」, 각년도
- 권용수 · 박병무, 「지식기반 중심의 과학기술력 지수개발에 관한 연구」, 과학기술정책관리연구원, 2000
- 김갑수 · 홍사균 · 송위진, 「중소기업 기술경쟁력 제고 5개년계획 수립에 관한 연구」, 과학기술정책관리연구원, 2000
- 김기국외, 「국가 과학기술통계 · 지표체계도의 구상」, 과학기술정책관리연구소, 1998
- 김병목, 임윤철, 「과학기술지표개발을 위한 탐색연구」, 한국과학기술연구원 과학기술 연구 · 평가센터, 1989
- 김우철外, 「현대통계학」, 영지문화사, 2001
- 김주환 · 조범석, 「사회통계 정보조사」, 교우사, 2000
- 김형수, 「과학기술 예측조사의 방법론과 활용방안」, 과학기술정책관리연구소, 1996
- 윤문섭, 「OECD 및 선진국의 과학기술자료 개발동향에 관한 연구」, 과학기술정책관리연구원, 1994
- 윤문섭 · 장진규, 「우리나라 연구개발활동의 측정방법개선 및 국제비교성 제고방안」, 과학기술정책관리연구소, 1996
- 윤문섭 · 장진규, 「우리나라의 기술혁신 조사」, 과학기술정책관리연구원, 2000
- 윤창호 · 이종화, 「한국 제조업의 기술력과 무역경쟁력에 관한 연구」, 과학기술정책관리연구소, 1998
- 이공래, 「한국 산업의 기술경쟁력」, 과학기술정책관리연구소, 1997
- 이희열 · 김용범, 「기술무역통계의 체계화와 기술수출활성화 방안 연구」, 과학기술정책관리연구소, 1997
- 이홍정, 「사회조사방법론」, 법문사, 1995
- 임양택, 「개정판 통계학」, 대영사, 1988

- 장진규·윤문섭 편역, 「기술무역통계(TBP DATA) 작성지침서」, 과학기술정책관리 연구소, 1997
- 중소기업청, 「중소기업 기술경쟁력 평가지표」, 2000
- 중소기업협동조합중앙회, 「중소제조업 기술개발활동실태 조사보고서」, 2001
- 한국과학기술원, 「기술수준평가 및 지표개발에 관한 연구」, 과학기술처, 1986

2. 외국문헌

- EU, *Towards a European Research Area Science, Technology and Innovation Key Figures 2000*, Luxembourg : Office for Official Publications of the European Communities, 2000
- OECD, *Proposed Standard Method of Compiling and Interpreting Technology Balance of Payments Data* : TBP Manual, NESTI, Paris, 1990
- OECD, *OECD Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data* : Oslo Manual (2nd ed.), NESTI, Paris, 1997
- OECD, *Using Patent Data as Science and Technology Indicators* : Patent Manual, NESTI, Paris, 1994
- OECD, *The Measurement of Human Resources Devoted to S&T* : Canberra Manual, NESTI, Paris, 1995
- OECD, *Proposed Standard Practice for Surveys of Research and Experimental Development* : Frascati Manual (5th ed.), NESTI, Paris, 1995
- 日本 科学技術庁 科学技術政策研究所 編, 「科学技術指標 - 日本の科学技術活動の体系的分析 (2000年版)」, 東京, 2000. 8
- 日本 科学技術庁 科学技術政策局編, 「民間企業の研究活動に関する調査報告」, 東京, 2000. 8



1. 중소기업기술통계조사표(案)
2. 지수개발시 모수간 가중치 부여방법
3. 기술수준 사례분석

중소기업 기술통계 조사표(案)

※ 본 조사표에 기재된 내용은 통계법 제13조에 따라 타 목적으로는 절대 사용하지 않습니다.

※ 업체 기재사항 아님

승인번호
제00000호

지역	산업분류	규모	업체번호

업체명	(남 / 여)	
주생산품	작성자	성명 : 부서 : 직책 : E-mail :
주 소	연락처	TEL : () - FAX : () -
우편번호() - ()		

- 본 조사는 중소기업 기술개발지원정책의 수립에 필요한 통계자료의 수집을 위한 정부공식 승인통계입니다.
- 본 통계표는 국가통계 작성상 꼭 필요하오니 귀사의 기술개발활동 수행여부에 관계없이 해당되는 항목을 작성하신 후, 사본 1부를 보관하시고 조사표 원본은 반드시 우송하여 주시기 바랍니다.
- 기술개발인력 등 인원현황은 2001년 12월 31일 기준으로 작성하고, 연구개발비, 지출총액 등 금액현황은 2001년 1월 1일 ~ 12월 31일(기간)을 기준으로 작성하되, 귀사의 회계년도가 1월 1일 ~ 12월 31일이 아닌 경우에는 최근에 완료된 회계년도분을 작성하여 주십시오.

☞ 보내실 곳 : 150-010 서울 영등포구 여의도동 16-2 중소기업협동조합중앙회
산업조사처 조사통계부 조사담당자

☞ 문의처 : 02-2124-3000, 3114 조사통계 담당자
팩 스 : 02- 전자우편 : @kfsb.or.kr

※ 조사표 양식을 인터넷을 통하여 받고자 하시는 분은 중소기업협동조합중앙회
홈페이지(www.kfsb.or.kr)를 이용하여 주시기 바랍니다.

I. 기술개발력 부문

1. 기술개발 담당조직 현황

구 分		기술개발 담당조직			생산부서	계
인원수 (명)	부설연구소	상시 연구개발 전담부서	임시 기술개발팀			
	기술개발활동 비중(%)					100%
	연구원					명
	기능인력					명
소 계						명

- 주 1) 자사에서 기술개발활동을 수행하고 있는 조직에 대해서만 기재
 2) 부설연구소에는 독립연구소 포함
 3) 상시 연구개발전담부서는 기업내에 설치되어 있는 연구개발부서를 의미함
 4) 임시 기술개발팀은 특정 기술개발을 목적으로 운영되는 프로젝트팀 등을 의미함

2. 기술개발 인력현황

2-1. 보유인원 및 부족인원

구 分	기술개발 인력			전체 종업원 (총인원)	
	연구원 (순수 연구인력)	기능인력	소계	명	명
보유인원				명	명
부족인원				명	X

- 연구원 : 학사학위 이상의 학위 소지자 또는 동등 학위 이상의 전문지식을 갖추고 있는 사람으로서 행정, 사무 담당자 등을 제외한 순수 연구기술 개발인력
- 기능인력 : 연구원을 제외한 생산현장에서 연구기술 개발활동 관련 기자재의 운용, 도면의 작성, 가공·조립, 시험·검사·측정 등의 업무를 수행하는 사람

2-2. 학력별 인력현황

구 分	박사	석사	학사	전문대	고졸 이하	합계
연구원	보유인원					명
	부족인원					명
기능인력	보유인원					명
	부족인원					명
소 계	보유인원					명
	부족인원					명

2-3. 연령별 인력현황

구 분	29세 이하	30~39세	40~49세	50~59세	60세 이상	합계
연 구 원						명
기능인력						명
소 계						명

2-4. 경력별 인력현황

구 분	없음	3년 이하	5년 이하	10년 이하	10년 이상	합계
연 구 원						명
기능인력						명
소 계						명

주 : 경력은 기술개발 및 연구활동 수행경력을 의미함.

3. 기술개발투자 현황

3-1. 기술개발비 투자액

(단위 : 천원)

구 分	자체사용 기술개발비	외부지출 기술개발비				합계
		위탁개발비	공동개발비	기술도입비	기타	
실 적						
계 획						

주 : 자체사용 기술개발비는 기업내부에서 1년간 기술개발에 투입된 비용을 말하며, 공동기술개발비는 외부와의 공동기술개발과정에서 공동개발자에게 지출된 비용을 말함.

3-2. 용도별 기술개발투자액

(단위 : 천원)

구 分	제품 관련		공정 관련		합계
	신제품 개발	기존제품개선	신풍정 개발	기존공정개선	
실 적					
계 획					

주 : 합계는 자체사용기술개발비와 외부로 지출된 기술개발비의 합계액과 일치해야 함.

3-3. 자체사용기술개발비의 실적 및 계획

(단위 : 천원)

구 분	경상적 지출		자본적 지출		합계
	인건비	개발비	기계·장치	토지·건물	
실 적					
계 획					

주 : 1) 자체사용기술개발비를 대상으로 하며, 따라서 합계는 자체사용기술개발비와 일치해야 함.
 2) 자본적 지출항목의 경우 기업의 일상적 생산활동에 관련된 부분을 제외한 연구기술개발
 에 해당하는 비율만큼만 계상함.

3-4. 기술개발비의 조달현황

(단위 : 천원)

구 분	내부자금 (자체부담)	외부로부터 조달한 자금				합계
		정부의 정책 지원자금	금융기관 차 입 금	주식 및 회사채	기타	
실 적						

주 : 1) 내부자금은 기업 외부로부터 직·간접적으로 조달한 자금을 제외한 자체부담 기술개발
 비를 말함.
 2) 금융기관으로부터의 차입금에는 벤처캐피탈 등의 투·융자금을 포함함.

4. 기술개발활동

4-1. 귀사가 기술개발을 하게 된 가장 큰 동기는 무엇입니까? (, ,)

- ① 생산비 절감 및 제품가격 인하
- ② 수입대체를 위한 국산화
- ③ 수요의 고급화·다양화에 대응
- ④ 제품의 성능 및 품질향상
- ⑤ 제품의 생산기간 단축
- ⑥ 새로운 분야에 진출
- ⑦ 경쟁사와 기술경쟁
- ⑧ 모기업의 개발의뢰

4-2. 귀사의 주된 기술개발 방법은 무엇입니까? ()

- ① 자체 기술개발
- ② 외부에 기술개발 위탁
- ③ 외부와 공동 기술개발
- ④ 기술 도입
- ⑤ 기타()

4-3. 귀사에서 가장 중점을 두고 수행한 기술개발 분야는 무엇입니까? (,)

- ① 설계기술
- ② 소재기술
- ③ 생산(조립·가공)기술
- ④ 시험·검사기술
- ⑤ 디자인 기술
- ⑥ 시스템관리·통합 및 생산기획
- ⑦ 기타()

4-4. 귀사의 평균 기술개발 소요기간을 기재하여 주십시오.

(단위 : 개월)

구 분		준비 (기획·설계)	개발	시제품제작 (테스트)	상품화실현 (생산)	총 소요기간
제품 관련	신제품개발					
	기존제품개선					
공정 관련	신공정개발					
	기존공정개선					

주 : 기술개발활동 실적이 있는 부문에만 응답

4-5. 귀사에서 외부와의 공동기술개발 경험이 있는 경우 그 형태는 무엇입니까? ()

- ① 산·학 연계 ② 전문 연구소와 공동개발 ③ 대기업(모기업)과의 공동개발
 ④ 관련 중소기업간 협조시업 ⑤ 외국기업과의 공동개발 ⑥ 기타()

4-6. 귀사에서 외부로부터의 기술도입 경험이 있는 경우 그 형태는 무엇입니까? ()

- ① 국내 기업의 기술을 직접 도입 ② 해외 기업의 기술을 직접 도입
 ③ 국내 공공기관의 기술을 직접 도입 ④ 국내 연구기관의 기술을 직접 도입
 ⑤ 국내외 기술을 기술거래기관의 알선을 통해 도입 ⑥ 기타()

5. 보유설비 수준

☞ 귀사에서 보유하고 있는 다음의 설비수준을 체크하여 주십시오.

구 分	생산설비	시험·검사장비
사용년수/내용년수	/ 年	/ 年

주 : 생산활동에서 가장 주가 되는 설비를 대상으로 하여, 해당 설비의 내용년수와 사용년수를 각각 기재(예 : 내용년수가 5년인 설비를 3년째 사용하는 경우 3/5, 7년째 사용하는 경우에는 7/5로 기재할 것)

II. 기술경쟁력 및 기술수준 부문

1. 상대적 기술경쟁력

▣ 다음의 각각의 기술부문에 대하여 국내대기업, 미국, 일본, 대만, 중국과 비교할 때, 귀사의 기술수준이 몇 년 정도 앞섰는지, 혹은 뒤졌는지 기재하여 주십시오.

(단위 : 년)

기술 분	국내대기업	미국	일본	대만	중국
기술 전반					
설계/개발기술					
소재 기술					
직접생산기술					
시험·검사기술					
디자인 기술					
시스템통합·조정 및 생산기획기술					

주 : 3년 뒤진 경우에는 “-3”, 2년 앞선 경우에는 “2”로 기재

2. 보유기술 수준

2-1. 귀사가 보유한 기술을 다음의 기술별로 그 보유비율을 기입하시오.

