

# 한국 산업의 정밀측정기술 수준분석

남경희<sup>1)</sup>, 안응환<sup>2)</sup>, 김동진<sup>3)</sup>

## 목 차

1. 서론
2. 측정기술 수준현황
3. 정밀측정기술 수준 지수분석
  - 3.1 기술수준 지수분석을 위한 변수선정
  - 3.2 요인분석을 위한 모형
  - 3.3 요인분석 결과
  - 3.4 정밀측정기술 수준의 지수작성
4. 결론 및 시사점

## 1. 서론

측정기술은 현대 경제 및 무역의 국제화 블록형성에 있어 핵심적인 요소로서 산업 및 기술의 혁신, 경제성장, 건강과 안전 등을 위한 필수적인 툴(tool)로 그 중요성이 인식되고 있다. 측정기술에 대한 투자는 산업 성장 및 생산성의 수준을 제고하여 경쟁력과 과학적 탁월성을 추구하는 공공 및 민간 산업의 목표를 지원한다. 즉, 측정기술 투자는 첫째, 기업발전, 기술혁신, 생산성 향상에 기여하고, 둘째, 공정하고 효과적인 법적 규범적 틀을 개발하는데 기여하며, 마지막으로 국가 과학 및 공학 기술의 기반을 더욱 공고히 하는데 기여하고 있다.

이러한 측정기술의 중요성에 비추어 정밀측정기술의 향상은 21세기 과학선진국으로 도약하기 위해 반드시 거쳐야 할 요소이며, 우리 나라의 국제적인 위상 정립 및 경제 대국으로 이르는 디딤돌 역할을 할 것이다. 그 동안 정부의 꾸준한 기술개발 정책 하에서 조성된 측정과학기술의 기반구축은 산업의 전반적인 기술수준 제고에 크게 기여한 것도 사

1) 한국표준과학연구원 표준조사그룹 그룹장  
2) 한국표준과학연구원 표준조사그룹 선임연구원  
3) 한국표준과학연구원 표준조사그룹 책임연구원

실이다. 이에 못지 않게 중요한 것은 현재의 기술수준을 파악하는 일이다. 우리의 기술수준에 대한 정확한 인식과 평가가 없이는 그만큼 기술개발정책에 차질을 가져올 수 있기 때문이다.

기술수준에 대한 평가가 기술발전에 매우 중요하다는 사실을 인식하면서도 이 분야에 대한 연구는 그렇게 활발한 편은 아니다. 그러므로 객관적 기술수준 평가를 위한 학술적 연구와 조사는 과학 및 산업 기술발전을 위해 제기되는 과제이다.

우리 나라는 그 동안 기술혁신과 연구개발 투자의 성장기여도에 관한 거시경제적 측면에서의 연구가 활발히 진행되어 왔으며, 미시적인 측면에서의 산업체의 기술수준과 기술격차에 대한 연구도 일부 진행되어 왔다. 그러나 기술수준의 측정에 중요한 요소 중의 하나인 측정기술이라는 단일 항목만으로 평가된 연구는 거의 없는 실정이다.

이러한 필요성에 부응하기 위하여 본 연구는 기술수준의 중요한 평가요소인 정밀측정 기술수준에 국한하여, 조사자료의 결과를 중심으로 우리 나라 산업체의 측정기술수준을 측정하는데 필요한 객관적 자료를 제시하는데 그 목적이 있다.

본 연구는 한국표준과학연구원(이하 표준원) 조사그룹 주관 하에 1999년도 말 기준으로 직접 조사한 “정밀측정기술 실태조사” 결과를 이용하여 우리 나라 산업의 측정기술 수준 현황을 요약정리하고, 개별 산업체의 측정기술수준을 평가하기 위한 모형을 제시하고 그 측정결과를 분석하였다. 즉, 통계적 기법인 요인분석(factor analysis)방법을 이용하여 측정기술 수준지수를 작성함으로써 우리 나라 산업의 측정기술수준을 평가하였다.

본 연구에서는 2000년도 “정밀측정표준 실태조사”에서 수집된 988개 산업체의 설문조사 데이터를 분석자료로 이용하였다. 조사는 우편조사(전자우편포함)와 방문조사를 병행 실시하였고, 통계처리는 SPSS for windows 10.1 프로그램을 사용하였다.

## 2. 측정기술 수준현황

우리 나라의 경우 국가측정표준대표기관인 표준원이 정점이 되어 정밀측정기술을 지원하고 있으며, 표준원이 확보하고 있는 측정기술수준을 평가하는 척도인 정밀정확도(불확도) 수준은 <표 1>에서 보는 바와 같이 6개 측정기본단위에서 선진국의 최고 수준에 상당히 근접하고 있음을 알 수 있다.

