

정밀측정기술 수요조사 연구

A Study of Demand on the Precision Measurement Technology

남경희*, 안병덕*, 안용환*

< 目 次 >

- | | |
|-----------------|------------------|
| I. 서론 | IV. 정밀측정기술인력의 수요 |
| II. 정밀측정기기의 수요 | V. 결론 및 정책적 함축성 |
| III. 정밀측정기술의 수요 | |

<Abstract>

In this study, we survey the demand of precision measurement technology including instrument and technical manpower in Korean industry and institution. Also this study is purposed to improve the metrological technology by suggesting the solution of technical problems.

Key word : 정밀측정기술(Precision Measurement Technology), 측정기기(Measuring Instrument), 수요조사(Survey of Demand), 측정기술인력(Technical Manpower for Measurement)

* 한국표준과학연구원, 표준조사·정책그룹 선임연구원

1. 서론

1. 문제의 제기

최근의 세계경제에서 경쟁력을 확보하기 위한 핵심적 요소는 기술이라고 볼 수 있다. 다시 말하면 어떠한 국가가 '저렴한 비용으로 생산을 할 수 있는가' 라는 가격경쟁력과 더불어 '품질을 향상시킬 수 있는가' 라는 품질경쟁력이 핵심적 요인으로 작용하게 될 것이다. 특히 최근의 추세로 본다면 가격경쟁력보다는 품질경쟁력이 경제성장의 주요한 요인이 되고 있음을 확인할 수 있는데, 품질경쟁력을 향상시키고 기술혁신을 기할 수 있는 기술적 요인 중의 하나가 측정기술이라고 볼 수 있다.

정밀측정기술은 산업기술에 있어서 기반이 되는 기술이며 공공 기술적 성격을 지니고 있어 품질경쟁력과 첨단제품개발에 중요한 요소기술임에도 불구하고 아직도 우리나라 산업체의 측정기술은 선진국 수준에 미치지 못하고 있다. 특히, 측정기기 산업의 낙후는 측정기기의 대부분인 70% 정도를 수입에 의존하고 있는 등 산업발전에 저해요인으로 작용하고 있으므로 정부주도로 이 기술에 대한 현황을 파악하여 측정기술 및 산업의 발전방향을 제시하고 추진계획을 세워야 할 필요성이 있다.

이러한 측정기술과 산업의 발전방향을 도출하기 위한 측정기술, 기기 및 인력의 수요를 파악코자 본 조사연구를 실시하게 되었다.

2. 조사연구의 목적

하부기술의 존재는 기업이 가지고 있는 기본적 과학기술로부터 독점적 응용법을 개발할 수 있도록 도와주고 또한 R&D나 제품설계 및 제조 마케팅에 이르기까지 광범위한 부문에서 생산성을 향상시킨다고 믿어진다. 그러나 우리 산업에 있어서 측정기술과 같은 핵심 하부기술에 대한 투자는 아직 미흡한 상황인데, 이는 일반기업들이 당장 상품화할 수 있는 응용기술에만 관심을 가지고 있기 때문이다. 그 주된 이유는 측정 기술이 다분히 공공재적 특성을 가지고 있기 때문으로 해석된다. 공공재적 재화에 대한 투자는 투자로부터의 과실을 투자자가 그 공헌에 따라 적절하게 보상을 받을 수 있다는 보장이 없기 때문에 불확실성 하에서 투자노력에 매력을 느끼지 않기 때문이다.

최근의 경제상황으로 볼 때 제품품질의 향상을 위해서는 측정기술에 대한 인식이 점증하고 있으며 이에 대한 투자도 꾸준히 상승하고 있다. 문제는 산업정책의 담당기관이나 기업들로 하여금 측정기술 투자에 적극적으로 참여할 수 있도록 유도할 필요가 있으

며, 이를 위해서는 측정기술과 기기에 대한 우리의 자체기술개발의 노력이 병행되어야 한다.

본 조사연구는 우리나라 산업체와 관련기관의 각 분야별 측정기술 수요를 정확히 조사하여, 향후 측정기술, 기기 및 인력의 수요를 발굴하고, 나아가 측정기기산업의 발전정책 수립에 필요한 자료를 생산하는 데 그 목적이 있다.

3. 조사연구의 내용 및 범위

본 조사연구에서는 크게 산업체 및 기관에서 필요로 하는 정밀측정기술, 정밀측정 기기 및 정밀측정 기술인력의 현황을 파악하고 분석하였는데 그 구체적인 내용을 살펴보면 다음과 같다.

- 현재 제품의 생산이나 개발을 위해 확보가 필요한 측정기기를 측정분야별로 조사
- 국내개발이 이루어지지 않아 전량 수입에 의존하고 있어 국내개발이 시급히 요구되는 측정기기를 분야별로 개발의 필요, 계획, 진행 등으로 나누어 조사
- 산업체에서 기술지원이 필요로 하는 측정기술을 조사
- 국가적으로 교정시스템의 확립이 이루어지지 않아 교정확립이 시급히 요구되는 측정기기를 조사
- 향후 필요할 것으로 예상되는 새로운 측정기술을 분야별로 조사
- 국가표준의 추가확립이 필요한 측정기술을 조사
- 교정인력을 포함한 측정인력의 현황과 추가확보가 필요한 인원을 조사
- 측정분야에 종사하고 있는 인력의 재교육 등을 포함하는 기술교육훈련의 수요를 조사

조사연구의 범위는 우리나라 산업체의 제조업체를 중심으로 하되 연구소 등의 이공계 관련기관과 환경계측기기, 시설안전계측기기의 제조 및 활용 사업장이 상당수 포함되었으며, 정밀측정 기술 개발과 보급을 담당하는 전문가들의 의견을 수렴하였다. 조사는 1,500여개 사업장과 200여개 관련 기관에 조사표를 발송하여, 299개 사업장에 대하여 조사표를 회수하였으며, 회수율은 18%수준으로 통상 우편조사 회수율(15% 미만)보다 다소 높은 수준을 나타내었다.

조사방법은 우리나라 산업체와 관련기관에 대하여 측정기술의 현황과 수요 조사

표를 발송하여 담당자의 자계식 기입방법으로 작성하여 회수하는 형식을 원칙으로 하고, 일부는 측정기기 제조업체, 관련 기관 및 주요 활용 사업장을 현장 방문하여 면접조사를 실시하였다.

회수된 조사표에 대해서는 신뢰도 검증을 위한 전화 확인조사를 실시하였고, 특히 한국표준과학연구원(이하 "표준원"이라 함)과 관련 기관의 해당분야 전문가와의 면담과 토론을 통해 미래의 측정기술의 수요와 관련된 의견을 도출하였다.