핵심중요기술	대체로 중요기술	보통 기술	전체 보유기술
%	%	%	100 %

2-2. 귀사가 보유한 다음의 기술들에 대해 경쟁력이 있는 순서대로 기입해 주십시오.

1순위	2순위	3순위	4순위	5순위	6순위

- ① 설계/개발 ② 소재 ③ 직접생산 ④ 시험·검사
⑤ 디자인 ⑥ 시스템통합·조정 및 생산기획

2-3. 귀사가 보유한 기술의 신규성은? ()

- ① 세계최초로 개발
- ② 일부 선진국에서만 개발
- ③ 선진국에서는 보편화되었으나 국내최초로 개발
- ④ 국내 및 신흥공업국에 이미 보편화 됨

2-4. 귀사가 보유한 기술의 독창성은? ()

- ① 완전 독창적으로 유사기술이 전혀 없음
- ② 유사 및 대체기술이 약간 있음
- ③ 유사 및 대체기술이 많음

2-5. 귀사가 보유한 기술의 모방가능성은? ()

- ① 모방이 전혀 불가능함
- ② 모방이 어느정도 가능함
- ③ 모방의 가능성성이 높음

2-6. 귀사가 보유한 기술은 기술의 생명주기 중 어디에 해당합니까? ()

- ① 도입기
- ② 성장기
- ③ 성숙기
- ④ 쇠퇴기
- ⑤ 사양기

2-7. 귀사가 보유한 기술과 경쟁할 수 있는 신기술 및 유사기술의 출현 및 대체속도는 다음 중 어디에 해당합니까? ()

- ① 아주 빠름
- ② 빠름
- ③ 보통
- ④ 느림
- ⑤ 아주 느림

III. 기술개발의 성과 부문

1. 연간 기술개발 건수

(단위 : 건)

구 분		총 개발시도 건수	개발완료 건수	개발기술의 제품화·사업화 건수
제품관련 기술개발	신제품개발	건	건	건
	기존제품개선	건	건	건
공정관련 기술개발	신공정개발	건	건	건
	기존공정개선	건	건	건

주 : 기술개발 수행실적이 있는 부문의 연간 기술개발 건수, 제품화 및 사업화 건수를 기록

2. 기술개발 효과

▣ 귀사에서 기술개발을 통해 얻은 효과는 어느 정도입니까?

구 분	매출증가	거래선 확 대	신분야 진 출	수입대체	생산비 절감	품질향상	생산기간 단축
효 과	%	%	%	%	%	%	%

주 : 기술개발 전과 비교하여 기술개발로 인한 증감내용을 %로 기재

3. 기술의 권리

▣ 특허 및 실용신안의 출원·등록 및 보유현황을 기재해 주십시오.

(단위 : 건)

구 分	특 허			실용신안		
	출원	등록	보유	출원	등록	보유
국 내						
해 외						
합 계						

주 : 1) 출원 및 등록건수는 1년 동안의 실적만을 기록

2) 보유건수는 현재 보유중인 특허 및 실용신안건수를 기록

4. 기술의 거래

4-1. 기술도입 건수 및 기술도입액

(단위 : 건, 천원)

거래대상	구 분	기술도입 계약건수 및 기술도입액(기술료)			
		2001년도 신규계약		기술료를 계속 지불하는 기존계약	
		건수	기술도입대가	건수	기술도입대가
국 내					
해 외	미 국				
	일 본				
	독 일				
	프 랑 스				
	영 국				
	서 유 럽				
	러 시 아				
	중 국				
	동 구 권				
	동 남 아				
	기 타				
	소 계				
	합 계				

4-2. 기술이전 건수 및 기술이전료

(단위 : 건, 천원)

거래대상	구 분	기술이전 계약건수 및 기술이전료(기술료)			
		2001년도 신규계약		기술료를 계속 받고 있는 기존계약	
		건수	기술이전대가	건수	기술이전대가
국 내					
해 외	미 국				
	일 본				
	독 일				
	프 랑 스				
	영 국				
	서 유 럽				
	러 시 아				
	중 국				
	동 구 권				
	동 남 아				
	기 타				
	소 계				
	합 계				

주 : 다음의 범주에 해당하는 기술도입 및 이전 실적을 대상으로 기록함

- 특허 및 특허혁신의 이전, 특허사용권, 노하우의 전수
- 상표 · 의장 및 실용신안 거래(판매, 사용권, 독립판매권 등)
- 기술용역 : 기술검토 및 엔지니어링, 일반적 기술지원

IV. 애로기술 및 기술개발 저해요인

1. 애로기술 부문

- ☞ 귀사의 경우 다음중 가장 취약한 기술은 무엇입니까? (, ,)
- ① 설계기술 ② 소재기술 ③ 생산(조립·가공)기술 ④ 시험·검사기술
 - ⑤ 디자인 기술 ⑥ 시스템관리·통합 및 생산기획 ⑦ 기타()

2. 기술개발 과정에서의 애로사항 및 문제점

- 2-1. 귀사에서 자체적으로 기술개발을 수행하면서 겪은 가장 큰 어려움은 무엇입니까? (,)
- ① 기술개발 인력부족 ② 연구시설·기자재 부족 ③ 기술개발 자금부족
 - ④ 기술정보 부족 및 획득의 어려움 ⑤ 기술개발 경험부족 ⑥ 기타()
- 2-2. 귀사에서 외부기관과 공동으로 기술개발을 수행하면서 겪은 가장 큰 어려움은 무엇입니까? (,)
- ① 기술개발기간의 장기화 ② 높은 개발비용 ③ 커뮤니케이션의 어려움
 - ④ 개발기술의 현실성 부족 ⑤ 적합한 외부기관의 부재 ⑥ 기타()
- 2-3. 귀사에서 기술개발을 통한 신제품 개발후 상품화를 추진하면서 겪은 애로사항은 무엇입니까? (, ,)
- ① 개발후 유사제품 출현 ② 산업재산권 획득후 보호가 안됨
 - ③ 상품화에 필요한 자금부족 ④ 시장개척의 어려움 (마케팅력 부족)
 - ⑤ 원료·설비 등의 확보가 어려움 ⑥ 수요업체의 까다로운 품질인증 요구
 - ⑦ 공공기관의 우선구매 지원 미흡 ⑧ 기타()
- 2-4. 산업재산권 또는 기술·품질인증 획득시 가장 큰 애로사항은 무엇입니까? ()
- ① 심사 소요기간이 장기간 ② 전문 심사관 부족 ③ 심사관의 자질부족
 - ④ 관련법과 부처가 분산·중복 ⑤ 전문기술평가기관 없음 ⑥ 기타()

V. 기술지원제도 평가 및 정책건의

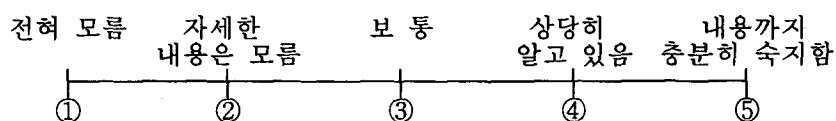
1. 현행 기술개발지원제도에 대한 평가

☞ 다음의 기술지원제도에 대하여 인지도와 활용정도 및 활용효과를 평가해주십시오.

기술개발지원제도	인지도	활용정도	활용효과
가. 기술개발 및 사업화 지원			
1) 산업자원부의 산업기반기술개발사업	()	()	()
2) 중소기업청의 중소기업기술혁신개발사업	()	()	()
:	()	()	()
나. 기술개발자금 지원			
:	()	()	()
다. 기술지도사업 지원			
:	()	()	()
라. 세제지원			
:	()	()	()
마. 신기술제품의 마케팅 지원			
:	()	()	()
바. 기술정보 지원			
:	()	()	()

* 평가방법

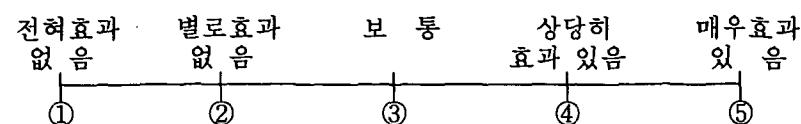
가) 인지도



나) 기술개발지원제도의 활용정도



다) 기술개발지원제도의 활용효과



2. 기술개발 지원시책의 방향

2-1. 다음 기술개발 지원제도중 향후 중점이 두어야할 분야는 무엇입니까? (,)

- ① 기술개발 및 사업화 지원
- ② 기술개발자금 지원
- ③ 기술지도사업
- ④ 세제 지원
- ⑤ 신기술 제품의 마케팅 지원
- ⑥ 기술정보 지원
- ⑦ 기타 ()

2-2. 귀사의 기술경쟁력 확보를 위해 가장 필요한 지원은 무엇입니까? (,)

- ① 선행 기술자료 등 기술정보 제공 강화
- ② 기술 거래(이전) 활성화
- ③ 자금지원
- ④ 인력지원
- ⑤ 품목 및 분야별 기술현황과 유망기술 제공
- ⑥ 기타 ()

2-3. 기술개발 관련 정책자금 이용시 가장 큰 불만족 사항은 무엇입니까? (, ,)

- ① 지원자격이 제한적
- ② 지원자금 한도부족
- ③ 지원기간이 짧음
- ④ 적기 자금조달 곤란
- ⑤ 지원절차 복잡
- ⑥ 특정분야에 지원이 중복
- ⑦ 심사기준의 불공정
- ⑧ 신용보증 이용 제한
- ⑨ 과도한 담보요구
- ⑩ 금리수준 높음
- ⑪ 기타 ()

2-4. 기술개발관련 정책자금 이용 등에 활용되는 기술력 평가 기준으로서 가장 중요
하다고 생각하는 사항은 무엇입니까? (, ,)

- ① 기술개발 조직
- ② 기술인력 보유현황
- ③ 시험연구설비 보유현황
- ④ 기술수준
- ⑤ 기술·품질인증
- ⑥ 기술의 독창성
- ⑦ 기술의 실용성
- ⑧ 기술 및 제품의 수명
- ⑨ 가격 경쟁력
- ⑩ 판매처 확보
- ⑪ 기타 ()

2-5. 귀사가 바라는 가장 바람직한 기술인력 지원방향은 무엇입니까? (,)

- ① 실업고급기술인력 지원
- ② 병역특례 전문연구요원 지원
- ③ 전문기술인력을 양성후 중소기업파견 지원
- ④ 관련대학의 이공계인력 인턴근무 지원
- ⑤ 기술정보 수집·검색인력 지원
- ⑥ 중소기업 현장기술인력에 대한 기술교육
- ⑦ 기타 ()

2-6. 기타 정부의 기술개발지원제도에 대한 건의사항을 기재해 주십시오.

< 지수개발시 모수간 가중치 부여방법 >

1. 요인분석을 통한 가중치 설정

가. 요인분석(Factor Analysis)의 의미

요인분석은 다변량 통계기법중의 하나로 변수들 속에 내재하는 체계적인 구조를 여러 변수들간의 상관관계를 기초로 찾아내고자 하는 기법이다. 즉, 여러 개념들 사이의 관계를 밝혀내기 위한 사회과학에 있어서의 유용한 분석방법 중 하나로서, 많은 정보 속에서 구체적으로 관계를 밝혀 내고자 하는 개념들이 어떠한 요인들로 구성되어 있는지를 알지 못하는 경우에 개념파악을 위해 많이 사용되는 분석기법이 요인분석이다. 따라서 다수의 변수들 간의 상관관계를 기초로 많은 변수들 속에 내재하는 체계적인 구조를 찾아냄으로써, 이를 통해 연구자에게 변수의 형태로 주어진 많은 정보를 쉽고 간단하게 보다 적은 수의 요인으로 제시해 주는 분석방법이다.

이와 같은 요인분석을 통해서 연구자는 많은 정보 속에서 쉽고 간단하게 보다 적은 수로 제시된 요인을 얻을 수 있게 된다. 이 과정에서 원래의 정보가 어느 정도 손실될 수 있으나 변수들이 갖고 있는 분산을 가능한 그대로 유지하여 정보의 손실을 극소화하여야 한다. 따라서 요인분석은 연구에 있어서 과다한 정보의 문제를 해결하고, 전체적인 자료의 성격을 파악할 수 있게 하여 줄 수 있는 유용한 다변량 통계기법 중의 하나라 할 수 있다.

나. 요인분석의 목적

요인분석은 변수들간의 상관관계를 이용하여 유사한 변수들끼리 묶어 주는 방법으로, 많은 변수들간의 정보를 압축하여 적은 수의 요인으로 표현함으로써 해석하기 쉬운 정보로 나타내려는 목적을 지닌다. 상관관계가 높은 변수들끼리 동질적인 몇 개의 요인으로 묶음으로써 다음과 같은 역할을 할 수 있다.