그러나 <표 1>에서 보여주는 바와 같이 산업체에서 유지하고 있는 정밀정확도 수준은 국가표준의 수준보다 2~3 차수(order) 떨어지는 것으로 조사되어, 산업현장까지의 측정기술 보급은 다소 시간이 걸리고 있음을 알 수 있다.

<표 1> 국가표준 및 산업의 정밀정확도(불확도) 수준

측정분야	한국 (표준원)	선진국 최고수준	산업체*	비고 (국가표준의 경우)
길이(m)	$2.5 \times 10^{-11}$	$3.4 \times 10^{-13}$	$10^{-9}$	He-Ne 레이저/수소원자 안정화 레이저
질량(kg)	$1 \times 10^{-9}$	$10^{-10}$	$10^{-7}$	질량비교기 측정수준
시간(s)	$10^{-13}$	$10^{-14}$	$10^{-11}$	BMC로 추정결과, 세계적인 CMC는 미공개
전기(V)	$2 \times 10^{-9}$	$10^{-10}$	$10^{-7}$	10 V에서 B형 불확도와 PTB의 CMC
온도(K)	$5 \times 10^{-6}$	$3 \times 10^{-6}$	$5 \times 10^{-4}$	실온에서 SPRT에 의한 유지불확도
광도(cd)	$3 \times 10^{-3}$	$10^{-3}$	$10^{-2}$	KC 결과에 의한 표준유지 최고수준

\* 산업체의 경우는 실태조사 결과에 의한 자료임.

<표 2>에서는 산업화 단계에 따른 정밀정확도 수준을 보여주고 있는데, 우리 나라는 현재 두뇌집약산업 수준을 거쳐 산업화 제5단계인 첨단산업의 문턱에 진입하려는 수준에 있다.

<표 2> 측정기술수준으로 본 정밀정확도 수준

단 계 구 분	1 단계 1960년대	2 단계 1970년대	3 단계 1980년대	4 단계 1990년대	5 단계 2000년대
주요산업	노동집약 (농기구)	기능집약 (기계)	기술집약 전자 자동차	두뇌집약 컴퓨터 반도체	첨단산업 메카트로닉스 신소재
정밀정확도 수준	$10^{-1} \sim 10^{-2}$	$10^{-2} \sim 10^{-4}$	$10^{-4} \sim 10^{-5}$	$10^{-5} \sim 10^{-6}$	$10^{-7}$ 이상

### 3. 정밀측정기술 수준 지수분석

어떠한 기술의 수준을 평가하기 위해서는 그 기술에 영향을 주는 각종 변수의 선정과 그 변수들의 가중치(weight)를 설정해야 한다. 이러한 변수들은 하나 하나를 고유한 수준평가의 요소로서 볼 수 있다. 그러나 각 변수의 단위가 서로 다르기 때문에 독립적으로 처리하게 되면 객관적인 평가가 불가능하다. 그러므로 각 변수들의 단위와 의미를 커다란 하나의 종합적

인 틀에 맞추어 분석하는 방법이 필요하게 된다. 이때 사용되는 통계적 기법이 바로 요인분석 (Factor Analysis)이다.

요인분석은 다수 변수들간의 상관관계를 이용하여 변수들간의 체계적인 구조를 밝히고 서로 유사한 변수끼리 묶어주는 다변량 통계기법 중의 하나이다. 즉, 여러 개의 변수들이 서로 어떻게 연결되어 있는가를 분석하여 이들 변수간의 관계를 공동요인을 이용하여 설명하는 분석기법으로 변수의 수가 너무 많아서 취급하기가 곤란하거나 변수들간의 관계를 분석, 설명하기 어려울 때 몇 개의 요인으로 나타내 주기 위한 목적에 주로 사용된다.

좀더 자세히 말하자면, 요인분석이란 여러 변수간의 관계성이나 패턴을 파악하고 변수들이 갖고 있는 정보를 잠재된 적은 수의 구조(construct)로 축약하거나 요약하기 위해 사용하는 통계기법이다. 따라서 요인분석을 통해 수많은 변수들의 상호 관련성을 분석할 수 있고, 이러한 관련성을 기초로 각 변수들이 공통으로 측정하고 있는 차원(잠재적인 요인)을 파악하고 설명할 수 있다. 또한 요인분석은 과학이 추구하는 절약성의 원리(principle of parsimony)를 가장 충실히 따르는 분석방법 가운데 하나이다. 요인분석을 통해 추출된 요인(차원)은 무수히 많은 관찰변수들의 특성을 가장 잘 대표하는 개념이기 때문에 현상을 단순하고 명료하게 설명하는 효율성을 가진다.