II. 정밀측정기기의 수요

정밀측정기술의 핵심은 크게 정밀측정기기와 인력 그리고 관련기술로 나눌 수 있으며, 본 장에서는 사업장 및 기관에서 확보해야 할 정밀측정기기의 측정분야별 종류와 국내개발이 필요한 정밀측정기기에 대하여 살펴보았다.

1. 추가확보가 필요한 측정기기

예산상 또는 다른 이유로 측정기기가 필요하나 아직 확보하지 못해 추가로 확보가 필요한 기기를 보면 길이분야 도금두께측정기, 투영측장기 등 22종을 포함하여 25개 측정기술분야에서 120여종의 측정기기가 추가로 필요한 기종으로 나타났는데 측정분야별 자세한 기종은 <표 1>과 같다. 특히, 힘, 압력 및 진공, 전기, 전자파, 초음파, 분광 및 색채분야 등의 신규수요 기종이 많았으며 대부분의 신규수요 측정기기는 선진국 제품으로 고가로 수입해야하는 어려움을 내포하고 있다. 즉, 산업체 및 이공계 관련기관에서 시급하게 필요로 하는 측정기기는 주로 일본, 미국, 스위스, 영국 등의 선진국 제조회사 제품으로 구입하기를 원하고 있으며, 일반계기급보다는 정밀계기급과 교정용 표준기급이 대부분이다.

공공연구기관의 경우 현재 교정이나 시험검사시의 장비가 노후화되어 교체가 필요하거나, 정밀정확도 향상을 위한 고정밀 첨단 측정기기의 확보가 시급하나 이를 위한 예산확보가 쉽지 않은 실정에 있어 이 부분의 적극적인 지원이 병행되어야 만 국가적인 측정기술의 신뢰를 확보할 수 있을 것으로 판단된다.

<표 1> 측정분야별 추가필요 정밀측정 기기의 종류

측정분야	필요로 하는 주요 정밀측정 기기명
길이	전기마이크로미터, 3차원측정기, 도금두께측정기, 기어측정기, 형상측정기 외 17여 종
각도	오토콜리미터, 적외선각도계, 다이얼직각자, 전기식수준기 등
표면거칠기	표면거칠기
질량	표준분동, 전기식지시저울 등
밀도	가스밀도기
힘	(교정용)로드셀, 만능재료시험기, 토크셀 외 7여 종
진동 및 충격가속도	진동측정기, 충격시험기, 충격가속도교정장치 등
압력 및 진공	표준진공발생/측정기, 기압검정기, 차압계, 용량형진공계, 저압력표준기, 표준누출기 등
유체 및 유량	소닉노즐, 전자유량계, 풍량측정계, 회전형 점도계 등
시간 및 주파수	CDMA 시뮬레이터, 주파수발생기, 세습원자시계, 정밀주파수기준기 등
속도 및 회전수	가속도계, 표준회전수 측정기 등
전기	직교류측정기, 디지털전압전류계, 용량브릿지, 임피던스브릿지, 정전기측정기, 제네스코프 등
전자파	EMI/EMC시험장비, 잡음전압측정기, 마이크로파미소열량계, 밀리미터파회로망분석계 시스템 등
자기	가우스미터, 교류자성측정시스템, 철손측정기, B-H curve tracer 등
음향 및 소음	수직입사흡음측정기, 고속신평수집장치, FFT, 마이크로폰어레이시스템, 음력측정기 등
초음파	위상배열초음파탐상기, 유도초음파탐상기, 지능형초음파탐상기, 초음파음장측정시스템 등
온도	온습도검정기, 전기로, 디지털 온도계, 열량계, 적외선온도계, 표준열판 등
습도	정밀습도발생장치, 고노점측정기, 저습박막습도계, 피막습도계 등
광도 및 복사	휘도측정기, 조도계, 표준전구, 분광감응도측정기, 광도분포 측정기 등
분광 및 색채	에너지분산분광계, 적외선분광계, 발광분광분석계, 색차계, 원자흡광분석계 등
광학	간섭계, Hazemeter 등
재료물성	플라스틱경도측정기, 경도시험기, 경도시편 등
열적시험	열충격시험기
화학분석	HPLC, GC, 부유먼지분석기, CO측정기 등
성능평가지험	소방펌프효율성능측정장치, 프로토클시험기 등

2. 정밀측정기기의 개발

우리나라 산업체와 기관의 측정기술은 그 동안 지속적인 국가표준의 준용과 관심 그리고 장비 및 인력의 투자로 인해 어느 정도의 수준에 도달하였으나, 정작 측정에 사용되는 측정기기를 생산하는 산업은 심히 낙후되어 있어 고정밀 계기는 대부분 수입에 의존하고 있고, 활용되고 있는 측정기기의 70% 이상이 수입제품이다. 국내개발이 필요하다고 보는 정밀측정기기는 길이분야의 total station을 비롯한 28종과 28개 측정기술분야에서 220여종으로 나타났는데 자세한 기기의 종류는 <표 2>와 같다.

길이분야 외에 힘, 압력 및 진공, 유체 및 유량, 전기, 전자파, 자기, 음향 및 소음, 초음파, 온도, 분광 및 색채, 재료물성, 화학분석 측정기술분야 등에서 국내 개발 필요성이

많은 것으로 나타났으나, 조사된 기기의 대부분은 국내개발이 전혀 이루어지지 않은 채 외국에서 전량 수입해오고 있으며, 국내 개발하고자 하는 의지와 노력조차 보이지 않고 있는 실정이다. 다만 이러한 개발 필요기기는 사업적 경제성을 세밀히 검토한 후 개발이 이루어져야 할 것이다. 상당수의 기기는 국내의 수요가 적어 대량생산을 통한 원가 절감의 효과를 기대할 수가 없으며 국내개발을 하더라도 신뢰성을 확보하지 못하기 때문에 국내업체가 사용을 꺼리고 있고, 기존 외국의 업체에서 시장을 뺏기지 않기 위하여 덤핑공세도 서슴치 않는 시장상황의 어려움이 있다.

따라서 고정밀·고부가가치 측정기기를 선정하여 기술 및 자금을 집중 지원하고, 개발되어 신뢰할만한 측정기기에 대해서는 정부차원의 우선구매제도를 적극 활용할 수 있도록 지원해야 할 것이다. 또한 국내시장만으로는 경쟁력을 확보할 수 없으므로 개발도상국 및 선진국의 시장을 점유할 수 있는 방안을 마련할 필요가 있다. 즉, 현지에 공장을 설립하여 생산·보급 및 제 3지역에 수출하는 방식이 고려될 수 있을 것이다. 그리고 다품종 소량 생산체제를 갖추어 수요업체의 주문을 받아 생산해 주는 체제를 갖춰야 한다. 이는 외국에 발주하더라도 마찬가지로 국내에서 생산능력과 기술수준에 관한 자료를 DB화하여 수요업체로 하여금 쉽고 정확하게 정보를 얻고 활용할 수 있도록 하여야 한다.

