

측정표준과 국제표준활동

■ 송양섭 / 한국표준과학연구원

1. 서론

그동안 전기 및 자기(electricity and magnetism) 분야에서의 몇 가지 측정단위 표준에 대하여 개별적으로 알아보았다. 이번호에서는 전기 및 자기뿐 아니라 모든 측정분야에 대하여 표준의 정의, 역할 및 그 중요성을 알아보고, 표준확립을 위하여 선진국들에서는 어떠한 노력을 하고 있으며 나아가 표준에 대한 국제적인 활동현황에 대하여 종합적으로 알아보고자 한다.

우선 표준의 분류에 있어서 여러 가지 다른 기준으로 분류할 수 있지만, 국제기구의 구성 및 활동을 기반으로 과학기술계의 '표준'은 크게 다음과 같이 세 가지로 분류할 수 있다. 모든 측정의 기반이 되는 측정표준(metrology)이 그 첫째이며, 두 번째로 산업표준(industrial standard)에 해당하는 공업규격 등과 같은 성문표준(documentary standard)이 있고, 그리고 세 번째로 상거래에 적용되는 법정계량(legal metrology)이 있다. 따라서 국제적으로도 이들 세 가지의 표준을 확립하고 관련 업무를 수행하기 위하여 각각의 국제기구를 설립 운영하고 있다. 즉, 측정표준과 관련한 국제적인 업무를 위하여 국제도량형총회(CGPM, General Conference on Weights and Measures) 및 국제도량형위원회(CIPM, Internal Committee for Weights and

Measures), 성문표준에는 국제표준화기구(ISO, International Organization for Standardization)와 국제전기기술위원회(IEC, International Electrotechnical Committee), 법정계량에는 국제법정계량기구(OIML, International Organization of Legal Metrology)가 구성되어 운영되고 있다. 중국의 진시황이 중국을 통일한 후 실시한 중요한 국가적 사업 중의 하나가 도량형의 통일이었다고 할 만큼 한 국가의 산업과 모든 거래 및 질서 확립과 유지를 위하여 국가표준의 확립이 매우 중요하다는 것을 알 수 있다. 따라서 이러한 국가표준을 확립하고 보급하기 위하여 미국, 독일, 영국, 일본 등 선진국들은 100여년 전부터 국가표준기관을 설립하여, 국가표준을 확립하고 측정표준을 발전시키기 위한 활발한 연구활동을 계속하고 있다. 우리나라에서도 한국표준과학연구원(KRISS, Korea Research Institute of Standards and Science)이 국가측정표준 대표기관으로서 30여년의 역사를 가지고 국가측정표준의 확립, 유지 및 보급의 업무를 담당하고 있으며, 측정표준 이외의 성문표준과 법정계량 업무는 지식경제부의 기술표준원이 분담하고 있다.

국가표준은 산업의 고도화와 국제화에 따라 기초과학, 첨단산업, 국제교역 등에 필수적인 기반기술로서 국가의 과학기술 및 산업 활동에 필요한 원천기술을

제공하고 있어 과학기술의 발달 및 국제경쟁력 강화에 기여하고 있다. 특히 측정표준기술은 반도체, 전기전자, 정보통신, 우주항공, 신소재, 정밀기계 산업 및 첨단 바이오기술 및 나노기술 등 고부가가치를 목표로 하는 현대 첨단산업의 기반기술이 되므로 첨단 과학기술의 발전과 전반적인 국가과학기술 수준의 향상을 위해 매우 중요한 기술이 되고 있다. 이에 따라 그 나라의 측정표준기술의 수준이 그 나라의 과학 기술력을 가름하는 기준이라고 할 수 있다. 따라서 여기서는 표준의 3대 분류 중에서 가장 기반이 되는 측정표준의 국제 활동에 관하여 좀 더 상세히 알아보려고 한다.

2. 측정표준의 국제기구

측정표준의 국제적 기반은 1875년 5월 20일 파리에 서 열린 미터외교회의에서 17개국 이 서명한 미터협약(Metre Convention)에 의하여 구축되었다. 그 후 미터협약의 회원국은 계속 증가하여 2009년 10월 말 현재 미터협약의 정회원국은 총 53개국이며, 28개국의 준회원국이 있다. 우리나라는 1959년에 미터협약에 가입하였으며, 북한은 1982년에 가입하였다. 이 미터협약을 근거로 하여 회원국 모두가 참가하는 국제측정표준의 최고 의결기구인 국제도량형총회(CGPM, General Conference on Weights and Measures) 및 18명의 위원으로 구성된 국제도량형위원회(CIPM, Internal Committee for Weights and Measures)가 구성되었으며, 아울러 이 협약을 운영하기 위한 사무국으로서 국제도량형국(BIPM, International Bureau of Weights and Measures)이 설립되었다. 국제도량형국은 국제도량형총회의 지휘하에 있는 국제도량형위원회의 전적인 감독 하에 운영되며, 수행한 업무를 CIPM에 보고한다.