- ① 많은 변수들 속에 내재해 있는 몇 개의 공통된 요인을 밝혀내고 변수들내에 존재

하는 상호독립적 차원을 발견할 수 있다. 요인분석에서는 이와 같은 방식을 R-type 요인분석이라고 하며, 이것은 자료의 요약 및 변수의 구조파악에 주로 이용된다.

② 대상 응답자들내에 있는 상이한 특성을 갖는 개인들을 서로 동질적인 몇 개의 집단으로 나눌 수 있다. 이는 군집분석과 유사한 방법으로서 Q-type 요인분석으로 불려진다. R-type 요인분석은 평가항목을 동질적인 몇 개의 집단으로 나누는 반면에, Q-type 요인분석은 평가자들을 동질적인 집단으로 묶어낸다는 점에서 차이가 있다.

③ 회귀분석에서와 같이 측정도구의 타당성을 평가하는 데 요인분석을 사용할 수 있다. 연구자가 어떤 개념을 여러 가지 변수를 사용하여 측정했다고 할 때, 자료를 이용한 요인분석 결과에서 하나의 요인으로 묶여지는 변수들은 측정의 타당성이 있다고 볼 수 있으며, 그렇지 못한 변수들은 상이한 개념을 측정하는 변수로 간주하여 다음 조사에서 제거할 수 있다.

④ 수많은 변수에 의해서 회귀분석이나 판별분석 등 추가적인 분석을 실시할 때 다중 공선성과 같은 문제가 발생하여 분석기법사용에 어려움이 많으므로, 이러한 추가적인 분석을 용이하게 하기 위해 여러 개의 변수들을 소수의 새로운 요인으로 축소시키며 각각의 요인들이 독립적이 되게 하기 위해 요인분석을 이용한다. 종속변수에 영향을 주는 관련된 모든 독립변수를 이용하여 회귀분석을 시행한다면 변수의 수가 너무 많아 비효율적일 뿐 아니라 그 많은 변수중 몇 가지 변수를 골라낸다는 것이 무의미할 수 있다. 따라서 요인분석 결과 나온 요인점수를 새로운 변수의 값으로 간주하여 회귀분석을 행하면, 분석이 용이해질 뿐 아니라 모든 변수를 사용하여 회귀분석을 행한 경우보다 의미가 있을 수가 있다.

⑤ 변수들간의 상호관계를 바탕으로 서로간의 중요도를 파악할 수 있다.

위와 같은 역할을 수행하기 위해서 요인적재값(factor load), 아이겐값(eigen value), 커뮤날리티(communality), 요인점수(factor score) 등을 사용하게 되며, 각각의 의의와 계산법, 사용법은 아래의 요인분석의 수행과정에서 설명하겠다.

다. 요인분석의 분류

일반적으로 요인분석은 크게 다음의 네 가지 기준에 의해 분류된다.

- ① 상관관계 행렬과 분석대상에 따른 분류
- ② 회전방법에 따른 분류

- ③ 요인의 추출모델에 따른 분류
- ④ 분석의 목적에 따른 분류

1) 분석대상에 따른 분류

요인분석을 실시하여 변수의 관계를 파악하려는 것인지 표본의 관계를 파악하려는 것인가에 따른 분류이다. 즉 변수들을 요인으로 분류하느냐, 아니면 표본들을 일정한 기준에 따라 분류하느냐에 따라서 전자를 R-type 요인분석, 후자를 Q-type 요인분석이라 한다. Q-type 요인분석은 상관계수를 입력자료로 한 군집분석과 성격이 비슷하다.

그러나 요인분석을 행할 때 변수의 수보다 표본의 수가 훨씬 많은 경우가 일반적이며, 요인분석은 분석대상자 수가 많아짐에 따라 변수간의 상관관계를 계산할 경우 훨씬 많은 과정이 요구됨으로 많은 표본들을 대상으로 요인분석을 실시하면 과다한 계산시간을 요구하는 단점이 있게된다.

따라서, 실제적으로는 표본을 분류하는 경우에는 군집분석법이 더 선호된다.

2) 회전방법에 따른 분류

변수들을 요인으로 묶어내기 위해서 요인간의 독립성을 유지한 상태에서 해를 개선하는 직각회전(orthogonal rotation)과 요인들간의 상관관계를 어느 정도 가정하거나 요인들이 독립적이라고 보기 힘든 경우에 사용하는 비직각회전(oblique rotation)이 있다. 직각회전을 해서 얻어내는 해의 경우에는 수학적으로 다루기 간편하며, 비직각회전의 해는 이론적으로 숨어있는 차원이 독립적이지 않다고 가정하므로 더 적응력이 강하고 실제에 가깝다.

두 방법의 선택은 당면한 과제의 특수한 요구에 의해서 선택되어져야 하겠다. 만약에 연구의 목적이 결과로서 얻어지는 요인이 얼마나 있는지에 상관없이 원래 변수들의 수를 줄이는 것이거나, 또한 연구자가 많은 수의 변수들을 회귀분석이나 다른 통계기법에 활용하기 위하여 작은 수의 변수로 줄인다면 적합한 방법은 직교요인분석일 것이다. 그러나 요인분석의 궁극적 목적이 몇 개의 이론적 의미를 지닌 요인이나 구성을 얻는 것이라면 비직교요인분석이 더 적합하다. 왜냐하면 실제적으로 직교요인들과 같이 변수들이 독립적인 경우는 거의 드물기 때문이다. 실제 문제에서는 대부분 수학적으로 처리하거나 설명하기에 간편한 직교요인분석을 쓴다.

3) 요인의 추출모델에 따른 분류

요인분석 수행시 사용되는 모델에 따라 PCA(principal component analysis), CFA(common factor analysis), PFA(principal factor analysis), ML(maximum likelihood), GLS(generalized least square) 등의 방식이 있는데, 이 중 일반적으로 PCA와 CFA가 가

장 많이 사용된다. PCA는 정보의 손실을 최대한으로 줄이면서 수많은 변수들을 가능한 한 적은 수의 요인으로 줄이는 데 목적이 있고, CFA는 변수들간에 존재하는 구조를 파악하는 데 목적이 있는데, 계산정차상의 차이는 자료의 분산중 어느 부분을 계산에 활용하느냐에 따라 다르다.

즉 PCA는 변수 고유분산(variable specific variance), 공통분산(common variance), 오차분산(error variance)을 모두 다 분석에 사용하지만, CFA는 이들중 공통분산만을 이용한다는 점이 다르다. 따라서 공통분산의 비중이 크고 오차분산이나 고유분산이 적을 때는 CFA를 사용하며 오차분산이나 고유분산이 크거나 또는 이에 대한 지식이 거의 없을 때는 PCA를 이용하는 것이 바람직하다.

4) 분석목적에 따른 분류

요인분석은 분석의 목적에 따라 크게 탐색적 요인분석과 확인적 요인분석으로 나누어 진다. 우리가 보통 이용하는 요인분석은 대개가 탐색적 요인분석인데, 이는 원래의 방대한 자료를 가능한 줄여서 중요한 요인들을 추출해 내는 데 목적이 있다 확인적 요인분석은 요인들을 추출해 내기는 하지만 분석의 초점은 추출해 낸 요인들이 과연 원래의 모집단을 대표하고 있는가에 쏠리는 것이다. 그러므로 확인적 요인분석의 경우는 사전에 관련 문헌의 고찰 등을 통해서 모집단의 성격을 파악할 수 있어야 하는데, 앞의 요인분석의 목적에 언급한 특정도구의 타당성검정 등의 예가 이 경우에 속한다고 볼 수 있다.

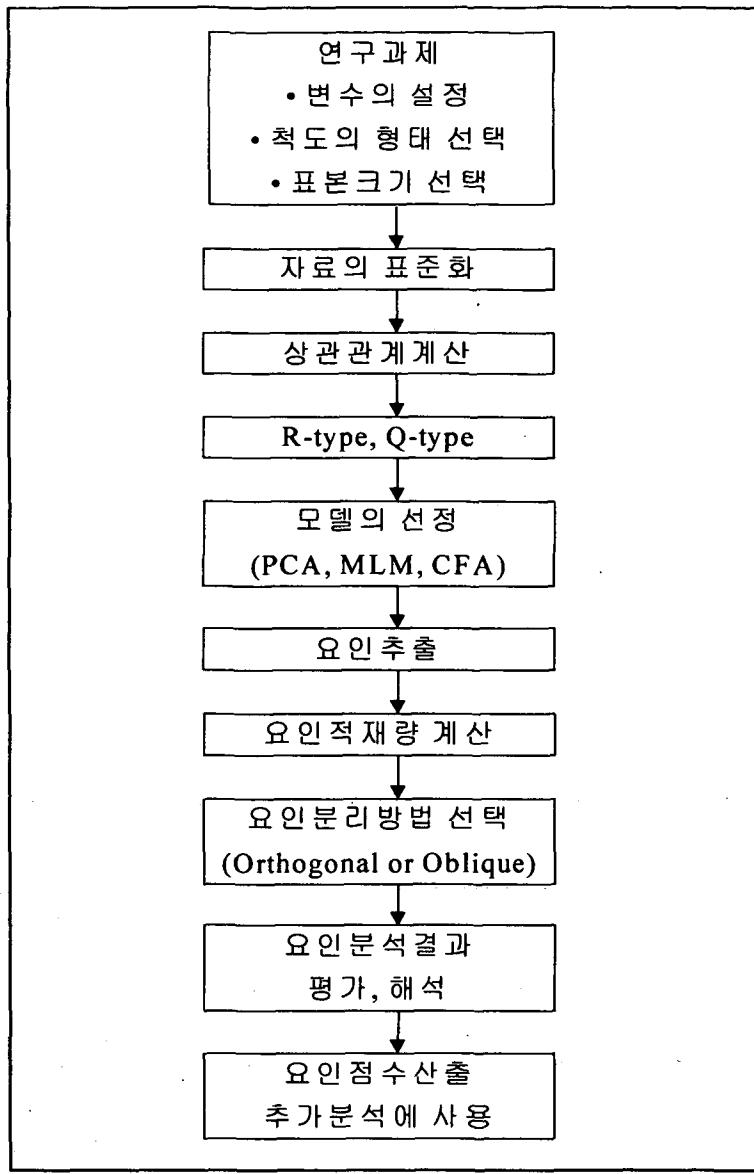
라. 요인분석의 수행과정

요인이란 기본적으로 다음과 같은 변수들간의 선형결합이다.

$$F_i = a_1X_1 + a_2X_2 + a_3X_3 + \dots + a_nX_n$$

F_i : i번째 요인, a : 계수, X : 변수, n : 변수와 계수의 수

요인분석이란 이러한 방법을 통해 수많은 변수들을 가능한 적은 수의 요인으로 분류하려는 것이다. 요인분석의 수행과정을 보다 체계적으로 설명하기 위해 요인분석의 전체적인 흐름을 보면 다음과 같다.



위의 그림은 요인분석 기법을 적용할 때 일반적으로 거치는 과정을 보여 주고 있다. 이 흐름도를 따라 요인분석 수행 과정을 구체적으로 보면 다음과 같다.

1) 연구과제의 설정

다른 통계기법들과 마찬가지로 첫 단계는 연구과제에 대한 정확한 인식이다. 만약에 연구의 목적이 자료의 요약, 정리라면 요인분석이 적합한 방법이 될 수 있을 것이다. 이 때에 분석자가 확인해야 할 사항은 다음과 같다.

- ① 변수의 설정
- ② 척도의 형태 결정
- ③ 표본크기 선택

변수에 관하여는, 문제와 관련된 측정 가능한 변수에 한하여 어떤 것이든 포함될 수 있다. 요인분석에서 일반적으로 변수의 측정은 메트릭(Metric)자료를 이용하여야 한다. 그 이유는 요인분석이 변수들 사이의 상관관계를 기초로 하고 있기 때문이다. 표본의 크기는 일반적으로 최소한 50개는 넘어야 하며, 100개 이상 되는 것이 정상적이며, 분석하려는 변수의 수의 약 4.5배 정도로 표본을 관찰하는 것이 일반적이다.

하지만 이 비율은 다소 보수적이므로 경우에 따라서는 변수의 약 2배 정도의 관찰치를 갖고 분석해야만 하는 경우도 있다. 작은 수의 표본으로 분석할 경우 통계분석 결과를 설명할 때 좀 더 신중해야 함은 당연하다.

2) 자료의 표준화

측정단위의 상이함으로 인해 분석결과에 영향을 줄 수 있으므로, 자료는 표준화시켜서 측정단위가 결과에 미칠 수 있는 영향을 제거한다.

3) 상관관계 계산과 R-Type Q-type의 선정

요인분석을 적용할 때 필요한 첫 번째 과정은 상관관계 행렬(correlation matrix)의 계산이다. 변수들간의 상관관계 행렬을 계산함으로써 변수들간의 상호관련성을 파악한다. 요인분석은 궁극적으로 상관관계가 높은 변수들을 묶는 것이므로 본 절차는 요인분석의 기초가 된다.