우리 나라 산업의 정밀측정기술수준을 객관적으로 분석하기 위해 기술수준 지수(index)를 작성하고, 이를 이용하여 정밀측정기술수준의 향상을 도모하기 위한 효과적인 방안을 제시하기 위한 몇 가지 측면을 살펴보자.

먼저 정밀측정기술 수준지수의 작성을 위해서 정밀측정기술수준에 영향을 주는 변수의 선정과 변수들의 가중치(weight)를 설정해야 한다. 즉, 정밀측정지수를 작성함으로써 선정한 여러 변수들 중 정밀측정기술에 가장 크게 직접적으로 영향을 미치는 변수를 파악할 수 있으므로 한국 산업의 정밀측정기술수준 선진화를 위한 합리적이고 효과적인 방안을 도출할 수 있을 것이다.

또 다른 측면으로는 정밀측정기술수준지수를 작성함으로써 측정기술수준에 대한 객관적인 평가를 수행할 수 있도록 도와주게 된다.

### 3.1 기술수준 지수분석을 위한 변수선정

일반적으로 정밀측정기술수준에 영향을 미치는 항목은 정밀측정과 연관된 투자측면 요소인 측정기기 보유대수, 측정기기에 대한 교정실시율, 측정전담 인력수와 정밀측정을 위한 측정표준실 설치 유무 등이며, 이외에 간접적인 영향을 끼치는 요소로는 연구개발인력, 품질관리인력, 생산전담인력 등이 있다.

한국 산업의 표준정밀측정 수준분석을 위한 설문항목은 인력현황 항목 4가지, 생산현황과

측정기기 보유 및 활용현황 항목에서 각각 2가지씩, 측정표준실 관리 및 측정관리현황항목 3가지로 구성하였다.

이 중 설문항목의 지표를 기준으로 측정기술수준지수의 작성을 위해 사용될 변수를 선정하였다. 선정된 변수는 <표 3>과 같이 모두 9가지이며 각각의 변수를 1인당 지표, 비율 및 구성비 지표와 측정관련 지표로 나누었다.

<표 3> 정밀측정기술 수준지수 작성을 위한 변수

변수 명	비 고
종업원 1인당 생산액 (PR) 종업원 1인당 품질관리 인력수 (QC) 종업원 1인당 연구개발 인력수 (R&D) 종업원 1인당 측정기술 인력수 (SM)	1인당 지표
매출액에 대한 총 측정기기 보유대수 (TMAR) 매출액에 대한 교정 측정기기 수 (PMACR)	비율 및 구성비 지표
측정 표준실 설치 여부 (MSR) 온·습도 조절설비수준 (ACS) 정밀측정 전담부서 유무 (PMSD)	측정관리 관련 지표

### 3.2 요인분석을 위한 모형

본 연구에서 채택한 요인분석 수행을 위한 모형의 세부 구성은 다음과 같다.

먼저 산출하는 통계량에는 일변량 기술통계(univariable descriptives)와 초기해법(initial solution)을 선택하였으며, 상관행렬(correlation matrix) 작성시 상관계수(coefficients), 유의수준(significance levels), 행렬식(determinant), 그리고 KMO의 구형성(적합성) 검정(KMO's test of sphericity)을 포함하였다.

다음 단계인 요인추출시에 사용된 분석방식은 주성분 요인분석을 선정하였으며 상관행렬을 사용하여 계산한다. 이때 아이젠값을 기준으로 1 이상의 값을 갖는 요인(Factor)만을 선택하도록 하였다.

요인의 회전방식(rotation)은 각 요인이 서로 독립성을 유지하도록 하는 직각회전방식(Varimax)을 사용한다. 이렇게 함으로써 각 열의 요인적재량을 제공한 값의 분산을 최대화시켜 각 요인을 설명할 수 있게 한다. 추가 분석에 이용할 변수를 만들 요인점수(factor score)를 지정하는 방법으로는 회귀분석(regression)을 사용하였다. 그 결과 추정한 요인점수와 참 요인값 간의 다중상관관계를 제공한 것과 같은 분산을 가지며 평균을 0으로 하고 개개의 참 요인

값과 추정된 요인간의 차이를 제공한 값이 최소화되게 한다.