측정기기 산업에서 향후 개발이 필요한 측정기기는 화학분석분야 등 11개 분야에서 30여종으로 나타났으며 품목별로 평균 2~3억원 정도의 개발비용이 소요되는 것으로 나타났다. 대체로 업체들이 영세한 경우가 많아 개발자금의 장기 저리지원을 요청하고 있다. 자세한 개발예정 기기는 <표 3>에 나타나 있다.

개발의 필요성과 경제성을 고려한 고정밀 고부가가치 위주의 제품에 대하여 적극적인 지원이 필요하며, 특히 개발 시 산학연이 공동으로 참여하여 효율을 극대화 할 수 있는 방안을 강구해야 할 것이다.

정밀측정기기 제조업체의 생산, 개발, 판매 등의 활동에 있어서의 건의 사항을 정리해 보면 ① 장기저리의 개발자금의 지원, ② 국가출연으로 연구개발자금의 지원, ③ 인턴연구원 지원, ④ 우수연구인력 지원, ⑤ 중복투자를 지양하고 능력이 있는 기업에 집중 투자, ⑥ 선진국과의 상호 인증 추진, ⑦ 선진국의 경쟁제품 및 시장동향 조사 등을 들고 있으며, 각 의견별로 지원가능여부를 충분히 검토 후 지원방향을 마련해야 할 것으로 사료된다.

<표 2> 국내개발이 요구되는 측정분야별 정밀측정기기

측정분야	개발이 필요한 측정기기명
길이	마이크로미터, 게이저블록, 입도분석기, 피막(두께)측정기, 센터게이지 외 23종
각도	수준기, 자동레벨게이지, indexing table, 지중수평변위계 등
표면거칠기	(촉침식)표면거칠기 측정기 등
질량	정밀전자 저울, 표준분동, 마그네틱발란스 등
밀도	가스 밀도기
부피	비이커
힘	측중기, 대용량힘교정기, 빌드업힘교정기, 실하중토오크 교정기, 토오크렌치 등
진동 및 충격가속도	충격표준기, (계장화)충격시험기, (3축)진동시험기, creep 균열성장 시험기 등
압력 및 진공	동압력센서교정기, leak detector, 차압계, 기압계, pressure balance, 내압테스터 등
유체 및 유량	점도계, 회전용접도계, 질량유량계, 유체유속 측정기, 풍량측정기, 풍동, nozzle 등
시간 및 주파수	주파수 발생기
속도 및 회전수	지시형 가속도계
전기	전력분석기, 전력감지기, 저저항시험기, 펄스발생장치/펄스측정기, 다기능교정기 등
전자파	광파신호발생기, 전자파측정기, 회로망분석기, 스펙트럼분석기, 이동통신측정기 등
자기	가우스미터, 자기진동장치(VSM), 교류자성측정장치, 자기이력특성장치, 철손측정기 등
음향 및 소음	음향측정장비, 지시소음계, 진동계, 마이크로폰어레이시스템, 정밀소음계 등
초음파	초음파측정기, 초음파탐상장치, 위상배열초음파탐상기, 유도초음파탐상기 등
온도	비접촉식 온도측정기, 비열측정기, 광온도계, 3차원온도계, 발열성물질측정기 등
수분	식물체의 순간 수분측정장치, 곡물수분계 등
습도	박막습도계, 저습노점측정기, 중습노점측정기 등
광도 및 복사	분광복사도계
분광 및 색채	적외선분광광도계, 분광광도계, 색차측정장치, 발광분석기, 투과율측정기, 색도계 등
광학	간섭계, 광도계, 광학측정장치, 광농도측정장치 등
방사선 분야	X-선 형광분석기, X-선 회절분석기, X-선 측정장치, 방사선측정장치 등
재료물성	콘크리트 강도측정기, 젤리강도측정기, 소결기어 파괴강도측정기 등
역학적 시험	재료 동특성 시험장치
비파괴 시험	비파괴 시험용 테스트햄머, 와류탐상기, 비파괴 검사장치 등
화학분석	HPLC, GC, LC, 열량측정장치, 냉매누설검지용 표준기, 염분측정기 등

<표 3> 측정기기 제조업체에서 개발을 추진중인 기기

측정분야	측정기기명
질량	교정밀 미량저울, 극소형 휴대용 저울
힘	대용량 힘교정기
압력 및 진공	스마트 압력센서, 차압 트랜스미터, Pressure Meter
유체유량	cavity flowmeter(공동 유량계), 단신 피토 유량계 초음파 가스 유량계, IC 선불형 가스 미터
전기	handheld LCR multimeter, bench 용 DMM, power supply, arrester(고전류 필터링 장치), 오실로스코프 - 12 MHz, 디지털 오실로스코프, UXGA LCD 용 signal generator
전자파	spectrum analyzer, spectrum analyzer -3 GHz, CDMA 단말기 test system, 지능형 교통량 조사장비, 무선 AMR 시스템
온도	적외선 온도계
분광 및 색채	색도계, 자외선 분광광도계(UV Vis. Spectrometer)
광학	optical power meter
방사선	휴대용 방사선 측정장치(frisker)
화학분석	고성능 가스 탐지기, 수질용 중금속 분석기, TOC 분석기, 미량 유기 가스 측정기, 폐수용 미생물 농도 계측제어기기

III. 정밀측정기술의 수요

1. 기술지원이 필요한 정밀측정기술

우리나라의 많은 업체와 기관들은 자체적으로 필요한 정밀측정기술을 확보하고 있으나 영세업체 등 정밀측정기술에 대한 인식이 부족한 업체들에서는 자체적으로 해결할 수 없어 외부기관(정부공인기관 및 전문업체 등)의 지원을 요청하고 있으며 지원요청은 28개 측정분야에서 157개 기술, 12개 시험분야에서 39개 기술로 나타났다. 분야별로는 화학분석, 재료시험, 길이, 표면거칠기, 압력 및 진공, 유체유량, 힘, 전자파, 방사선 시험과 각도 분야 등에서 기술지원 요구가 많았다.

<표 4>와 <표 5>는 기술지원을 요구하고 있는 정밀측정기술의 종류를 측정분야별 시험검사분야별로 나타낸 것이다.