국제도량형국의 본부는 파리 근교에 있는 Pavillon de Breteuil(Parc de Saint-Cloud)에 위치하고 있으며, 부지(43 520 m²)는 프랑스 정부가 기증한 것이다. 국제도량형국의 유지를 위한 재정은 미터협약 회원국들이 공동으로 부담한다.

국제도량형국의 임무는 물리학적 측정의 세계적인 통일을 확립하는 것으로, 연구 범위는 초기에는 길이와 질량의 측정 및 이 양들에 관한 측정학적 연구에 제한되었으나, 전기(1927), 광도 및 복사도(1937), 전리방사선(1960)과 시간척도(1988)의 측정표준 등으로 연구업무가 점차 확대되었다.

현재 매 4년마다 개최되는 국제도량형총회에는 미터협약의 모든 회원국 대표들이 참석하며, 총회의 기능은 국제단위계의 보급과 개선에 필요한 조치를 논의하고 마련하며, 새롭고 기본적인 측정학적인 측정결과와 국제적 차원의 다양한 과학적 결의사항을 확인하고, 국제도량형국의 재정, 조직 및 발전에 관한 주요 사항을 결정하는 것이다.

국제도량형위원회는 국제도량형총회에서 선출된 각기 다른 국적의 18명의 회원으로 구성되며, 현재 매년 개최된다. 이 위원회의 임원단(officers)은 국제도량형국의 행정과 재정에 관한 연례보고서를 미터협약의 회원국 정부에 제출한다. CIPM의 주요업무는 측정단위의 세계적인 통일을 이룩하는 것이며, 이는 CIPM에 의하여 직접 수행되거나 또는 CGPM에 제안서를 제출함으로써 수행된다.

1927년에 국제도량형국에 주어진 업무가 확장됨에 따라 국제도량형위원회는 산하에 여러 자문위원회(CC, Consultative Committee)를 설치하고 여기에 연구와 자문이 필요한 일을 맡겨 정보를 제공하도록 하였다. 이 자문위원회는 특정 과제의 연구를 목적으로 한 임시 또는 상설 작업반을 구성할 수 있으며, 각 분야에서 수행된 국제적인 연구 결과를 조정하고 단위에 관련된 권고사항을 마련하여 국제도량형위원회에 제안한다.

각 자문위원회의 위원장은 CIPM이 임명하며, 통상 국제도량형위원회의의 위원이다. 자문위원회의의 회원은 CIPM의 동의에 의하여 측정표준기관 및 전문분야의 연구기관이 되며, 회원기관은 그들이 선정한 대표로 하여금 자문위원회에 참여하게 한다. 현재 다음과 같이 10 개의 자문위원회가 구성되어 운영되고 있다.

1. 전기 및 자기 자문위원회(CCEM)

2. 광측정 및 복사측정 자문위원회(CCPR)
3. 온도측정 자문위원회(CCT)
4. 길이 자문위원회(CCL)
5. 시간 및 주파수 자문위원회(CCTF)
6. 전리방사선 자문위원회(CCRI)
7. 단위 자문위원회(CCU)
8. 질량 및 관련량 자문위원회(CCM)
9. 물질량 자문위원회(CCQM)
10. 음향 초음파 진동 자문위원회(CCAUV)

국제도량형국에서는 측정학의 특정 주제에 관한 논문집(monographs)을 발간하며, 국제단위에 관한 모든 결의사항과 권고사항들이 수록된 “국제단위계(SI, International System of Units)”라는 제목의 책자를 주기적으로 개정, 발간하고 있다. 또한 1965년 이래 국제도량형위원회의 주관으로 발간되는 국제전문잡지, Metrologia는 과학적 측정, 측정방법의 개선, 표준과 단위에 관한 연구 논문들을 게재하며, 아울러 미터협약에 근거한 여러 조직의 활동과 결정사항 및 권고사항에 관한 보고서를 수록한다.

CIPM 산하의 전기 및 자기 자문위원회인 CCEM(Consultative Committee for Electricity and

Magnetism)은 KRISS를 포함하여 NIST, PTB, NMIJ 등 현재 약 20 여개국의 선진표준기관들이 회원국으로 참여하고 있으며, 평균 2년에 한번씩 회의를 개최하여 전기 및 자기분야의 국제표준연구에 필요한 사항들을 논의하고 CIPM에 제출할 권고사항들을 마련하는 등의 업무를 수행하고 있으며, 현재 CCEM 산하에는 국제적으로 전기 및 자기분야의 당면 문제들에 대한 실질적인 논의 및 협력을 위하여 WGLF, GTRF, WGRMO, WGSP, WGKG, WGACQHR 및 WGSJ 등 총 7개의 작업반(working group)이 구성되어 활동하고 있다. 전기 및 자기분야 이외의 타분야 자문위원회 역시 이와 유사하게 구성되어 활동하고 있다.

그림 1은 미터협약을 바탕으로 구성된 국제 측정표준기구들 사이의 관계를 보여주고 있다.