### 3.3 요인분석 결과

요인분석에 사용된 9개의 변수들에 대한 평균(mean)과 표준편차(standard deviation)는 <표 4>와 같다.

<표 4> 기술통계량(Descriptive Statistics)

변 수	평균	표준편차	분석 수
PR	1010.89	11508.758	988
QC	.1834140	.28451323	988
R&D	.07	.128	988
SM	.03	.103	988
TMAR	.02113	.171741	988
PMACR	.01101	.068788	988
MSR	1.48	.500	988
ACS	1.15	1.310	988
PMSD	1.38	.498	988

변수들 간의 상관관계행렬은 <표 5>와 같다. 분석 결과에서 변수 TMAR와 PMACR의 상관관계는 .959로 강한 정(+)의 상관관계를 보이고 있고, 반면에 SM과 TMAR는 .001로서 대단히 약한 상관관계를 보인다. 또한 Kaiser-Meyer-Olkin의 KMO 값은 .529로 전체자료와 개별자료의 표본 적합도가 아주 바람직하지는 않지만 그대로 사용하였다.

<표 5> 상관행렬<sup>a</sup> (Correlation Matrix)

구 분		PR	QC	R&D	SM	TMAR	PMACR	MSR	ACS	PMSD
상관계수	PR	1.000	.165	-.009	.022	-.009	-.011	-.041	.076	.042
	QC	.165	1.000	-.107	.025	-.016	-.021	-.014	.069	-.005
	R&D	-.009	-.107	1.000	-.027	.002	-.007	-.014	-.016	-.033
	SM	.022	.025	-.027	1.000	.001	.019	-.114	.039	-.090
	TMAR	-.009	-.016	.002	.001	1.000	.959	-.040	.000	-.029
	PMACR	-.011	-.021	-.007	.019	.959	1.000	-.062	.010	-.057
	MSR	-.041	-.014	-.014	-.114	-.040	-.062	1.000	-.848	.426
	ACS	.076	.069	-.016	.039	.000	.010	-.848	1.000	-.340
	PMSD	.042	-.005	-.033	-.090	-.029	-.057	.426	-.340	1.000
유의수준 (단측검정)	PR		.000	.392	.246	.393	.369	.101	.009	.095
	QC	.000		.000	.221	.307	.257	.331	.016	.441
	R&D	.392	.000		.196	.476	.411	.332	.303	.152
	SM	.246	.221	.196		.483	.274	.000	.113	.002
	TMAR	.393	.307	.476	.483		.000	.103	.496	.180
	PMACR	.369	.257	.411	.274	.000		.025	.380	.036
	MSR	.101	.331	.332	.000	.103	.025		.000	.000
	ACS	.009	.016	.303	.113	.496	.380	.000		.000
	PMSD	.095	.441	.152	.002	.180	.036	.000	.000	

a 행렬식(Determinant) = 1.653E-02

각 변수의 초기값과 주성분 분석에 의한 각 변수의 커뮤널리티는 <표 6>과 같다. 일반적으로 커뮤널리티가 .4 이하이면 낮다고 평가하고 분석에서 제외하는 것이 바람직하지만, 꼭 중요한 변수인 경우에는 제외시켜서는 안 된다.

<표 6> 커뮤널리티

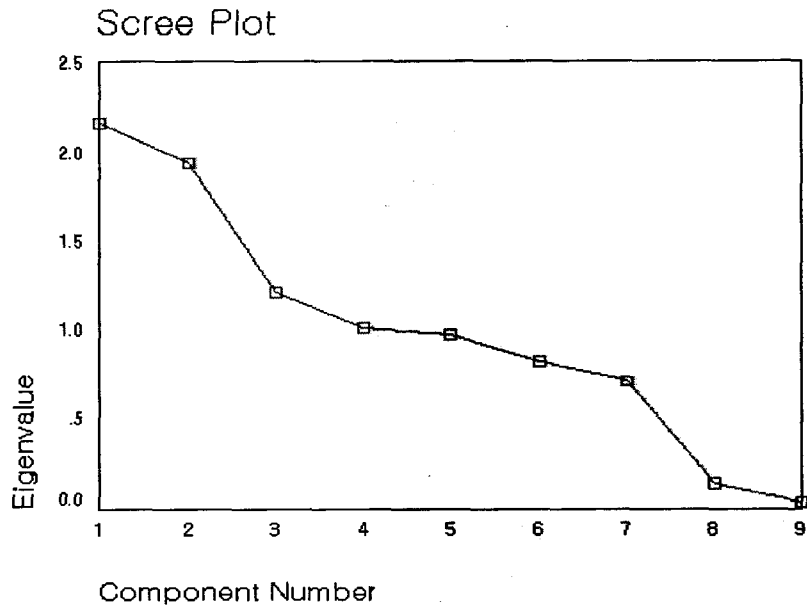
변 수	초기요인	추출요인
PR	1.000	.606
QC	1.000	.558
R&D	1.000	.534
SM	1.000	.505
TMAR	1.000	.979
PMACR	1.000	.980
MSR	1.000	.877
ACS	1.000	.833
PMSD	1.000	.446
추출방법: 주성분요인		