연구과제에 따라 분석자는 분석해야 할 관련 분야를 정의해야만 한다. 즉 변수들간의 상관관계를 검토해야 할지 아니면 응답자간의 상관관계를 검토해야 할지를 결정해야 한다. 예를 들어 10개의 질문에 대하여 100명의 응답자로부터 자료를 수집했다. 만약 연구목적이 문항 특성을 종합하는 것이면 요인분석은 변수들의 상관관계 행렬에 적용될 것이다. 이는 일반적으로 통용되는 요인분석으로 일명 “R”형 요인분석이라 불린다. 또한 요인분석은 응답자 개인들 사이의 상관관계 행렬에 적용될 수도 있다. 이러한 분석형태를 “Q”형 요인분석이라고 한다. “Q”형 요인분석은 많이 사용되지 않고 이 경우의 대부분은 군집분석(Cluster Analysis)이나 충화집단화(Hierarchical Grouping)기법을 사용하며, 그 이유는 위에서 설명하였다.

4) 모델의 선정

일반적으로 요인 모형은 수없이 많다. 그 중 가장 많이 쓰이는 분석방법은 주성분방법(Principal Component Analysis)과 최우도방법(Maximum Likelihood Method) 그리고 주요인방법(Principal Factor Analysis or Common Factor Analysis)이다. 물론 요인 모형의 선택은 분석자의 목적에 따른다. 주성분방법은 가능한한 많은 정보를 최소숫자의 요인에 집약시키는 예측목적의 경우에 사용된다.

한편 최우도방법과 주요인방법은 쉽게 발견되지 않는 숨어있는 요인이나 차원을 찾아내려고 할 때 사용된다. 적합한 모형을 선택하기 위해서는 분산의 형태에 대한 이해가 필요하다. 요인분석을 위한 총분산(total variance)은 공통분산(common variance), 특수분산(specific variance), 오차분산(error variance)으로 구성된다. 공통분산은 어떤 변수가 다른 모든 변수들과 공유하는 분산을 말하고, 특수분산은 어떤 특수한 변수에만 해당하는 분산을 말한다. 한편 오차분산은 데이터 수집 과정에서의 오차나 관찰대상의 확률적 요소(random component)에 해당하는 분산이다. 주성분방법을 이용할 때는 총분산을 고려하므로 약간의 특수분산이나 오차분산을 포함한 요인이 도출되더라도 처음 몇 개의 요인에는 크게 영향을 주지 않을 경우이다. 한편 최우도방법과 주요인방법에서는 공통분산에만 근거하여 요인을 도출한다.

두 모형중 어떤 모형을 선택해야 할지에 대하여 아래의 두 가지 기준으로 판단한다.

- ① 요인분석을 시도하는 분석자의 목적
- ② 변수들의 분산에 대한 사전 지식의 정도

즉 분석자가 원래 변수들이 지니고 있는 분산을 최대한 반영하여 최소의 요인을 도출하기를 원하나, 특수분산이나 오차분산이 총분산에서 차지하는 비율이 아주 작다는 사전 지식이 있을 때에는 주성분방법을 선택하는 것이 적합할 것이다. 한편 기본 목적이 원래 변수들 속에 담겨져 있는 숨은 요소나 구조를 찾아내는 것이고, 분석자가 특수분산이나 오차분산의 정도에 대한 지식이 거의 없으므로 이 분산들을 제거하기를 원한다면 주요인 방법이 적합할 것이다.

주요인방법은 사용자가 요인분석에서 필요로 하는 요소를 보편적으로 더 잘 충족시켜 주므로 가장 널리 사용되는 요인 모형이다. 그러므로 요인분석에 대한 경험이나 지식이 부족한 경우에는 주요인방법을 쓰는 것이 무난할 것이다. 또한 주요인방법에서는 상관관계 행렬의 대각선 항(diagonal element)들을 커뮤날리티(communality)의 추정값으로 대치하여 다루는데 이 추정값을 개선하는 과정에서 일반적으로 반복계산과정(iteration)을 거친다.

5) 요인추출

요인수를 결정하는 방식으로 아이겐값을 기준으로 하는 경우와 총분산 중에 요인을 설명하는 비율에 따라 결정하는 방법이 있다. 아이겐값은 요인이 설명해 줄 수 있는 분산의 정도를 의미하는 것으로 아이겐값이 1이라는 것은 변수 하나 정도의 분산을 축약하고 있다는 것이다. 일반적으로 아이겐값이 1이상인 요인들을 설정하는데, 이것은 적어도 각 요인이 1변수의 분산정도는 포함할 수 있어야 한다고 보는 것이다. 분산을 기준으로 하는 경우는 연구하는 주제에 따라 요구되는 설명비율이 다르지만 사회과학 분야에서는 일반적으로 총분산의 60%정도를 설명해 주는 요인까지 선정한다. 분산을 요인추출의 기준으

로 고려하는 이유는 변수의 축약과정에서 정보의 손실이 일정수준 이상으로 커서는 안되는 경우가 있을 수 있기 때문이다.

6) 요인적재량(factor loading) 산출

요인적재량은 각 변수와 요인간의 상관관계 정도를 나타내어 주므로 각 변수들은 요인적재량이 가장 높은 요인에 속하게 된다. 요인적재량이 어느 정도가 되어야 유의한 변수로 채택할 수 있는지를 결정하는 데 있어 절대적인 기준은 없으며 일반적으로 다음과 같은 세 가지 방법이 사용된다.

첫째, 일반적인 관례에 가까운 법으로 요인적재량이 0.4이상 되면 유의한 변수로 간주하며 0.5가 넘으면 아주 중요한 변수로 본다.

둘째, 요인적재량은 변수와 요인간의 상관관계이므로 상관관계검정을 통해 변수의 유의성을 체크할 수 있다.

셋째, 앞의 두 가지 방법은 고려하는 변수의 수, 요인의 수를 고려하지 않고 있는데, 일반적으로 표본수, 변수의 수, 요인의 수가 변함에 따라 다음과 같은 고려가 있어야 한다.

- ① 표본의 수가 증가할수록 요인적재량의 고려수준을 낮추어야 한다.
- ② 변수의 수가 증가할수록 요인적재량의 고려수준은 낮추어야 한다.
- ③ 요인의 수가 많을수록 나중 요인에 대한 요인적재량의 고려수준은 높아야 한다.

7) 요인분리방법 선택

요인을 회전시키는 이유는 최초의 해를 보다 명확하게 하기위한 것이다. 회전(rotation)이란 낱말의 의미 그대로 요인들의 축들(axes)을 어떤 원하는 위치에 도달할 때까지 원점을 중심으로 돌리는 것을 말한다. 이때 각 축사이의 각도를 90° 로 유지하면 직교회전(Orthogonal Rotation), 직각을 유지하지 않으면 사각회전(Oblique rotation)이라 한다.

(1) 직교요인회전(orthogonal factor rotation)

앞의 요인분석과정의 흐름도에서 보여주었듯이 최종요인 해를 구하기까지 두 단계과정을 거친다. 첫째는 회전되지 않은 요인행렬을 계산하여 몇 개의 요인을 추출해야 할지에 대한 감을 잡는다. 회전되지 않은 요인행렬의 계산에서는 연구자는 원래 변수들의 어떤 선형조합(linear combination)이 데이터의 분산을 가장 많이 반영해 주는가에만 주목한다. 그러므로 첫 번째 요인은 데이터에 나타난 선형관계의 가장 최선의 집약으로 볼 수 있으며 두 번째 요인은 첫 번째 요인과 직교(orthogonal)한다는 제약조건 하에서 변수들의 두 번째로 가장 좋은 선형결합을 말한다. 첫 번째 요인에 직교하기 위하여 두 번째 요인은 반드시 첫 번째 요인에 의하여 추출되고 남은 나머지 분산들로부터 도출되어야 한

다. 즉 두 번째 요인은 첫 번째 요인의 효과가 데이터로부터 제외된 후 나머지 분산을 가장 많이 흡수할 수 있는 변수들의 선형조합이라 하겠다. 세 번째, 네 번째로 이어지는 요인들도 마찬가지로 데이터의 모든 분산이 다 없어질 때까지 구할 수 있다.

회전되지 않은 요인의 해는 데이터를 압축시키는 목표를 달성하지만 고려되고 있는 변수들에 대한 설명을 하기에 가장 적합한 형태라고 보기는 어렵다. 그러므로 요인행렬을 회전시키는 것을 보다 간편하고 이론적으로 더 의미가 있는 요인의 해를 구하기 위함이다. 대부분의 경우 요인들의 회전은 초기 회전되지 않은 요인의 해에서 보여지는 불확실성을 줄여서 설명하기 편하게 만든다.

앞에서 서술한 바와 같이 회전되지 않은 요인의 해는 요인들의 중요성 순서에 따라 요인이 추출된다. 처음 요인은 거의 모든 변수들에 대한 높은 적재값을 갖게 되며, 두 번째 또는 그 다음에 나오는 요인들은 앞의 요인에서 반영되지 않은 나머지 분산에 대하여 고려된다.

그러므로 각 요인들을 점차 작은 양의 분산을 반영시킬 것이다. 요인행렬을 회전시키는 궁극적인 효과는 요인적재값들의 형태가 더욱 간편하고(0또는 1에 가깝게), 이론적으로 더 의미있게 만들기 위하여 먼저 도출된 요인이나 나중에 도출된 요인에 의하여 반영되는 분산들을 재조정하는 것이다.

(2) 요인회전방법

실제 문제에서 회전을 위한 모든 방법들의 목적은 요인들을 설명하기 쉽도록 요인 행렬의 행(row)이나 열(column)을 0 또는 1에 가깝도록 단순화시키는 것이다. 직교회전에서는 쿼티맥스(QUARTIMAX), 베리맥스(VARIMAX), 이퀴맥스(EQUIMAX)의 세 가지 회전방법이 개발되었다. 쿼티맥스 회전의 궁극적인 목적은 요인행렬의 행을 단순화시키는 것이다. 즉, 어떤 변수를 한 요인에는 가능한한 큰 적재값(1에 가까운)을 갖도록 하고 다른 요인에는 가능한한 작은 적재값들을 갖도록 원래 요인들을 회전시키는 것이다. 쿼티맥스와 상대적으로 베리맥스는 요인행렬의 열을 단순화시키는데 초점을 맞추어서 회전시킨다. 이퀴맥스는 행과 열을 다 같이 고려해서 단순화시키는 방법이다.

이상의 회전방법을 선택하는 특별한 기준은 없다. 일반적으로 베리맥스를 많이 쓰고 있지만 특별한 이유는 없으며 연구과제의 특별한 요구에 따라 선택이 달라질 수 있다.

8) 요인분석결과 평가 · 해석

요인분석 후에 결과를 해석하고 그 결과가 변수들을 잘 설명하는가에 대한 평가를 하는 단계이다.

요인이 추출되면 요인에 각기 명칭을 부여해야 하는데 보통 공통된 특성을 조사하여 연구자가 주관적으로 붙이거나 요인점수를 이용하여 추가적인 연결분석을 통하여 규명할 수 있다. 해석에 있어서 연구자의 주관이 많이 개입될 수 있으나 일반적인 상식과 어느

정도 일치해야 한다.

요인분석의 결과를 해석하기 위해서는 다음과 같은 개념에 대한 이해가 필요하다.

(1) 상관계수와 요인적재량

요인적재량은 요인과 변수의 상관관계이다. 요인 행렬의 각 요소(element)들을 요인적 재값(factor loading)이라고 부르는데, 이것은 해당 변수와 해당 요인에 의하여 표현되는 분산의 비율을 나타낸다. 즉 변수 j 와 요인 i 에 의하여 a_{2ji} 만큼의 분산이 반영된다. 예를 들어 표 F-2에서 변수 2(가격)와 요인 2와의 상관관계 계수는 -0.50이고 요인 2에 의하여 반영되는 변수 2의 분산의 비율은 $(-0.50)^2 = 0.25$ 만큼이다.

<표 1> 요인 행렬

변 수	요인적재값		커뮤날리티
1. 맛	0.60	0.79	0.98
2. 가격	0.71	-0.50	0.76
3. 향기	0.68	0.71	0.96
4. 요깃거리	0.90	-0.15	0.83
5. 영양가	0.78	-0.58	0.95
아이겐값	2.73	1.74	
총 표본분산에 대한 비율	0.546	0.348	
총 표본분산에 대한 누적 비율	0.546	0.894	

한편 변수들 간의 상관관계도 이 요인 행렬로부터 구할 수 있는데 변수 3과 변수 5의 상관관계 계수 (r_{35}) = $a_{31} \cdot a_{51} + a_{32} \cdot a_{52}$
 $= (0.68)(0.78) + (0.71)(-0.58) = 0.119$ 이다.