기술지원 요구를 살펴보면 과거와 같은 단순한 측정이 아니라 점차 고난도의 계측지원을 요구하고 있으며 수분, 초음파, 진공, 습도 및 방사선 등과 같이 과거에는 지원요구가 미미하던 분야에서 지원요구가 급격히 증가하고 있다. 이는 우리나라의 산업의 고도화에 따른 필연적인 현상으로 앞으로 표준관련 기관에서는 이 점을 유의하여 정밀측정기술의 향상은 물론 산업체에 대한 지원태세에 만전을 기하여야 할 것이다.

<표 4> 측정분야별 지원을 요구하고 있는 기술종류

측정 분야	지원 요구 기술 내용	측정 분야	지원 요구 기술 내용
길이	미세두께 측정, 나사측정, 입자 크기측정 외 9 종	압력 및 진공	미세누출량 측정, 고 진공 측정, 차압 측정 외 4 종
각도	입체각 측정, 평면각 측정, 수준기(전자식)의 수준 측정	유체유량	점도와 동점도 측정, 초음파 전자유량 측정, 유체유속 측정 외 5 종
표면 거칠기	나노 거칠기, (전기접점의)마이크로거칠기, 마이크로 거칠기 외 1 종	시간 및 주파수	주파수 안정도 측정, 고주파 Power기준 설정, 시간 및 주파수 측정
질량	중소질량 측정, 대질량 측정, 질량측정기의 검교정	속도 및 회전수	모터속도 제어, 내구성 Test, 속도 및 회전수
부피	부피측정, LNG선박의 화물칸 부피측정	전기	고온 절연 저항 측정, 고온 내전압 측정 외 6 종
밀도	고체밀도, 고체액체 혼합물의 밀도측정, 소결밀도 측정	전자파	고주파 전력, EMI시험, 잡음 단자 전압 외 8 종
힘	소형모터의 토오크 측정, 화물차량의 적재하중 측정, 충격량 측정 외 5 종	자기	Nickel free시의 자기측정, Gauss 측정, 자속밀도 측정 외 1 종
진동 및 충격가속도	충격가속도 측정, 고진동 측정 외 4 종	음향 및 소음	음압도 측정, 음향출력 측정 외 3 종

정밀측정 관련 측정 또는 시험분석 등의 지원요구 사항을 살펴보면, 종류가 매우

다양하며 어떤 것은 아주 기초적인 사항인데도 불구하고 지원을 받지 못하고 있는 것으로 나타났다. 요구 내용 중에는 아직 표준확립이 미흡하여 대외 지원이 불가능한 경우도 있으나, 대부분은 표준원을 비롯한 다른 표준기관에 대한 능력과 인식 부족과 홍보 미흡이 더 큰 원인으로 사료된다. 앞으로 이에 대한 대책과 표준확립을 위한 국가적인 정밀측정 기술지원 체계를 더욱 강화하여야 할 것이다.

<표 5> 시험분야별 지원이 요구되고 있는 기술종류

시험분야	지원이 필요한 기술의 종류	시험분야	지원이 필요한 기술의 종류	
역학	역학적 진동분석	표면/계면분석	표면/계면 분석	
전자기	전자파측정시험, 자속밀도 측정시험	화학 분석	중금속 분석, 폴리우레탄 원료분석	
열적시험	분해산물 측정시험, 팽창물 시험		Flash point 측정, 재료의 청정도 시험	
	마찰재 내의 Fade성 시험		미량분석, H, O 분석	
	열처리 기술지원		유기 고무약품의 순도/정량/정성분석	
광학	광학 시험		휘발성 유기화합물 측정, 비파괴 조성측정	
방사선	방사선 시험		폐수 처리 측정, 납카드뮴 검사	
비파괴	비파괴 시험, 콘크리트 강도 비파괴 시험		굳은 콘크리트 화학성분 분석	
재료	재료 시험, 용접부 평가, 부식 시험		유기물 분석	
	열팽창 시험, 열처리 조직해석		성능 평가	피로시험, 수명 측정
	골재 알칼리 잠재반응 시험			내구 시험
미세구조	미세구조 시험, 마이크로 셀 구조 측정	인간공학 평가	냉난방 장치 성능 평가	
	금속조직 관찰·판독		인간 공학적 평가	

2. 교정시스템 확립이 필요한 정밀측정기기

우리 나라 산업체 및 기관이 보유하고 있는 측정기기 또는 장비 중 국내 국가 교정기관에서 교정을 할 수가 없어 교정검사를 받지 않고 사용하거나 외국에 교정을 의뢰하고 있어, 국내에서 시급히 교정시스템의 확립이 필요하다고 생각되는 정밀측정기기를 살펴보자.

자체교정이 불가능하여 외부기관에서 교정을 받거나 자체적으로 교정이 가능하도록 교정시스템의 확립을 요구하고 있는 측정기기들의 종류는 24개 측정 및 시험분석 분야에서 92종인 것으로 나타났으며, <표 6> <표 7>에 시험 및 측정분야별로 각각 자세한 기종이 나타나 있다. 실제로 이러한 기기들은 표준원에 교정/시험을 의뢰할 경우 교정/시험이 가능한 것들도 상당수 포함되어 있어 자세한 교정/시험여부를 표시해 두었다.

측정분야별로 교정시스템이 확립되지 않아 산업체에서 교정을 하지 못하고 있거나 또는 외국에 교정을 의뢰하고 있는 정밀측정기기들을 조사한 결과 다음과 같은

결론을 도출하였다.

- 국내 교정기관에서 교정이 불가능한 기기는 극소수에 불과하다.
- 극소수의 기기들도 국내 교정기관에서 교정의뢰를 받은 일이 없는 것으로 드러났다. 만일 교정 의뢰를 받았으면 그 동안 교정이 가능하도록 조치가 이루어졌을 것으로 사료된다.
- 교정을 필요로 하는 업체와 교정을 하는 교정기관 사이에 상호교류와 정보의 교환이 없으므로 인해 다소간의 보정 또는 수정 조치만 취하면 능히 교정이 가능한 것을 모르는 경우가 다수 있었다.
- 같은 종류의 기기도 업체마다 그리고 기기 제작자에 따라 기기 명이 달라 마치 전혀 다른 기능을 가진 기기인 것처럼 혼란을 초래하는 경우가 많았다.

이상의 문제점들을 해결하기 위해서는 다음과 같은 조치가 필요할 것으로 사료된다.