<표 7>에서 보는 바와 같이 추출된 4 요인의 고유치는 각각 2.164, 1.934, 1.211, 1.008이며, 요인추출 기준으로 지정한 아이겐값 1 이상인 요인만 추출되었다. 아이겐값은 그 요인이 설명하는 분산의 양을 나타내므로 이 값이 큰 요인이 중요한 요인이 된다.

<표 7> 설명된 총분산

구 분	초기고유값			추출 제곱합 적재값			회전제곱합 적재값		
	합 계	% 분산	누적 %	합 계	% 분산	누적 %	합 계	% 분산	누적 %
1	2.164	24.050	24.050	2.164	24.050	24.050	2.122	23.581	23.581
2	1.934	21.485	45.534	1.934	21.485	45.534	1.960	21.775	45.355
3	1.211	13.453	58.988	1.211	13.453	58.988	1.192	13.248	58.604
4	1.008	11.197	70.185	1.008	11.197	70.185	1.042	11.581	70.185
5	.973	10.816	81.001						
6	.822	9.135	90.137						
7	.706	7.845	97.982						
8	.141	1.567	99.549						
9	4.062E-02	.451	100.000						

요인 스크리 도표(Scree Plot)는 <그림 1>과 같이 9개의 요인(변수의 수도 9개임)중 1~4요인이 상당한 비중을 차지하고 있고, 5요인에서 9요인까지는 요인으로서의 의미가 낮음을 알 수 있다.



<그림 1> 스크리 도표(Scree Plot)



지정한 요인추출 방법으로 4개의 요인이 선정되었다. <표 8>의 성분행렬에서 보는 바와 같이 변수 TMAR의 적재치는 요인 1, 2, 3, 4의 각각에 대하여 .356, .922, 3.935E-02, 2.633E-02 만큼 영향을 미친다. 그러므로, 변수 TMAR는 성분(Factor) 2와 더 밀접한 관련성이 있다는 것을 알 수 있다.

<표 8> 성분행렬<sup>a</sup>(Component Matrix)

변 수	성 분			
	1	2	3	4
MSR	-.885	.298	5.173E-02	-4.441E-02
ACS	.839	-.339	2.411E-02	.114
PMSD	-.607	.177	.183	.110
TMAR	.356	.922	3.935E-02	2.633E-02
PMACR	.378	.914	3.529E-02	6.264E-03
QC	6.396E-02	-7.973E-02	.738	5.076E-02
PR	6.991E-02	-6.688E-02	.641	.431
SM	.170	-5.082E-02	.113	-.679
R&D	3.620E-03	1.523E-03	-.451	.575

a 4 성분 추출됨

<표 9>는 Varimax에 의한 4 차례의 반복계산 후에 얻어진 회전 결과이다. 이 방법에 의해 9개의 변수는 4개의 요인으로 묶여졌음을 알 수 있다. 각 요인에 속한 변수의 공통점을 찾아 각 요인명을 정밀측정환경수준(Factor1), 정밀측정기술수준(Factor2), 품질관리생산성(Factor3), 연구개발환경성(Factor4)으로 정의할 수 있다.

<표 9> 회전된 성분행렬<sup>a</sup> (Rotated Component Matrix)

변 수	성 분			
	1	2	3	4
MSR	<b>.934</b>	-2.944E-02	-5.904E-02	1.220E-02
PMSD	<b>.644</b>	-3.589E-02	.151	8.305E-02
TMAR	-1.159E-02	<b>.989</b>	-4.011E-03	5.390E-03
PMACR	-3.493E-02	<b>.989</b>	-1.297E-02	-1.352E-02
SM	-.139	<b>1.816E-03</b>	-.135	-.684
PR	-2.640E-02	1.687E-03	<b>.762</b>	.155
QC	-1.963E-04	-1.646E-02	<b>.710</b>	-.233
ACS	-.899	-2.014E-02	<b>.155</b>	2.680E-02
R&D	-7.707E-02	-5.411E-03	-.199	<b>.699</b>

회전방법: Kaiser 정규화가 있는 Varimax  
a 4 반복계산에서 요인회전이 수렴

요인회전시 사용한 성분변환행렬(Factor Transformation Matrix)은 <표 10>과 같다.