<표 1>에서 각 변수에 대한 커뮤날리티 및 아이겐값 등을 보여 주고 있는데 다음과 같이 설명된다.

(2) 커뮤날리티(Communality)

일반적으로 어떤 변수에 대하여 공통요인에 의하여 나타내질 수 있는 분산의 총분산에 대한 비율을 그 변수의 커뮤날리티라 부른다. j 번째 변수의 커뮤날리티를 h_{2j} 로 쓰고 각 변수에 대한 커뮤날리티는 다음과 같이 요인적재값들에 의하여 계산되어진다.

$$h_{2j} = a_{2j1}^2 + a_{2j2}^2 + \cdots + a_{2jm}^2$$

즉 j번째 변수에 대한 커뮤날리티는 해당하는 요인적재값들의 제곱의 합이다. 표에서 변수 1(맛)에 대한 커뮤날리티 즉, 두 요인에 의하여 표현되는 분산의 비율은

$$h_{21} = (0.60)^2 + (0.79)^2 = 0.98$$
 이다.

마찬가지로 나머지 변수들에 대한 커뮤날리티도 쉽게 구할수 있을 것이다. 커뮤날리티가 1에 가까우면 가까울수록 요인들에 의하여 변수가 더 잘 대변될 수 있음은 물론이고 요인의 수가 많아질수록 커뮤날리티가 커질 것이다. 하지만 아주 작은 양의 커뮤날리티를 증가시키기 위하여 요인을 추가할 때 그 필요성을 의심하게 된다. 여기서 요인의 수를 몇 개로 하느냐 하는 문제가 나오게 되며 이 질문은 차차 거론하기로 한다.

(3) 아이겐값(Eigen Value)

요인 i에 의하여 표현되는 j 번째 변수의 분산이 해당 요인적재값의 제곱 a_{2jif}^2 라는 것을 앞에서 설명하였다. 이때 요인행렬의 각 행의 제곱의 합은 커뮤날리티로써 해당변수가 요인들에 의하여 대변되어지는 분산의 비율을 말하고, 요인적재값의 제곱을 각 열에 대하여 합하면 해당요인에 의하여 표현되어 질 수 있는 분산의 전체가 될 것이다. 일반적으로 n개의 변수에 대한 요인 i의 전체 분산은 $\sum_{j=1}^n a_{ji}^2$ 이고, 이것을 요인 i의 아이겐값이라 한다.

예를 들어 표 F-2에서 요인 2의 아이겐값은

$$(0.79)^2 + (-0.50)^2 + (0.71)^2 + (-0.15)^2 + (-0.58)^2 = 1.74$$
로 계산된다.

요인행렬에서 모든 변수들은 표준화 되었으므로 각 변수의 분산은 1이다. 따라서 전체 분산은 변수의 수와 같다. 그러므로 요인 i에 의하여 표현되어질 수 있는 분산의 비율은 그 요인에 대한 아이겐값을 변수의 수로 나눈 값 $\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{ji}^2$ 이 된다.

<표 1>에서는 맨 아래에서 두 번째 줄에 나오는 값으로 요인 2에 의한 전체분산의 비율은 $1.74/5 = 0.348$ 이다. <표 1>의 맨 아랫줄의 값은 전체 분산에 대한 요인들의 두 요인에 의하여 표현되는 분산은 전체 분산의 89.4%라는 뜻이다. 한편 주성분 분석이나 주요인분석등 요인 모형에 상관없이 항상 그 요인에 의하여 표현될 수 있는 분산의 크기에 따라 요인의 순서가 정해진다. 즉 표에서 요인 1에 의한 분산은 0.546인데 비하여 요인 2는 0.348이다.

분석결과의 평가를 위해서는 Thurstone이 다음과 같이 제시한 의미있는 요인분석의 기준이 유용하게 사용될 수 있다.

- 요인적재량 행렬의 각 행에서 적어도 하나의 0이 있어야 한다.

- 요인적재량 행렬에서 각 열에는 최소한 common factor 수 만큼의 0이 있어야 한다.
- 두개씩의 열을 비교할 때 많은 변수의 적재량이 가능한 한 열에 집중되어져야 한다.
- 위의 경우에서 특히, 요인의 수가 4개나 5개를 넘는 경우에는 양쪽이 모두 0이 되는 경우도 많아야 한다.
- 또한 0이 아닌 변수가 가능한 한 적어야 한다.

따라서 요인분석의 결과는 이러한 기준에 의해 평가되어야 하며 이러한 조건을 충족시키지 못할 경우 다른 회전을 실시하거나 자료의 적절성 자체를 검토해야 한다.

9) 요인점수 산출 및 추가분석에 사용

요인분석 방법을 적용하려는 목적에 따라 요인에 대해서 설명하기 위한 경우와 더 나아가 요인 점수를 구한 후 다른 통계방법에 이용하는 경우가 있다. 만약 연구목적이 변수나 응답자의 합리적인 조합을 만들에 내는 것이라면 요인에 대한 설명으로 분석이 되어진다. 만약 목적이 다른 통계방법을 적용하기 위하여 적절한 변수를 가려내는 것이라면 요인행렬을 검토한 후 각 요인에 대하여 가장 큰 적재값을 갖는 변수를 추출할 것이다. 만약 다른 통계방법을 적용하기 위하여 원래 변수들을 대신 할 수 있는 작은 수의 새로운 변수들을 만들어 내는 것이 목적이라면 각 요인을 대표할 수 있는 요인점수가 계산되어진다. 이 요인점수는 이어서 사용될 회귀분석(regression)이나 판별분석(discriminant analysis), 상관분석(correlation analysis) 등에서 독립변수로 사용된다. 즉, 요인점수는 어떤 대상이 원래의 변수보다는 새로 만들어진 요인에 대하여 어떤 수준을 갖는지를 나타낸다.

요인점수를 계산하기 위하여 요인점수계수를 보여준다. 만약 어떤 대상이 선호도 조사에서 각 변수에 대하여 [2,4,4,6,3]의 응답을 보였다면 그 대상에 대한 요인 1의 점수는 <표 2>의 요인점수계수를 이용하여 다음과 같이 계산된다.

<표 2> 요인점수계수와 각 변수의 평균 및 표준편차

변수	요인점수계수		변수의 평균	변수의 표준편차
1. 맛	-0.172	0.653	4.3	1.2
2. 가격	0.116	-0.001	2.5	1.3
3. 향기	0.127	0.339	5.1	1.1
4. 요깃거리	0.154	0.024	3.3	1.5
5. 영양가	0.744	-0.080	2.4	1.2

$$\begin{aligned}
 t1 = & -0.172(2-4.3/1.2) + 0.116(4-2.5/1.3) + 0.127(4-5.1/1.1) + 0.154(6-3.3/1.5) \\
 & + 0.744(3-2.4/1.2) = 0.986
 \end{aligned}$$

마. 한국전력 기술수준 분석에서의 요인분석을 이용한 가중치 계산 사례

다음은 기술수준 분석에서 요인분석 기법을 이용한 가중치 부여사례로서, 한국전력과 동경전력의 기술수준을 분석에 선택되어진 기능모수에 대하여 각각의 가중치를 구하기 위해서 요인분석을 실시한 결과이다.

1) 변수설명

한국전력과 동경전력에 대하여 공통으로 구할 수 있는 자료(변수)는 12가지였으며, 이는 다음의 표와 같다.

<표 3> 변수의 설명

변수명	내용
x1	송전선로 특고압화율
x2	변전설비 특고압화율
x3	전력가용시간
x4	전압유지율
x5	주파수유지율
x6	전력공급율
x7	종업원 1인당 판매전력량
x8	송전지중화율
x9	배전지중화율
x10	공정환율에 의한 전력판매단가
x11	가구당 소비전력
x12	부하율

위의 변수들은 척도의 차이로 인한 오차를 제거하기 위해서 표준화하여 입력되어졌다.

2) 상관관계분석

변수간의 상관관계 분석결과는 다음의 <표 4>와 같으며, 상관관계표를 보면 변수간의 상관관계가 높은 것으로 나타나서 요인분석을 실시하는 것이 의미가 있는 것으로 나타난다.

<표 4> 상관관계표

	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11	x12
x1	1											
x2	-.79	1										
x3	.68	-.74	1									
x4	.63	-.74	.98	1								
x5	.66	-.78	.95	.99	1							
x6	.53	-.48	.73	.74	.71	1						
x7	.51	-.44	.88	.85	.79	.80	1					
x8	.85	-.98	.79	.78	.82	.57	.54	1				
x9	.85	-.83	.90	.88	.88	.77	.82	.90	1			
x10	-.90	.92	-.74	-.73	-.78	-.55	-.54	-.97	-.91	1		
x11	-.10	.33	.35	.34	.24	.44	.68	-.23	.18	.21	1	
x12	-.82	.97	-.78	-.79	-.84	-.58	-.55	-.98	-.89	.96	.21	1

3) 요인분석 결과

위의 변수들로 SAS 6.12를 이용하여 요인분석을 실시하였다. 자료의 요약 및 변수의 구조를 파악하는 것이 목적이기 때문에 R-type 요인분석을 선택하였으며, 모델은 주요인 분석(PCA)모델을 사용하였다. 한편, 위의 상관관계계수를 이용하여 요인분석을 실시하여 나온 요인적재량은 <표 5>와 같다.

< 표 5> 요인 적재량과 아이겐값

변수	요인 1		요인 2
	.83		-.27
x2	-.88		.43
x3	.94		.25
x4	.93		.25
x5	.94		.15
x6	.75		.41
x7	.79		.58
x8	.94		-.35
x9	.98		.04
x10	-.91		.34
x11	.12		.98
x12	-.93		.32
아이겐값	8.84		.74
누적비율	2.209		.92

4) 가중치의 계산

기술수준은 위의 기능모수 12개로 설명되어 질 수 있으며, 기능모수 12개는 요인 1과 요인 2로 축약되어 설명될 수 있다. 위의 <표 5>에서 누적비율을 보면 요인 1과 요인 2로서 전체의 92% 정도를 설명할 수 있는 것으로 나타나고 있다.

위에서 설명한 것처럼 아이겐값은 요인전체를 설명하는 정도를 나타내고 요인적재량은 각 변수들과 요인과의 상관관계를 보여주는 것이다. 따라서, 각 요인의 아이겐값과 요인적재량을 이용한 다음의 식을 통해서 각 변수간의 가중치를 구할 수 있다.

$$X_i \text{의 가중치} = \sum_j (X_i \text{의 요인}_j \text{의 적재값})^2 \times \text{요인}_j \text{의 아이겐값}$$

따라서, 각 변수의 가중치를 구하여 정규화한 값은 다음의 <표 6>와 같다.

<표 6> 기능모수의 가중치

변수	Normalized 가중치
x1	.075
x2	.087
x3	.100
x4	.090
x5	.090
x6	.060
x7	.080
x8	.097
x9	.100
x10	.091
x11	.027
x12	.095

2. 주성분분석을 통한 가중치 부여

가. 주성분분석(Principal Component Analysis)의 의의

주성분분석이란 요인분석(factor analysis)의 한 가지 형태로서, 자료를 축소 또는 해석하기 위한 분석기법으로서 원래의 변수의 선형결합으로 자료의 공분산구조를 설명하는 기법이다. 예를 들어 p 개의 변수가 가지고 있는 변동이 $p \times p$ 차원의 공분산행렬로 주어진다고 할 때 p 개 보다 더 적은 k 개의 주성분으로 이 변동의 대부분을 설명할 수 있다면 k 개의 주성분이 원래의 p 개의 변수가 갖고 있는 정보를 거의 다 갖고 있다고 볼 수 있다. 따라서 주성분분석이란 k 개의 주성분 각각에 대한 n 개의 관찰치를 대신하도록 함으로써 자료를 축소하는 것이다. 이와 같은 주성분분석을 실시하면 공분산행렬에서는 발견할 수 없는 변수사이의 관계를 발견할 수 있어서 보다 높은 차원의 해석을 할 수 있다. 또한 주성분분석은 그 분석자체가 목적이 아니라 분석을 하기 위한 중간단계로서 사용되는 수도 있다. 즉 주성분분석을 하여 얻어진 주성분을 다변량회귀분석 또는 군집분석의 자료로서 사용하기도 한다.

나. 주성분분석 방법

먼저 주성분분석 방법을 예를 통해 알아본다. 주성분분석법은 1960년 유럽의 생물학자들이 어떤 지역에서 채집된 24마리의 거북이의 키, 등껍데기의 가로와 세로를 측정하여 거북이의 모양과 크기의 특징을 하나의 수치로 나타내려고 이용하였다.