- 국내 교정기관들의 교정능력을 세부적으로 작성하여 DB화하고, 이런 정보자료가 전 업체에 홍보되어 해당업체에서 쉽게 찾을 수 있도록 해야 한다.
- 교정용 기기명을 통일화하여 혼돈을 피하도록 하는 방안을 조속히 강구하여야 한다.
- 교정을 가능하도록 하기 위하여 많은 예산과 시설 및 장비를 갖춰야 하는 특정 기기들은 해당업체에서 교정기관의 전문가들의 기술자문을 받아 자체적으로 교정 능력을 갖춰야 한다. 이는 교정수요가 해당업체에만 한정되는 것이 대부분이므로 해당업체 스스로 해결하는 것이 타당하다고 사료된다.

<표 6> 시험분야별 교정시스템의 확립 요구 기기의 분류

분 야	기 기 명	분석가능여부
화학 분석	대기오염 물질 측정기(MSLi-2500)	가 능
	HPLC	가 능
	GC	가 능
	용해내부 수소가스 농도 측정기	가 능
	헬륨감지기	가 능
	윤활유 성분분석용 유분분석기	가 능
	가스 누설검출기	가 능
	가스분석기	가 능
	오존 측정기	가 능
	Si 박막 불순물 측정기	가 능
	냉매 누설 감지기	가 능
	Al 성분 분석기	가 능
	염분 측정기	가 능

<표 7> 분야별 교정시스템 확립 요구기기의 분류

분 야	기 기 명	교정가능여부	기 기 명	교정가능여부
길이	도금시편	가능	도금두께측정기	가능
	만능계수기	가능	초미립자입도측정기	가능
	입자계수기	가능	공기입자계수기	가능
	액체입자계수기	불가	레이저입자계수기	가능
	기체Filter계수기(DOP tester)	불가	액체Filter계수기	불가
	3차원 광학측정기	가능	Profilmaster/기어측정용	불가
	Flankmaster/기어측정용	불가		
각도	Vertical-3 Indicator TT 10	불가		
표면거칠기	Si-wafer 표면결함 측정기	가능	광학식 표면 거칠기 측정기	가능
힘	로드셀(50H인장용)	설치불가	벨트 장력계	설치불가
	통크 교정용 기기	설치불가		
진동	토마스 진동계(EVA-625)	가능		
압력	압력 게이지	가능		
유체유량	유량계(LPG측정용)	가능	용적식유량계(12인치이상대형)	불가
	전자식 유량계	가능	풍량tester(0.45m/sec*0.2)	불가
주파수	FFT 주파수 분석기	가능		
속도	가속도계	가능		
회전수	RPM tester	가능		
전기	Wattmeter(RF)	가능	정전기시험기	가능
	Impulse시험기	불가	Spot용접용 전류측정기	불가
	Weed checker전류측정기	가능	Weeding ga'ge	불가
	다기능 교정기	가능	Digital Storage 오실로스코프교정기	가능
	저항측정기(1 Giga Ω)	가능	Lightening Surge Simulator	불가
	Coupling Adaptor(200V,50-100nsec)	불가	Dual type I-V powermeter	가능
	RF control unit	가능		
전자파	전력밀도측정기	가능	ISDN μanalyzer(k 1404)	가능
	Noise Source(RF분야)	가능	LCZ 측정기	가능
	Radiometer(254macro meter파장대)	가능	누설전자파 측정기	가능
	Impulse noise simulator	가능	이동 통신 단말측정기	가능
자기	B-H analyzer	가능		
음향	소음분석기	가능		
온도	방사온도계(tape에 무관)	불가	노점온도계	가능
	열량tester	가능		
수분	수분간류시험측정기	가능	콘크리트 수분측정기	가능
	수지가 흡수한 수분측정기	가능	목재의 수분함량 측정기	가능
분광·색채	원자흡광광도계	불가	색도계	가능
	Emission spectrometer	가능	분광분석기	가능
	분광광도계	가능		
원자외선	UV meter(type 465)	불가	UV meter(250 nm)	불가
	UV meter(type 365)	가능		
광학	조도계	불가	광력측정기	불가
레이저	레이저 측정기	불가		
방사선	TV X-ray meter	X-1만가능	X-ray 누설선량측정기	식약청가능
재료물성	NWCRO교무경도계	불가	경도시험기(플라스틱용)	불가
	콘크리트 테스트 햄머	가능	마이크로비커스 경도계	가능
	Wallace교무경도계(IHRD)	불가	유리 용력 검사기	불가

3. 국가측정표준 수요

1) 산업체 및 기관의 측정표준 수요

산업체 및 연구기관 등에서 필요로 하는 측정 및 시험표준의 신규 수요에 대한 조사를 실시하여 광학, 길이, 압력 등 12개 분야에서 23건의 수요를 도출하였다. 그러나 이들 수요에 대하여 검토한 결과 그 중 일부는 이미 개발된 상태인 것들도 있고 개발이 진행되고 있는 것, 미개발 상태인 것들도 있어, 이미 개발이 완료되었거나 표준확립과 관련성이 적은 것들을 제외하고 향후에 개발이 필요하다고 판단되는 측정표준은 다음의 <표 8>과 같다.

<표 8> 국가 측정표준 수요

측정분야	관련 기술	필요성 및 효과
광학	Optical power 측정	광통신 산업 수요
길이	레이저 진직도(眞直度) 측정	선형가속기 및 선박 제조기술 향상
	광파거리측정 >50 m	선박제조산업 기술향상
	Spline master plug	Spline ring gage 표준확립
방사선	저준위 감마조사선량측정	환경방사선측정표준확립
압력	차압측정	0-100 Pa 풍압차 측정 필요
	동압	동압측정 능력 및 표준범위 확대

2) 국가측정표준 대표기관의 국가측정표준 확립

국가측정표준의 대표기관인 한국표준과학연구원의 국가측정표준 확립은 국내 산업발달에 따른 정밀측정 수요에 부응하여 연차적으로 확대되어 왔다. 표준원은 1993년에 이르러 당초의 98개 측정표준분야의 수를 122개로, 97개의 시험분야의 수를 161개로 확대·재분류하여 국내 산업의 측정수요에 대처할 수 있도록 하였다. 그 결과 1999년 말 현재, 89개 측정표준 분야와 68개 시험분야 표준을 확립하였으며 앞으로도 산업의 측정 수요에 대응하여 표준 분야의 확대사업은 계속될 전망이다.

표준원의 중·장기 계획에 의하면 2007년까지 측정표준 확립 분야의 수를 116 개로 확대하고 시험검사 능력은 85 개로 확대하는 것을 목표로 하고 있어 이 때쯤이면 국내 측정수요 및 시험 수요를 상당히 만족할 수 있게 될 것이다. 그러나 기술

의 발전에 따라 대응하는 측정표준의 수준도 그에 따라 향상되어야 한다.