<표 10> 성분변환행렬

성분	1	2	3	4
1	-.931	.349	.074	-.074
2	.343	.936	-.083	.024
3	.120	.047	.920	-.370
4	-.035	.023	.375	.926

### 3.4 정밀측정기술수준의 지수작성

여기에서는 한국 산업의 표준정밀측정 지수분석을 시도하기 위해 요인분석 수행 과정에서 추출된 요인적재치 행렬을 가지고 실증적 분석을 통한 지수작성방법을 검토해 본다.

일반적으로 지수의 작성에 있어서 지수는 어떠한 자료를 평가자료로 선정하는가에 따라 달라지며 또한 사용하는 변수의 가중치(weight value)를 어떻게 설정하는가에 따라 그 결과값이 바뀔 수 있다. 그렇기 때문에 각각의 변수들을 서로 다른 의미와 단위를 어떻게 종합적으로 분석하느냐가 정확한 지수분석의 척도가 되는 것이다.

<표 9>에서와 같이 미리 정해진 방법대로 계산된 요인적재치행렬은 9개의 변수가 4개의 요인으로 군집화되고 있다. 즉, 변수 MSR, PMSD는 Factor1로 군집화되며 변수 TMAR, PMACR, SM은 Factor2로, 변수 PR, QC, ACS는 Factor3로 그리고 R&D는 Factor4로 군집화 되는 것으로 나타났다. 이것을 통해서 Factor1은 측정실환경수준 측면을 반영하고 있으며 Factor2는 정밀측정기술수준을 반영하고 Factor3은 품질관리생산성을 그리고 Factor4는 연구개발환경성을 반영하는 것을 알 수 있다.

Factor2를 구성하고 있는 주요 변수인 변수 TMAR(매출액에 대한 총 측정기기 보유대수), PMACR(매출액에 대한 교정 측정기기수), SM(종업원 1인당 측정전담 인력수)를 이용하여 표본대상업체의 측정기술 수준지수를 작성 시 변수 TMAR, PMACR, SM에 대한 weight를 각각  $0.50556(=0.98900^2/(0.98900^2+0.98900^2+0.00182^2))$ ,  $0.50556(=0.98900^2/(0.98900^2+0.98900^2+0.00182^2))$ ,  $0.00093(=0.00182^2/(0.98900^2+0.98900^2+0.00182^2))$ 으로 하여 다음 식에 적용하였다.

$$PINDEX = (0.50556 \times ZTMAR) + (0.50556 \times ZPMACR) + (0.00093 \times ZSM) \quad (\text{식 1})$$

여기서 PINDEX = 정밀측정기술수준지수

ZTMAR = TMAR의 표준정규분포치  
 ZPMACR = PMACR의 표준정규분포치  
 ZSM = SM의 표준정규분포치

(식 1)을 이용하여 계산된 표본 기업체의 정밀측정기술 수준지수는 표준정규분포를 따르므로, 경우에 따라서 양(+)의 값과 음(-)의 값을 동시에 가질 수 있으므로 PINDEX를 일정한 구간의 양(+)의 값을 갖도록 변환시킬 필요가 있다. 본 연구에서는 표본업체가 988개나 되므로 분석작업의 편의상 <표 11>과 같이 0.05를 계급구간으로 하는 0~1 PINDEX로 변환하여 작업하였다. 하지만, 원칙적으로 PINDEX를 0~1 PINDEX로 변환하기 위해서는 표본업체 각각의 PINDEX를 표준정규분포에 따라 하나 하나 0~1 PINDEX로 변환해야 한다.

<표 11> PINDEX와 0~1 PINDEX간의 변환 관계

PINDEX	0~1	PINDEX	0~1
-1.64500 미만	0.00	0.12564 이상 ~ 0.25333 미만	0.55
-1.64500 이상 ~ -1.28167 미만	0.05	0.25333 이상 ~ 0.38540 미만	0.60
-1.28167 이상 ~ -1.03652 미만	0.10	0.38540 이상 ~ 0.52441 미만	0.65
-1.03652 이상 ~ -0.84179 미만	0.15	0.52441 이상 ~ 0.67452 미만	0.70
-0.84179 이상 ~ -0.67452 미만	0.20	0.67452 이상 ~ 0.84179 미만	0.75
-0.67452 이상 ~ -0.52441 미만	0.25	0.84179 이상 ~ 1.03652 미만	0.80
-0.52441 이상 ~ -0.38540 미만	0.30	1.03652 이상 ~ 1.28167 미만	0.85
-0.38540 이상 ~ -0.25333 미만	0.35	1.28167 이상 ~ 1.64500 미만	0.90
-0.25333 이상 ~ -0.12564 미만	0.40	1.64500 이상 ~ 3.09000 미만	0.95
-0.12564 이상 ~ 0.0 미만	0.45	3.09000 이상	1.00
0.0 이상 ~ 0.12564 미만	0.50		