키, 등껍데기의 가로 및 세로의 세 변수로 이루어진 공분산행렬을 분석한 결과 다음 표에서 보는바와 같이 첫 번째 주성분이 세 변수의 총분산을 대부분(98.64%) 설명하고 있다.

변수	주성분		
	1	2	3
키	.3068	.1006	-.9465
가로	.4955	.8321	-.2491
세로	.8126	-.5454	-.2054
분산	680.40	6.50	2.86
총분산의 %	98.64	.94	.41

따라서 거북이 특징의 측정치로서 다음과 같은 세 변수들의 가중평균치를 사용하였다.

$$F_1 = 0.81 \times (\text{세로}) + 0.50 \times (\text{가로}) + 0.31 \times (\text{키})$$

이와 같이 정보의 손실을 최소화하면서 단일지표에 의해 거북이의 특성을 대부분 묘사할 수 있다.

전술한 주성분 분석모형에서는 관측된 변수를 종속변수로 주성분을 독립변수로 표현하였다. 그러나 첫 번째 주성분에 의한 충분산의 설명력이 클 때는 첫 번째 주성분을 관측된 변수들의 복합된 단일지표로 나타낼 수 있다.

이를 위해서는 주성분을 종속변수로 간주했을 때의 각 변수에 대한 계수 즉 가중치를 구해야 한다. 이를 수식으로 표현하면 다음과 같다.

$$F_i = b_{i1} X_1 + b_{i2} X_2 + \dots + b_{in} X_n \quad (i=1, 2, \dots, n)$$

계수 b_{in} ($n=1, 2, \dots, n$)을 구하는 과정을 행렬로 설명하면 다음과 같다.

n 개의 각 변수들이 상관관계가 없이 새로 구성되는 n 개의 주성분 F_1, F_2, \dots, F_n 의 선형모형으로 표현된다는 것을 식으로 표현하면 다음과 같다.

$$Z = Af$$

$$\text{여기서 } Z = \begin{bmatrix} Z_1 \\ Z_2 \\ \vdots \\ Z_n \end{bmatrix}$$

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

$$f = \begin{bmatrix} f_1 \\ f_2 \\ \vdots \\ f_n \end{bmatrix}$$

$Z = Af$ 에 A' 를 곱하면 $A'Z = A'Af$ 가 되며 f 에 대해서 풀면

$$f = (A'A)^{-1} A'Z = A_n^{-1} A'Z$$
 이다.

따라서 행렬을 대행식으로 나타내면 다음과 같다.

$$\text{여기서 } A_n^{-1} = \begin{bmatrix} \lambda_1 & & & 0 \\ & \lambda_2 & & \cdot \\ 0 & & \ddots & \lambda_n \end{bmatrix}$$

$$F_p = \sum_{j=1}^n \frac{a_{jp}}{\lambda_p} Z_j \quad (p=1, 2, \dots, n)$$

이와 같이 주성분이 변수들의 선형결합형태로서 표현되며 이때 변수의 가중치, 즉 계수는 단지 요인적재치 a_{jp} 를 고유치로 나누어줌으로써 구하게 된다.

< 기술수준 사례분석 - 256M DRAM >

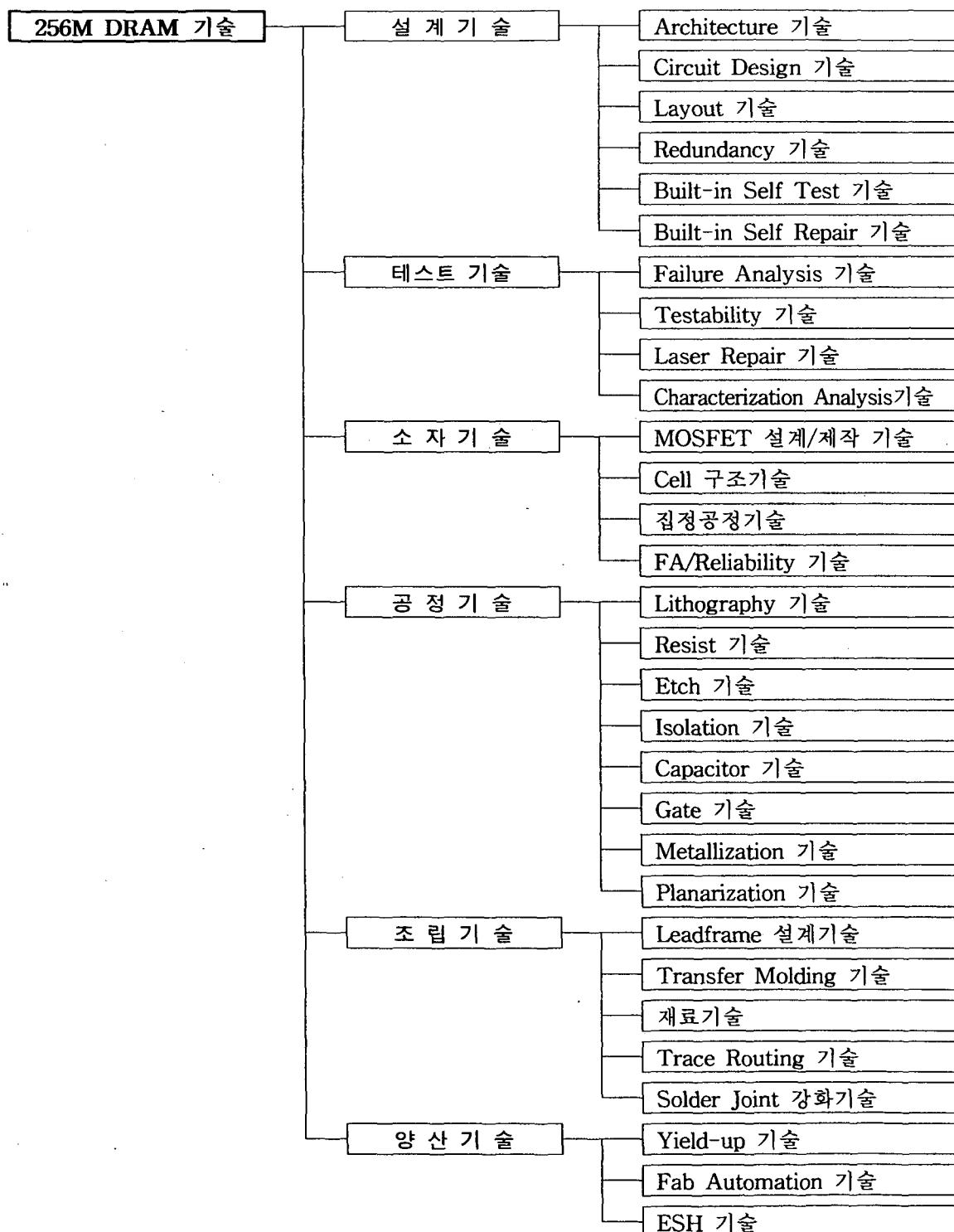
1. DRAM 제품의 제원비교

구 분	64M SD램	256M SD램
용 량	신문지 520매	신문지 2,100매
	원고지 21,000장	원고지 84,000장
	글자수 4,194K	글자수 16,777K
동작속도	약100MHz	100MHz ~ 166MHz
동작전압	3.3V	3.3~2.5V
디자인률	0.22μm	0.19μm
제조사명	한국 : 삼성, 현대 일본 : NEC, 도시바 미국 : Micron	한국 : 삼성 일본 : NEC, 도시바 미국 : Micron
사용처	중/대형컴퓨터, 서버, 워크스테이션, 고급형 PC 등	슈퍼컴퓨터, 대형컴퓨터, 서버, 워크스테이션, 고급형 PC, 멀티 미디어용 가전기기 등

* SD램 : Synchronous DRAM (동기식 Dynamic Random Access Memory)

2. 기술 Tree

DRAM의 주요 핵심기술을 생산공정별로 살펴보면 다음과 같다.



3. 기술수준분석

3.1 전제

- 1) 기술모수의 평가에서 설비기술은 제외하고 설계, 소재, 가공, 조립, 시험평가기술을 대상으로 한다.
- 2) 회사기밀 등의 이유로 공표된 자료가 거의 없는 항목에 대하여는 상대평가를 한다. 상대평가를 할 때 현재 전반적인 기술개발력이 가장 높은 미국의 수준을 100으로 한다.
- 3) 기술모수의 경우 평가항목 전체를 상대평가한다.
- 4) 한국과 세계 최고의 기술개발력을 보유한 국가의 비교 대상 기업은 다음과 같다.
 - 한국 : 삼성전자
 - 미국 : Micron
 - 일본 : NEC
- 5) 5명의 전문가 패널로부터 설문조사를 통해 각 항목에 대한 실측치와 상대평가 및 가중치에 관한 자료를 구하였다. 가중치에 관해서는 평균을 구하였고 모수에 관해서는 편차가 매우 큰 경우 이를 제외하였다.
- 6) 64M DRAM와 256M DRAM의 경우 주요 핵심기술을 국산화하고 있어 별도로 국산화율을 구하지 않았다.

3.2 기술수준의 조사 및 평가

256M DRAM의 경우 1999년 2월 현재 세계에서 삼성전자만이 이를 대량생산하여 출시하고 있어 외국과의 직접 비교가 되지 않을 정도로 삼성이 앞서 있다. 따라서 본 조사에서는 기능모수의 경우에는 이미 출시한 64M DRAM을 중심으로 기술수준을 비교하고, 기술모수에 관해서는 64M DRAM의 기술과 현재 개발중에 있는 기술개발력을 감안하여 256M DRAM의 수준을 상대 평가하였다.

가. 기능모수

1) 자료처리

소비자의 요구(64M DRAM의 경우 이를 사용하는 컴퓨터 메이커 등)를 만족시키는 요인들의 특성을 나타내는 주요 기능모수로는 Chip Size, Cell Size, 동작주파수, 전원 전압, 소비전력, Refresh Cycle, Mask Step 수와 출하개시 시기 등을 들 수 있다.

- Chip Size는 mm^2 단위로 나타내며 Chip Size가 작을수록 작은 면적에 동일한 64Mbit를 집적하는 용량을 나타내므로 그 수치가 작을수록 좋은 undesirable factor이다. 따라서 종합평가를 할 때는 이의 역수를 취한다.
- Cell Size는 bit 당 면적으로서 μm^2 로 나타내며 이 수치가 작을수록 동일한 Chip Size에 더 많은 소자를 집적하므로 Chip Size와 같이 undesirable factor이다. 따라서 종합평가를 할 때는 이의 역수를 취한다.

$$\text{주의 : } \frac{\text{Chip Size}}{64 \text{ MBit}} \neq \text{Cell Size}$$

- DRAM은 전원을 끄면 데이터를 손실한다. 따라서, 데이터를 잃지 않도록 상기시키기 위하여 일정한 시간(cycle)마다 전압(예 : 2.5V)을 가해주는데, 전압을 가해주는 시간 간격을 refresh cycle이라고 한다. 예를 들어, refresh cycle이 1시간인 경우, 1시간마다 2.5V 이상으로 전압을 가해주면 1로 인식하고, 2.5V 이하로 전압을 가해주면 0으로 인식하게 되어 데이터를 보존하게 된다. 따라서 Refresh Cycle은 클수록 좋은 desirable factor이지만, 표준화돼 있어 대부분의 제품이 비슷하다.
- 반도체는 웨이퍼 표면에 layer를 쌓아가면서 만든다. 각 layer를 쌓는데도 여러 가지의 공정을 거치게 되고, 각 layer마다 공정이 다를 수 있다. 여기서 mask step 수란 바로 layer 수를 말한다. 보통 반도체 제품은 20개의 layer를 갖는다. mask step 수가 크면 쌓는 layer가 많다는 것이므로, 공정시간이 길어지게 된다. 그러나 제품마다 layer 수가 다르고, layer마다 공정수가 다르므로 제품제원으로 파악해야 한다.
- 동작 주파수는 MHz으로 나타내며 제품별로 표준화돼 있어 제품제원으로 파악한다.
- 전원전압은 W로 나타내며 제품별로 표준화돼 있어 제품제원으로 파악한다.
- 소비전력은 값이 작으면 작을수록 좋은 undesirable factor이다. 따라서 종합평가를 할 때는 이의 역수를 취한다. 그러나 대부분의 제품이 동일하다.
- 64M DRAM의 가격은 경쟁시장가격으로 일정시점에서는 동일가격을 유지하므로 그 가격차를 기술수준에 반영할 수 없다. 생산성을 나타내는 모수로는 웨이퍼당 good 칩수를 들 수 있다. 웨이퍼당 good 칩수는 net die 수 × 수율로 주어진다. 여기서 net die 수는 웨이퍼당 나올 수 있는 칩수를 말한다. 삼성의 64M DRAM의 경우, 세대별 net die 수, 수율, good 칩수는 다음과 같다.

	net die 수	수율	good 칩수
4세대	300개	90~90%	249~270개
6세대	400개	40~50%	240~300개

그리고 256M DRAM의 net die 수와 수율은 다음과 같다.

	net die 수	수율	good 칩수
2세대	200개	30%	60개

수율은 매달 향상되며 보통 6개월내에 70-80%를 달성하는 것이 기업의 목표이다. 본 조사에서는 good 칩수에 관한 외국의 자료를 구할 수 없어 net die 수만을 비교하였다.