인증표준물질(CRM)은 화학분석 및 재료의 특성을 측정함에 있어 표준기와 같은 역할을 수행한다. 전체 측정방법의 약 70%는 CRM을 이용하는 것으로 알려지고 있으며 그 중요성을 잘 말해 주고 있다. CRM의 종류는 수천종에 이르고 있으나 우리나라에서는 겨우 180여 종이 개발되어 있는 상태이다. 표준원은 장기계획에 따라 2007년까지 화학조성 표준물질 86종을, 물리적 성질의 표준물질은 296종을 개발하여 보급할 계획이다.

4. 미래에 요구되는 정밀측정기술

정밀측정기술은 표준원과 기타 측정관련 기관 및 업체들의 꾸준한 연구개발을 통해 지속적으로 발전하고 있으나 우리나라의 산업의 발전에 따라 미래에 요구되는 측정기술의 수요 또한 꾸준히 증가하고 있다.

<표 9> 미래에 요구되는 측정기술

측정분야	측정기술의 종류
길이	비구면측정, 자동균열측정장치개발(광학현미경 이용), 광섬유를 이용한 길이측정, 공구현미경 개발기술, 초미세박막두께측정기술
밀도	Oilless Bearing의 기공밀도 측정기술
힘	내장형 힘센서개발기술, MEMS이용 미세힘 측정기술, 촉각센서
압력·진공	국제규격인증 방폭측정기술, 차압계, 초고진공기술
유체유량	하천용초음파유량계개발, 공조설비의 풍량측정, 대유량측정기술
시간주파수	주파수안정도(주파수영역)
전기	액체유전상수측정, 고체유전상수측정, 전기비저항
전자파	8 VSB Analyzer개발, Non-linear device characterization, 밀리미터파 안테나 특성, High speed microelectronics, On-wafer 측정기술, Radar Cross Section, Time-domain network analyzer개발
자기	철손측정, 회전철손, 교류자성측정, 교류투자율, 자기이력의 온도특성
음향소음	마이크로폰 어레이를 이용한 음향측정 및 가시화, 시변신호 정밀계측 기술, 초음파 음장 가시화 기술
온도	표면온도계 정밀교정, 초저온 온도센서 교정, 광섬유 온도계 교정
습도	고온가스 노점측정, 고압가스 노점측정, 초저습 측정
수분	공해가스내의 수분측정
레이저	레이저 광손실측정기술, 광화이버 분석기술, 레이저광 감쇄기
광학	대구경 광학계 평가기술
광도복사	적외선 분광감응도
방사선	방사선 측정장비의 교정, 흡수선량(베타)측정
재료물성	TOC분석기 개발, 중금속 분석기, Thin-Film물질특성
비파괴	결합검출장비 개발, 초음파를 이용한 강재 내부의 불연속조사기술
초음파	초음파영상진단기술, 유도초음파 진단기술, Ultrasonic tomography
화학분석	CO ₂ 분석기, SO ₂ 분석기, CO분석기, NO분석기, 가연성 가스 측정기술, PDID detector, 방사화 분석

미래에 요구되는 정밀측정기술에는 기존의 정밀측정기술이나 측정방법으로는 측정할 수 없는 것을 측정 가능하게 하는 새로운 측정기술이나 측정기기의 개발, 측정용량과 범위의 확대를 위해 필요한 측정기술 또는 측정방법 등이 포함된다.

현재 확보하지 못한 측정기술과 가까운 미래에 반드시 확보해야 할 측정기술에 대한 수요는 총 21개 측정 및 분석기술 분야에서 62건으로 조사되었으며 이를 연차적으로 해결할 경우 매년 평균 30억원 정도의 예산이 소요될 것으로 파악되었다. <표 9>는 조사된 미래측정기술의 수요를 정리한 것이다.

요구(needs)되고 있는 정밀측정기술은 대부분 현재와 향후 각광받거나 각광받을 수 있는 나노기술, 신소재기술, 생명공학기술, 환경기술, 광 및 정보통신기술 등에 필요한 기반 및 요소기술과 밀접하게 관련이 있어, 이들의 기술확보는 국가기술경쟁력의 원천이 될 것이다. 이와 같은 원천요소기술의 확보는 첨단선진과학기술 국가로의 전환을 의미하며 기술확보에 대한 구체적인 추진방안이 강구되어야 할 것이다. 즉, 앞으로 추가적인 조사를 통해 요구기술에 대한 개발시기와 소요예산 및 조달계획 등을 파악하여 정부차원의 지원대책 수립이 필요할 것이다.

IV. 정밀측정 기술인력의 수요

현재 산업 전반에 걸쳐 초정밀 정확도를 요구하지만, 이에 필요한 정밀측정기술인력은 산업체에서 필요로 하는 인력에 비해 극히 적은 실정이다. 그 원인은 정밀측정기술인력을 전문적으로 양성하는 전문교육기관이 전무한 실정이고, 국내의 몇 개의 대학교에서 소수의 인력을 배출하고 있지만 그 규모가 매우 미미한 실정이다.

1. 정밀측정기술인력

각 사업장의 보유 정밀측정기술인력은 업체당 평균 3.14명이며, 신규 정밀측정기술인력은 업체 당 평균 1.77명으로 나타났다. 신규로 필요한 분야는 길이, 화학분석, 재료시험, 전기, 압력진공분야 순서이며, 업종별로는 전기·전자, 금속·기계, 운수장비, 정밀기기, 화학·석유, 순서로 나타났다.

학력별 필요인원은 대졸이상이 61.4%로 가장 많고, 고졸이 21.5% 그리고 전문대졸이 17.1%로 나타났다. 이는 정밀정밀측정분야의 업무가 대졸이상의 전문지식을 필요로 하고 있는 바 조사결과도 이를 잘 반영하고 있는 것으로 나타났으며 우리

나라의 산업발전을 위해 매우 고무적인 현상으로 사료된다.

정밀측정기술인력의 신규로 필요한 시기현황을 보면 전체적으로 1-2년 안에 필요하다고 응답한 업체가 72개 사업체(61.0%)로 가장 많고, 1년 이하가 28개 업체(23.7%)로 나타나 전반적으로 1~2년의 짧은 기간에 신규로 정밀측정기술인력이 필요한 것으로 나타났다.