0~1 PINDEX로 변환된 정밀측정기술수준지수를 이용하여 표본대상업체를 대기업과 중소기업, 측정표준실 설치기업과 미설치기업으로 구분한 정밀측정기술수준에 대한 사항은 <표 12>와 같다.

<표 12>에서 보는 바와 같이 988개의 표본대상업체를 대상으로 도출된 정밀측정기술수준은 0~1 지수로 전환하였을 때 min 0에서 max 1의 분포를 나타내고 있다.

전체 산업의 경우 32.8%의 업체가 가장 낮은 0.40 이하의 정밀측정기술 수준지수를 보이고, 가장 높은 수준인 정밀측정기술수준지수 1에 해당하는 업체는 0.51%에 불과한 것으로 나타났다. 또한 정밀측정기술수준지수가 0.50 이하를 갖는 업체는 전체표본업체의 91.0%에 속하는

것으로 나타나 전반적으로 정밀측정기술수준이 아직 선진국 수준을 따라가려면 많은 격차가 있음을 알 수 있다. 또한 측정표준실 미설치업체보다는 측정표준실 설치업체의 지수가 다소 높게 나타나, 측정표준실을 설치한 업체의 정밀측정기술에 대한 관심과 투자가 그렇지 못한 업체보다 높음과 관련이 있는 것을 알 수 있다. 또한 정밀측정을 위한 설비 투자측면에서 불리한 중소기업보다는 대기업이 측정기술수준이 다소 높다는 것을 알 수 있다.

<표 12> 산업체의 측정기술수준 현황

P 인덱스	전 체			대기업			중소기업			표준실 설치			표준실 미설치		
	업체 수	%	누적	업체 수	%	누적	업체 수	%	누적	업체 수	%	누적	업체 수	%	누적
0.40 이하	324	32.79	32.79	217	28.52	28.52	107	47.14	47.14	162	31.76	31.76	162	33.89	33.89
0.45	485	49.09	81.88	402	52.83	81.35	83	36.56	83.70	234	45.88	77.64	251	52.51	86.40
0.50	90	9.11	90.99	69	9.07	90.42	21	9.25	92.95	54	10.59	88.23	36	7.53	93.93
0.55	29	2.94	93.93	25	3.29	93.71	4	1.76	94.71	15	2.94	91.17	14	2.93	96.86
0.60	22	2.23	96.15	17	2.23	95.94	5	2.20	96.91	14	2.75	93.92	8	1.67	98.53
0.65	10	1.01	97.17	9	1.18	97.02	1	0.44	97.35	10	1.96	95.88	0	0.00	98.53
0.70	8	0.81	97.98	6	0.79	97.81	2	0.88	98.23	6	1.18	97.06	2	0.42	98.95
0.75	6	0.61	98.58	4	0.53	98.34	2	0.88	99.11	5	0.98	98.04	1	0.21	99.16
0.80	3	0.30	98.89	2	0.26	98.60	1	0.44	99.56	3	0.59	98.63	0	0.00	99.16
0.85	4	0.40	99.29	4	0.53	99.13	0	0.00	99.56	3	0.59	99.22	1	0.21	99.37
0.90	0	0.00	99.29	0	0.00	99.13	0	0.00	99.56	0	0.00	99.22	0	0.00	99.37
0.95	2	0.20	99.49	2	0.26	99.47	0	0.00	99.56	1	0.20	99.41	1	0.21	99.58
1.00	5	0.51	100.00	4	0.53	100.00	1	0.44	100.00	3	0.59	100.00	2	0.42	100.00
합 계	988	100.00		761	77.02		227	22.98		510	51.62		478	48.38	

#### 4. 결론 및 시사점

21세기에는 과학기술의 발전이 더욱 가속화될 것으로 전망하고 있다. 과학기술의 발전을 위해서는 기반 기술에 대한 연구 개발도 중요하지만, 과학 및 산업기술의 특성상 정밀한 작업에 대한 측정기술 향상도 필수적이라 하겠다.