- 출하개시시기는 생산자의 기술개발력과 생산기술수준을 나타내고 소비자의 요구를 먼저 충족시킬 수 있는 정도를 나타내는 지표이다. 출하개시시기는 빠를수록 좋다. 출하개시시기는 분기별로 나타내며 가장 이른 출하개시시기를 100으로 하고 1분기가 늦을 때마다 5씩을 차감하는 방식을 택하였다. 출하개시시기는 신뢰성 샘플과 양산시기로 구분하여 평가하였다.

2) 분석결과

- 기능모수는 64M DRAM을 대상으로 모두 실측치를 기초로 평가하였다.
- 전문가들이 가장 중요하게 평가한 요인을 가중치로 나열하면, 출하개시시기(30), net die(15), 면적(10), 소비전력(5)으로 나타났다. 그리고 면적에서는 Cell Size보다 Chip Size에, 출하개시시기에서는 신뢰성 샘플보다 양산시기에 보다 높은 가중치를 부여하였다.
- 요인별 가중치와 실측치는 다음과 같다.

< 요인별 가중치와 실측치 >

평가항목	가중치	세부평가항목	가중치	측정단위	한국	일본	미국
면적	16.7	Chip Size	60.0	mm^2	71.5	72.5	60.0
		Cell Size	40.0	μm^2	0.55	0.5	0.5
		가중치 합계	100.0				
소비전력	8.3			W	1.3	1.3	1.3
Net Die 수	25.0			개	357	346	383
출하개시 시기	50.0	신뢰성 샘플	40.0	시기	98.1Q	98.2Q	98.3Q
		양산	60.0	시기	98.3Q	98.3Q	99.1Q
		가중치 합계	100.0				
가중치 합계	100.0						

(가) 종합수준

각국의 256M DRAM 기능모수 종합수준은 다음과 같이 구한다.

$$M_i = 100 \left[0.167 \times \frac{X_{1i}}{100} + 0.083 \times \frac{X_{2i}}{1.3} + 0.25 \times \frac{X_{3i}}{383.33} + 0.5 \times \frac{X_{4i}}{100} \right]$$

M_i : 국가별 기능모수 종합수준

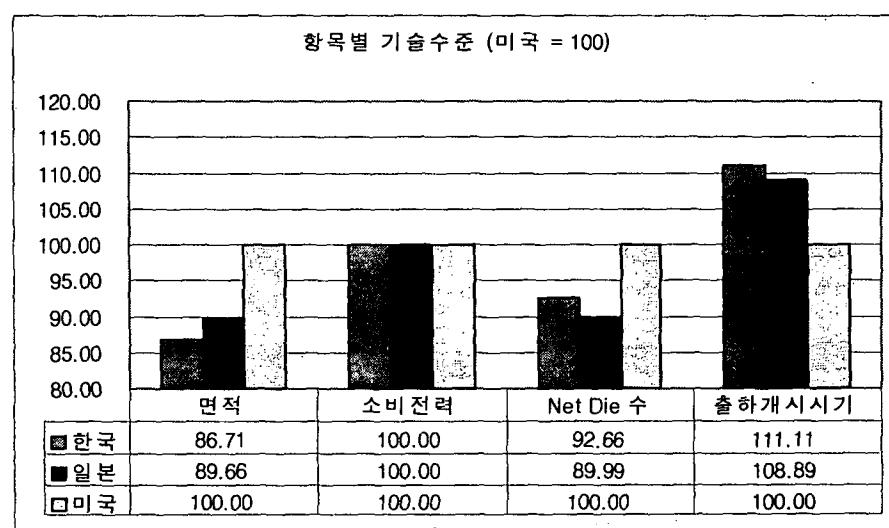
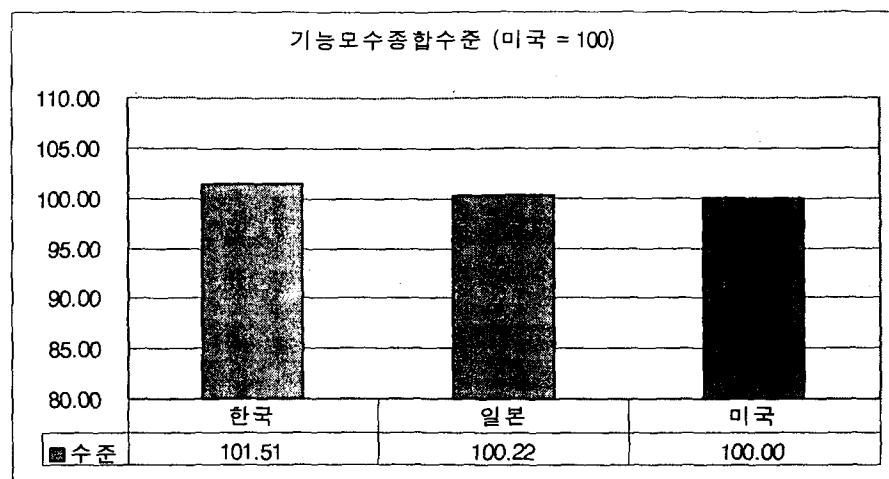
X_{1i} : 국가별 면적 수준

X_{2i} : 국가별 소비전력 수준

X_{3i} : 국가별 net die 수 수준

X_{4i} : 국가별 출하개시시기 수준

- 면적은 Chip Size와 Cell Size로 세분화되고, 출하개시시기는 신뢰성샘플과 양산으로 세분화된다. 면적과 소비전력은 undesirable factor이므로 역수를 취하여 계산한다.
- 종합적인 기술수준은 동 분야의 최고 기술을 보유한 미국을 100으로 했을 때, 한국은 101.5, 일본은 100.2로 나타났다.
- 이를 핵심모수별로 살펴보면, Chip Size와 Net Die 수에서는 미국이, 출하개시시기에서는 한국이 가장 우수하고, 소비전력은 3국이 동일한 것으로 나타났다.



나. 기술모수

1) 자료처리

기술모수는 256M DRAM을 대상으로 미국의 기술수준을 100으로 한 모두 상대평가를 초로 하였다.

2) 분석결과

- 기술모수의 핵심기술은 설계, 테스트, 소자, 공정, 조립 및 양산기술로 구분한다.
- 가중치 면에서 공정기술이 0.3으로 가장 높게 나타났고 다음으로 설계기술과 소자기술이 각각 0.23으로 나타났다.

- 세부기술을 살펴보면, 설계기술분야에서는 한국이 architecture와 circuit design 기술에서 크게 뒤지는 것으로 나타났고,
- 테스트기술은 failure, testability, laser repair 기술 모두 한국이 그게 뒤진 것으로 나타났다.
- 조립기술수준에서는 leadframe과 transfer molding에서 한국이 우수하나 solder joint에서는 약간 뒤지는 것으로 나타났다.
- 양산기술그룹분야에서는 yield-up 기술이 매우 뛰어난 반면, ESH 기술은 가장 열악한 것으로 나타났다.
- 요인별 가중치와 상대평가자료는 다음 표와 같다.

< 요인별 가중치와 실측치 >

평가항목	가중치	세부평가항목	가중치	한국	일본	미국
설계기술	22.5	Architecture 기술	20.0	88.00	91.00	100.00
		Circuit Design 기술	22.5	87.00	89.00	100.00
		Layout 기술	17.5	91.92	92.93	100.00
		Redundancy 기술	13.8	93.88	91.84	100.00
		Built-in Self Test 기술	11.3	93.88	96.94	100.00
	15.0	Built-in Self Repair 기술	15.0	92.93	92.93	100.00
		가중치 합계	100.0			
테스트기술	6.3	Failure Analysis 기술	51.3	89.90	91.92	100.00
		Testability 기술	35.0	90.00	94.00	100.00
		Laser Repair 기술	13.8	85.00	91.00	100.00
		가중치 합계	100.0			
	22.5	MOSFET 설계/제작 기술	28.8	94.00	95.00	100.00
		Cell 구조기술	22.5	95.96	95.96	100.00
		집적공정기술	33.8	103.19	104.26	100.00
		FA/Reliability 기술	15.0	94.79	104.17	100.00
공정기술	30.0	가중치 합계	100.0			
		Lithography 기술	28.8	106.52	106.52	100.00
		Etch 기술	11.3	104.26	103.19	100.00
		Isolation 기술	10.0	94.00	98.00	100.00
		Capacitor 기술	13.8	105.32	103.19	100.00
		Gate 기술	10.0	95.00	98.00	100.00
		Metallization 기술	16.3	96.97	93.94	100.00
		Planarization 기술	10.0	94.00	95.00	100.00
		가중치 합계	100.0			
		가중치 합계	100.0			
조립기술	6.3	Leadframe 기술	30.0	102.08	101.04	100.00
		Transfer Molding 기술	26.3	103.13	102.08	100.00
		Trace Routing 기술	21.3	101.04	100.00	100.00
		Solder Joint 강화기술	22.5	97.92	98.96	100.00
		가중치 합계	100.0			
양산기술	12.5	Yield-up 기술	72.5	111.11	104.44	100.00
		Fab Automation 기술	16.3	97.94	101.03	100.00
		ESH 기술	11.3	89.00	97.00	100.00
		가중치 합계	100.0			
가중치 합계	100					

(가) 종합수준

$$M_i = 100 \left[0.225 \times \frac{X_{1i}}{100} + 0.0625 \times \frac{X_{2i}}{100} + 0.225 \times \frac{X_{3i}}{100} \right. \\ \left. + 0.30 \times \frac{X_{4i}}{100} + 0.0625 \times \frac{X_{5i}}{100} + 0.125 \times \frac{X_{6i}}{100} \right]$$

M_i : 각국의 기술모수종합수준

X_{1i} : 각국의 설계기술 수준

X_{2i} : 각국의 테스트기술 수준

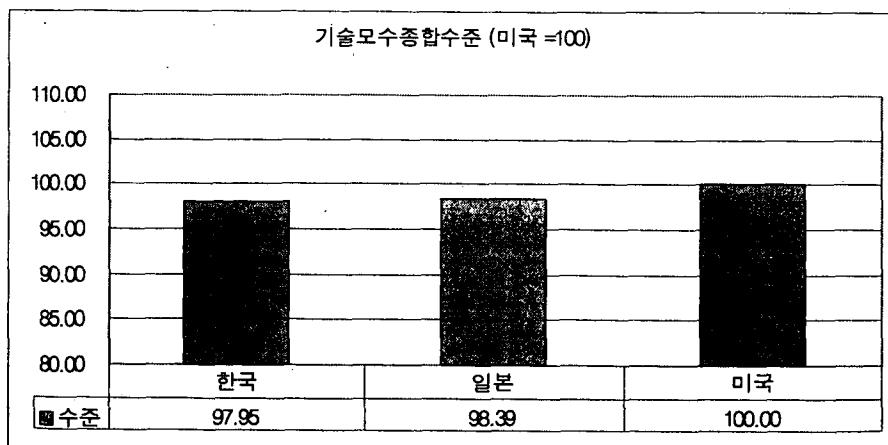
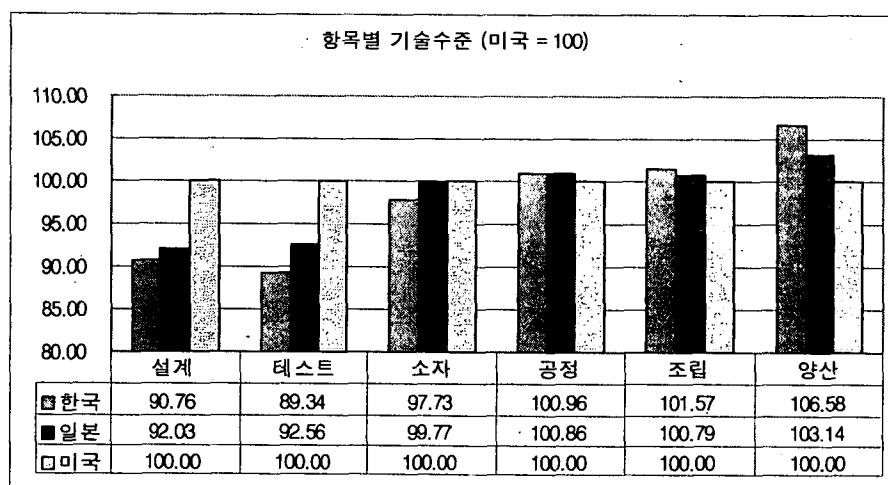
X_{3i} : 각국의 소자기술 수준

X_{4i} : 각국의 공정기술 수준

X_{5i} : 각국의 조립기술 수준

X_{6i} : 각국의 양산기술 수준

- 미국의 종합기술수준=100, 한국과 일본이 각각 98.0과 98.4로 거의 동등한 수준
- 한국은 양산기술에서 가장 우수한 반면, 미국은 설계와 테스트기술에서 뛰어난 것으로 나타났다. 소자기술과 공정 및 조립기술에서는 비슷한 수준을 보였다.