산업이 고도화되면서 각 기업들이 높은 정밀도를 요구하는 제품 생산을 위하여 생산공정에서 막대한 비중을 갖고 등장하게 된 것이 기술경쟁력 강화를 위한 측정기기 및 정밀측정기술인력의 양성배출에 대한 투자이다. 국가표준의 기여도 분석에 관한 연구에서 금속공업, 공작기계, 측정장비, 화학공업을 대상으로 불량률을 원인별로 분석한 결과 전체 100을 기준으로 할 때 인적오류가 44%, 기계불량이 17%, 원료 및 자재불량 17%, 공정관리방법 오류가 16%, 기타 6%로 나타났다. 이 결과에서 알 수 있듯이 인적오류가 정확히 측정인력의 오류라고 단정할 수 없지만 불량률을 사전에 관리하고 최종 공정에서 제품의 합격여부를 판정하는 과정에서 측정인력의 중요성을 나타낸 것이라고 해석할 수 있을 것이다. 따라서 앞으로 산업이 고도화되고 첨단산업일수록 고정밀 측정기술 및 전문인력에 대한 수요가 증대될 것이다. 과거의 단순한 불량검사과정에서는 고졸수준의 인력만으로도 업무수행에 큰 지장을 초래하지 않았으나, 최근에는 정밀측정기술의 발전과 더불어 새로운 측정장비의 운용에 대한 전반적인 품질관리 기법의 이해가 요구됨에 따라 이러한 자질을 갖춘 인력의 필요성이 증대되고 있다. 1979년도의 경우 측정인력의 학력수준이 고졸이하의 경우가 70 %를 상회하고 있으며 1989년과 1993년도 역시 전문대졸이상의 비율이 다소 늘어나기는 하였으나 고졸이하의 비율이 60 % 정도로 아직도 높으며 이는 아직도 국내산업의 현황이 단순 기능적인 정밀측정기술관리에 머물고 있음을 나타내고 있다.

<표 10> 우리 나라의 정밀측정기술인력 양성현황

구 분	교 육 기 관 명	형 태	관련학과	학과정원 (명)	비 고
대 학	경기공업대학	2년 제	정밀계측과	100	산업기술교육대학에서 전환, '99년 개교
	안성여자기능대학	2년 제	정밀계측과	55	안성여자직업훈련원에서 전환
	고창기능대학	2년 제	정밀계측과	50	노동부 기능대학 소속
	산업기술대학	4년 제	자동화공학과	100	'98년 개교
	기술교육대학	4년 제	메카트로닉스 공학부	68	노동부 출연으로 설립
훈련원 및 기 타	노동부 직업훈련원	2년 과정	-	-	-전국 21개 훈련원 운영 -접차 기능대학으로 전환 추진 중
	대한상공회의소 직업훈련원		-	-	전국 8개 훈련원 운영 (전기·전자 분야에 특성화된 훈련기관)
	중소기업연수원	2년 과정	-	-	-중소기업 진흥공단 -6개학과 운영, 대학으로 전환 추진 중

그러나 앞으로는 산업체에서 증견관리자로서의 전문대학 및 4년제 대학 학력수준의 정밀측정기술자의 수요가 급속히 증가할 것으로 사료된다. 이와 같은 정밀측정기술인력의 수요증가에도 불구하고 조사에 의하면 <표 10>에서 보는 바와 같이 현재 우리나라의 신규 인력은 경기공업대학, 안성여자기능대학 및 고창기능대학의 정밀계측과에서 연간 약 200여명의 신규인력을 배출하고 있는 것으로 나타났다.

우리나라의 현재 제조업 부문의 정밀측정기술인력은 「정밀측정표준 실태조사」에 의하면 종업원 1천명당 10명으로서 1% 수준이다. 세부적으로 업체평균으로서 중소기업은 0.8명, 대기업은 12.1명 수준이며 제조업 종사인력 대비 정밀측정기술인력 비율을 1%로 감안했을 경우 2000년 현재 우리나라의 정밀측정기술인력 규모는 5만 3천명 수준으로 추정된다.

<표 11>의 측정인력규모는 제조인력 대비 최소 추정치인 1%(최대 추정치 : 1.6%)를 기준으로 추정하였으며, 경제규모의 확대에 따라 그 규모는 더욱 늘어날 것이다.

<표 11> 산업체 재직 정밀측정기술인력의 규모

구 분	1998	2000(추정)	2001(추정)
제조부문종업원수	5,235	5,348	5,414
측정인력	52.35	53.48	54.14

2. 기존 정밀측정기술인력에 대한 교육훈련

정밀측정기술인력의 적정 교육훈련주기는 5년으로서, 현재의 인력규모를 기준으로 매년 1만여 명의 교육훈련 수요가 있으나 국내 교육훈련 규모는 이러한 수요에 크게 미흡하여 매년 약 2천명 정도밖에 소화할 수 없는 실정이다(<표 12> 참조). 또한 교육기간도 대부분 1주미만의 초단기 과정으로 질 높은 교육훈련을 실시하기에는 여건이 미흡하다.

국내 최대규모의 정밀측정기술 교육훈련을 실시하는 표준원의 교육훈련시스템을 살펴보면 다음과 같은 문제점을 안고 있다.

첫째, 실습장비가 부족하며 설치공간 또한 매우 부족하여 이론 위주의 교육으로 진행되므로 실질적인 보수교육(follow-up training)이 되지 못하고 있다.

둘째, 수강자의 기술수준이 고르지 못하여 실용성 있는 강의가 곤란하다. 즉 수강

자들을 소집단으로 분류하여 교육훈련을 실시해야 하나 현 여건은 그렇지 못하다.

셋째, 전용 강의실이 부족하여 원활한 교육진행이 어려우며, 숙소의 미설치로 교육생의 비용부담이 가중되어 중소기업의 경우 교육훈련을 기피하거나 제한하고 있다. 현재 노동부에서 교육비용의 일부를 지원해주는 제도를 시행하고 있으나 보다 더 많은 중소기업이 교육훈련에 참여하기 위해서는 정부의 획기적인 지원이 요구된다.

위와 같은 제반여건의 부족으로 단기교육조차도 많은 중소기업의 계층기술인력이 교육훈련의 혜택을 받지 못하고 있으며, 심도 있는 전문 정밀측정기술의 중장기 교육훈련은 더더욱 기대하기 어려운 실정이다.

정밀측정기술인력의 보수교육훈련 실태는 「정밀측정표준 실태조사」에서 우리나라 산업체 1,642개에 대한 표본조사 결과 조사대상 기술인력 중 29 %만이 교육을 이수한 경험이 있다고 응답하였으며, 그나마 87.3%가 1주미만의 단기교육을 이수한 것으로 조사되었다.