측정기술의 중요성에 비추어 본 연구는 기술수준에 있어 중요한 평가요소 중 하나인 정밀측정기술 수준에 국한하여 실태분석 결과를 중심으로 우리나라 산업체의 측정기술수준을 측정하는데 필요한 객관적 자료를 제시하였다. 즉, 2000년도의 설문 조사자료를 기본으로 의미 있는 데이터 988개를 이용하여 파악된 현황과 내용을 정리·요약하였으며, 측정기술수준을 평가하기 위한 모형의 제시와 측정기술수준의 측정결과를 분석하였다.

우리 나라의 경우, 정밀측정기술을 평가하는 정밀정확도에 있어 국가측정표준 대표기관에서

확립하고 있는 수준은 상당한 분야에서 선진국 수준에 근접하고 있으나, 산업체에서 유지하고 있는 수준은 국가표준의 수준보다 2~3차수(order) 정도 떨어지는 수준으로 나타났다.

정밀측정기술의 지수분석에서는 32.8%의 업체가 가장 낮은 0.40 이하의 수준지수를 나타내고 있고, 가장 높은 수준인 정밀측정기술 수준지수 1에 해당하는 업체는 0.51%이다. 또한 정밀측정기술 수준지수가 0.50 이하에 속하는 업체가 전체업체의 91.0%이다. 이것으로 보아 정밀측정기술수준이 선진국과 비교해본다면 상당한 격차가 있을 것으로 예상된다. 이 결과를 통해 우리 나라 산업체가 측정기술에 대한 투자가 저조하며, 정밀측정기술지원의 체계와 홍보가 미흡하고, 교정에 관한 정보도 부족하며, 정밀측정기술 전문인력 양성 시스템에 대한 관심이 부족하다는 사실을 알 수 있다.

기업은 규모와 인력, 투자비 등이 각 각 상이하므로 어느 수준의 정밀측정기술을 각 기업이 보유하고 있는지를 비교하기는 쉬운 일이 아니다. 그러므로 본 연구에서 도출된 결과를 가지고 각 각의 업체가 어느 수준의 정밀측정기술을 보유하고 있는지를 정확하고 객관적으로 비교할 수 있을 것이다. 또한 본 연구의 결과로 타 산업체와의 비교나 동종 산업체에서 타 업체와의 비교를 할 수 있고, 외국과 정밀측정지수를 비교할 수 있으며, 낮은 지수 요인 분석이나 낮은 지수 요인 분석에 따른 투자에 활용할 수 있을 것이다. 그리하여 정밀측정 기술에 대한 중요성을 일깨워 정밀측정 기술에 대한 시설 투자 확대와 그 분야의 전문 인력의 양성을 유도할 수 있으며 결과적으로 측정기술의 향상으로 산업 기술 발전에 도움이 될 것이다.

본 연구에 사용된 분석모델과 결과는 앞으로 산업전반에 걸쳐 정밀측정기술 수준을 비교할 수 있는 중요한 지표가 될 것으로 예상되며, 이로 인해 산업체의 정밀측정기술에 대한 인식의 변화와 정밀측정기술 인력의 양성 및 시설·설비투자의 활성화에 많은 기여를 할 것으로 기대한다.

## 참 고 문 헌

1. 권행민, "요인분석기법의 고찰", 정보통신연구 제2권 제1호(통권5호), 1988.
2. 양병화, 『다변량 자료분석의 이해와 활용』, 학지사, 1998.
3. 임양택, "기술진보의 거시경제적 효과와 국제경쟁력의 결정요인에 관한 계량적 분석", 기술경영경제학회 제1회 학술발표대회 논문집, 1992.
4. 정충영, 최이규, 『SPSSWIN을 이용한 통계분석』, 무역경영사, 1998.
5. 한국표준과학연구원, 『국가측정표준 보급 중장기 발전전략』, KRISS/IR--2002-030, 2002.
6. \_\_\_\_\_, 『정밀측정표준 실태조사 보고서』, 1990, 2000.

7. \_\_\_\_\_, 『국가표준조사 보고서』, KRISS/IR--2002-018, 2002.
8. 한국표준연구소, 『국가표준의 경제성 분석에 관한 연구(III)』, KSRI-90-16-IR, 1989.
9. A Wade Blackman Jr., Edward J. Seligman and Gene C. Sogliero, "An Innovation Index Based on Factor Analysis", *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 14, pp. 301-306, 1973.
10. Anthony W Whitehead, "The UK Government's view of the UK NMS Priorities and New Directions", *NCSL International 2001 Conference Proceedings*, pp. 18-25, 2001.