(나) 설계기술수준

각국의 설계기술수준은 다음과 같이 구한다.

$$M_i = 100 \left[0.2 \times \frac{X_{1i}}{100} + 0.225 \times \frac{X_{2i}}{100} + 0.175 \times \frac{X_{3i}}{100} + 0.138 \times \frac{X_{4i}}{100} + 0.112 \times \frac{X_{5i}}{100} + 0.15 \times \frac{X_{6i}}{100} \right]$$

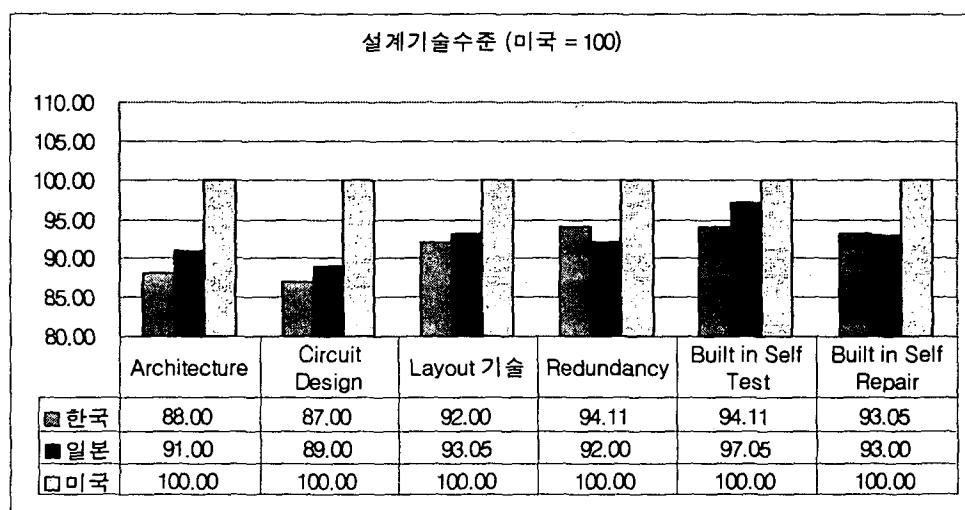
M_i : 각국의 설계기술수준

X_{1i} : 각국의 Architecture 기술수준 X_{2i} : 각국의 Circuit Design 기술수준

X_{3i} : 각국의 Layout 기술수준 X_{4i} : 각국의 Redundancy 기술수준

X_{5i} : 각국의 Built-in Self Test기술수준 X_{6i} : 각국의 Built-in Self Repair기술수준

분석결과를 그래프로 나타내면 다음과 같다.



(다) 테스트기술수준

각국의 테스트기술수준은 다음과 같이 구한다.

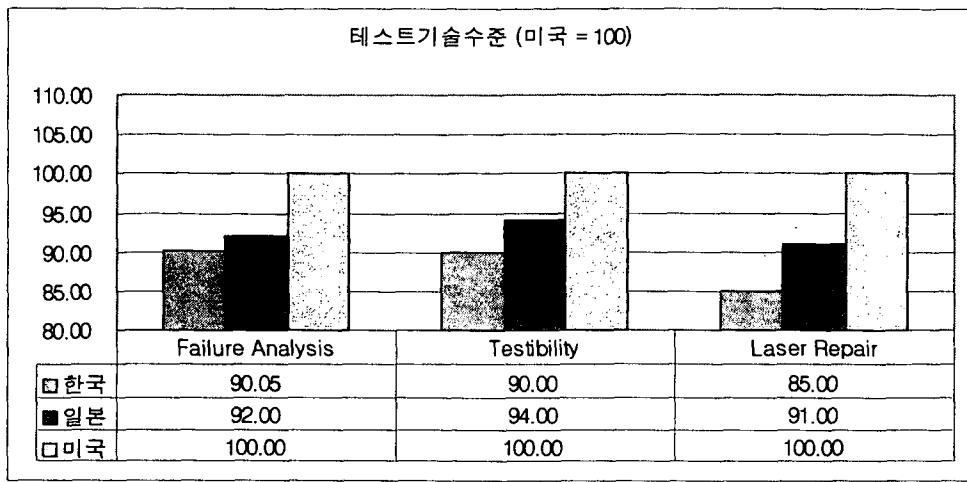
$$M_i = 100 \left[0.513 \times \frac{X_{1i}}{100} + 0.35 \times \frac{X_{2i}}{100} + 0.137 \times \frac{X_{3i}}{100} \right]$$

M_i : 각국의 테스트기술수준

X_{1i} : 각국의 Failure Analysis 기술수준

X_{2i} : 각국의 Testability 기술수준

X_{3i} : 각국의 Laser Repair 기술수준



(라) 소자기술수준

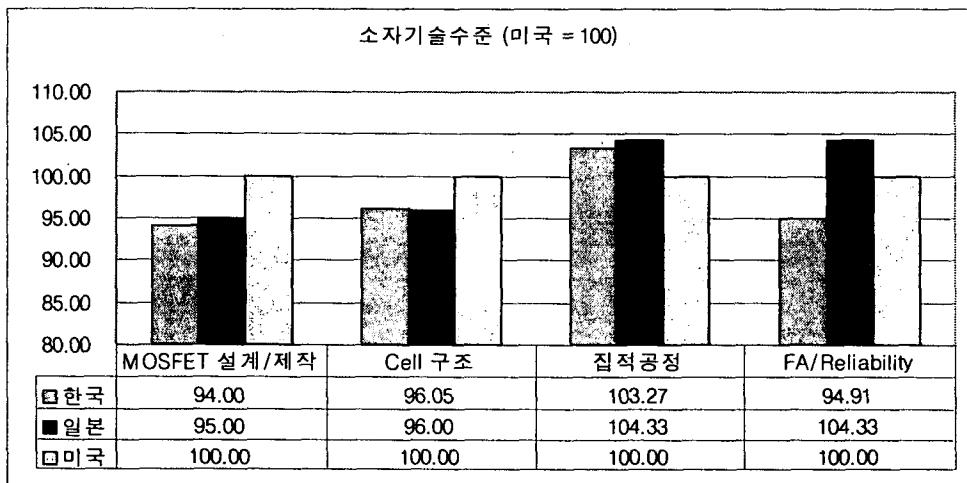
각국의 소자기술수준은 다음과 같이 구한다.

$$M_i = 100 \left[0.288 \times \frac{X_{1i}}{100} + 0.225 \times \frac{X_{2i}}{100} + 0.337 \times \frac{X_{3i}}{100} + 0.115 \times \frac{X_{4i}}{100} \right]$$

M_i : 각국의 소자기술수준

X_{1i} : 각국의 MOSFET 설계/제작 기술수준 X_{2i} : 각국의 Cell 구조 기술수준

X_{3i} : 각국의 집적공정 기술수준 X_{4i} : 각국의 F/A Reliability 기술수준



(마) 공정기술수준

각국의 공정기술수준은 다음과 같이 구한다.

$$M_i = 100 \left[0.288 \times \frac{X_{1i}}{100} + 0.112 \times \frac{X_{2i}}{100} + 0.1 \times \frac{X_{3i}}{100} + 0.138 \times \frac{X_4}{100} + 0.1 \times \frac{X_{5i}}{100} + 0.162 \times \frac{X_{6i}}{100} + 0.1 \times \frac{X_{7i}}{100} \right]$$

M_i : 각국의 공정기술수준

X_{1i} : 각국의 Lithography 기술수준

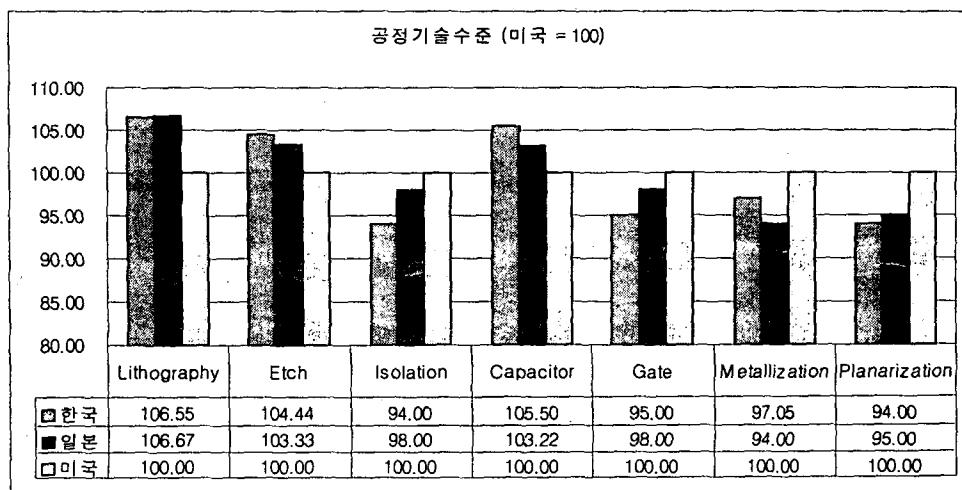
X_{2i} : 각국의 Etch 기술수준

X_{3i} : 각국의 Isolation 기술수준

X_{4i} : 각국의 Capacitor 기술수준

X_{5i} : 각국의 Gate 기술수준

X_{6i} : 각국의 Metallization 기술수준 X_{7i} : 각국의 Planarization 기술수준



(바) 조립기술수준

각국의 조립기술수준은 다음과 같이 구한다.

$$M_i = 100 \left[0.3 \times \frac{X_{1i}}{100} + 0.263 \times \frac{X_{2i}}{100} + 0.212 \times \frac{X_{3i}}{100} + 0.225 \times \frac{X_4}{100} \right]$$

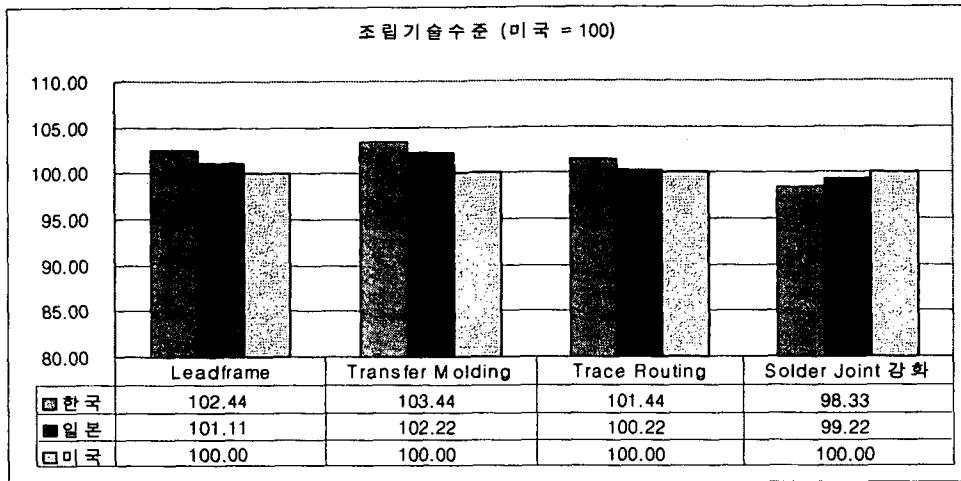
M_i : 각국의 조립기술수준

X_{1i} : 각국의 Leadframe 기술수준

X_{2i} : 각국의 Transfer Molding 기술수준

X_{3i} : 각국의 Trace Routing 기술수준

X_{4i} : 각국의 Solder Joint 기술수준



(사) 양산기술수준

각국의 양산기술수준은 다음과 같이 구한다.

$$M_i = 100 \left[0.725 \times \frac{X_{1i}}{100} + 0.163 \times \frac{X_{2i}}{100} + 0.112 \times \frac{X_{3i}}{100} \right]$$

M_i : 각국의 양산기술수준

X_{1i} : 각국의 Yield-Up 기술수준

X_{2i} : 각국의 Fab Automation 기술수준

X_{3i} : 각국의 ESH 기술수준