<표 12> 국내 정밀측정기술 교육훈련기관 현황

기 관 명	교 육 과 정	교육기간	연 간 교 육 인 원	비 고
한국표준과학 연구원	길이 등 40여 개 과정	1주미만	1,000여 명	-국내최대교육훈련기관
한국계량측정협회	5개 과정	1주미만	400여 명 (기능훈련 : '180여 명)	-기능훈련과정 : 3개 분야
중소기업 연수원	2개 과정	1주미만	70여 명	-정밀측정 일반/고급연수

V. 결론 및 정책적 함축성

산업체 및 이공계 관련기관에서 시급하게 필요로 하는 정밀측정 기기는 주로 일본, 미국, 스위스, 영국 등의 선진국 제조회사 제품으로 구입하기를 원하고 있으며, 일반계기급보다는 정밀계기급과 교정용 표준기급이 대부분인 것으로 나타났다. 이는 표준기급의 고정밀 고가의 기기를 쉽게 구입할 수 있는 형편이 못되는 것으로 사료된다. 따라서 시급하고도 필수적인 고정밀 고가의 정밀측정기기의 구입 시 구입자금의 장기저리지원이나 세금감면 혜택 등의 정책적인 고려가 필요하다.

특히 공공연구기관의 경우 현재 교정이나 시험검사 업무에 사용되는 장비가 노후화 되어 교체가 필요하거나, 정밀정확도의 향상을 위한 고정밀 첨단 정밀측정기기의 확보가 시급하나 예산 확보가 쉽지 않은 실정이므로 이 부문에 대한 적극적인 지원이 병행되어야 정밀측정기술의 국가적인 신뢰를 확보할 수 있을 것이다.

국가측정표준의 대표기관인 표준원의 경우도 정밀측정기기에 대한 교정시스템의 확립, 노후장비 교체 또는 첨단 고정밀 장비 구입용으로 3년 정도의 계획으로 연간 100억원 정도의 예산이 필요한 것으로 나타났다.

정밀측정기기의 국내개발을 위한 노력은 매우 저조한 상태이다. 이는 앞서서도 언급한대로 시장규모의 영세성에 기인하고 있다. 따라서 이러한 현상을 타개하기 위해서는 개발의 필요성과 경제성을 고려한 고정밀 고부가가치 위주의 제품에 대하여 적극적인 지원이 필요하며, 특히 개발의 경우 산학연 공동으로 참여하여 효율을 극대화 할 수 있는 방안을 강구해야 할 것이다.

정밀측정기술의 수요에서 다음과 같은 과제에 대한 일반적인 대책을 고려할 수 있다. 첫째로 측정기술의 지원요구에서는 우리 나라의 산업발전에 따라 고정밀 고난도의 정밀측정 요구가 증가하고 있다. 따라서 측정표준 담당 전문기관에서는 이러한 요구에 부응하도록 지속적인 측정기술의 개발과 고도화에 가일층 노력해야 할 것이다. 둘째로 교정 및 교정시스템의 확립을 위한 지원요구에서는 측정표준의 대표기관인 표준원에서도 불가능한 측정기구나 장비들이 있었다. 이는 산업체의 교정 수요가 산업의 발전에 따라 점차 다양해지고 있음을 의미하며 동시에 국가의 측정표준의 유지향상을 위한 노력이 더욱 강화되어야함을 의미한다. 또한 교정과 관련된 정보의 부족으로 지원을 받지 못하는 경우가 많이 나타났으며, 이를 위해 교정 검사기관의 교정능력을 DB화하여 제공함으로써 교정 지원을 받지 못하는 일이 없도록 하여야 할 것이다. 셋째로 국가 측정표준수요 내역을 분석한 결과 이들 요구 기술들은 표준원의 측정표준 분야 확립 계획과 향상 계획에 따라 점차적으로 해결 될 것으로 사료된다. 넷째로 향후 필요한 정밀측정기술 수요는 표준원에서 각 측정분야별로 측정기술을 준비중에 있어 멀지 않은 미래에 해결 될 것으로 사료된다.

이상의 네 가지 수요를 분석한 결과 가장 큰 문제점은 결국 연구개발비의 부족이며, 민간 기업의 역할로는 한계가 있었다. 따라서 정밀측정 분야만큼은 정부에서 앞장서서 이끌어야 할 분야로서 연구개발비의 지원, 장기 저리의 생산 및 개발비의 지원과 국가측정표준의 확립 및 보급 등을 정부에서 담당해야 하며, 현 단계에서 민간에 맡기는 것은 비효율적인 것으로 사료된다.

현재 산업 전반에 걸쳐 정밀측정기술 인력은 매우 부족한 실정이며, 또한 앞으로의 정밀측정기술의 발전추세를 감안할 때, 산업체에서 중견관리자로서의 전문대학 및 4년제 대학 학력수준의 정밀측정기술자의 수요증가가 두드러질 것으로 전망된다. 따라서 산업의 경쟁력 형상을 위하여 측정기술 인력에 대한 전문기술 습득과정의 교육훈련을 위한 훈련원과 전문인력의 양성을 위한 전문교육기관을 정부차원에

서 설립하고 운영하여야 한다.

참 고 문 헌

1. 기술표준원, 「계량측정기술 표준화 개발을 위한 기술수요조사에 관한 연구」, 2000.
2. 산업자원부 · KRISS · 한국계측기기연구조합, 「계측기기개발 복합연구단지 기반 조성 사업관련 위탁사업 연구보고서」, 1999.
3. 통상산업부 · KRISS · 한국계측기기연구조합, 「계측기기산업의 중장기 발전전략 공청회」, 1996.1.
4. 한국계측기기연구조합, 「첨단계측기술의 응용과 미래형 계측기기개발」, 1995.5.
5. 한국표준과학연구원 계측기기연구센터, 「제2회 계측기기연구센터 교육」, 1998.
6. _____, 「국가환경분석체계 확립」, 1999.
7. _____, 「국가표준 기여도 분석에 관한 연구」, 1996,1998,2000.
8. _____, 「정밀측정표준 실태조사 보고서」, 1996,1998,1999,2000.
9. _____, 「정밀측정기술 훈련원 설립에 관한 타당성 연구」, 1999.
10. _____, 「정밀측정기술 교육기관 설립에 관한 연구」, 1995.
11. _____, 「최고측정능력의 평가방법 확립 및 시행」, 1999.
12. _____, 「측정표준의 국제상호인정협약 지원」, 1999.
13. _____, 「측정기기산업의 중장기 발전전략 수립 연구」, 1995.
14. _____, 「마이크로파 영상화를 이용한 비파괴측정기술」, 1998,1999.