3. 국제 측정표준 상호인정협약 (CIPM MRA)

세계무역기구(WTO, World Trade Organization)의 체제하에서 날로 강화되는 무역자유화(FTA)와 경제블록화의 추세에 따라 국제무역에서 기술적 장벽(TBT, Technical Barrier to Trade)으로 작용하는 중복시험을 배제하기 위한 전제조건으로 무역당사국 간 측정표준의 일치가 필요하다는 판단에 따라 측정표준에 대한 국가 간 상호인정의 필요성이 제기되어 왔다. 이에 따라 1998년 2월에 개최된 미터협약국의 국가측정표준기관장회의에서 국가 간 상호인정협약을 추진하기로 합의한 후 수차례의 수정을 거쳐 1999년 10월 14일 제 3차 국가측정표준기관장회의에서 38개국 표준기관장 대표들이 협약서에 서명함으로써 "국가측정표준 및 교정/측정 성적서 상호인정에 관한 협약(Mutual Recognition of National Measurement Standards and of Calibration and Measurement Certificates Issued by National Metrology Institutes; CIPM MRA)"이 발효하게 되었다. 그 이후 홍콩, 칠레, 이집트, 라트비아, 리투아니아, 에쿠아돌, 쿠바, 몰타, 그리스, 말레이시아, 대만 등 많은 나라들이 추가로 협약서에 서명함으로써 2009년 11월 현재 MRA의 참여국은 총 72개 국가로 증가하였다. 이와 같이 MRA의 참여국이 점차 증가하고

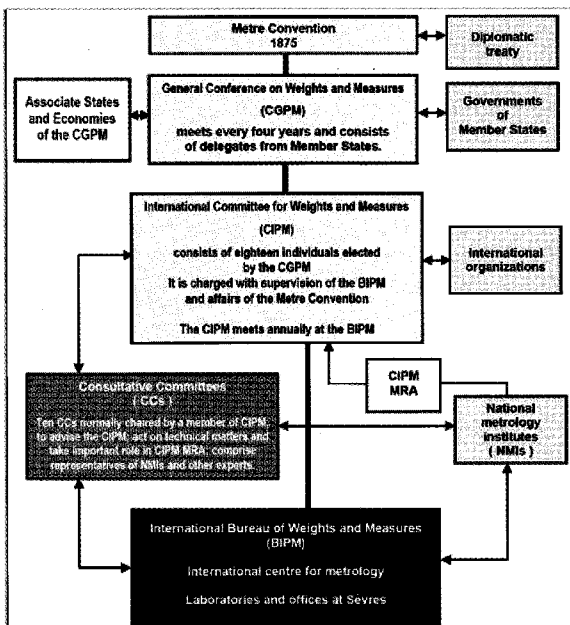


그림 1 국제 측정표준기구의 조직도

있는 것은 국제무역에서 MRA의 중요성에 대한 인식이 날로 높아지고 있기 때문이다.

이 협약의 내용은 크게 두 부분으로 구성되어 있는데, 제 1부는 참여 국가측정표준기관(NMI, National Metrology Institute)의 국가측정표준(national measurement standards)에 대한 동등성(Degree of Equivalence)을 상호 인정하기 위하여 국제도량형위원회(CIPM)의 자문위원회(CC, Consultative Committee), 국제도량형국(BIPM) 및 지역 측정과학 협력기구(RMO, Regional Metrology Organization)가 주관하는 핵심측정표준 국제비교(KC, Key Comparison)에 참여함으로써 국가측정표준에 대한 국제적 동등성을 객관적으로 정량화하는 것으로 그 결과는 MRA의 부록 B에 수록되고, 또한 BIPM의 web page에 수록되어 각국의 국가측정표준능력이 일반에 공개된다.

제 2부는 참여기관들이 실시하는 교정 및 측정 능력(CMC, Calibration and Measurement Capability)을 상호 인정하기 위하여 각 참여기관들은 적절한 품질시스템(quality system)을 확립·운영하고, 적절한 절차에 따라 교정 및 측정능력을 평가받아 그 결과를 MRA의 부록 C에 수록하는 것으로 그 구체적인 절차는 협약서의 제 7.3항에 명시되어 있다.

이 협약에는 한 국가 당 한 기관만이 그 국가를 대표하여 서명할 수 있으며, 만일 한 국가 내에 국가표준을 유지하고 있는 다른 기관이 있을 경우 서명한 대표 NMI를 통하여 지정기관(DI, Designated Institute)으로서 MRA에 참여할 수 있다. 또한 서명한 NMI는 협약의 제 1부에만 참여할 수도 있고, 제 1부와 제 2부 모두 참여할 수도 있다. 미터협약의 준회원국은 직접적으로 MRA에 참여할 수가 없으며, 해당지역의 RMO를 통하여서 만이 MRA에 참여할 수 있다.

MRA의 목적은 NMI가 유지하고 있는

국가측정표준의 동등성을 확립하고,

NMI가 발행하는 교정 및 측정성적서를 상호인정하며, 그로 인하여 국제교역에 있어서 상호인정을 위한 기술적인 기반을 구축하는 것이다.

이러한 목적들을 달성하기 위한 MRA의 이행절차는 다음과 같다.

1. NMI 및 DI의 CMC에 대한 peer review 실시
2. CIPM 및 RMO가 주관하는 KC 및 SC(Supplementary Comparison) 참여
3. 참여 NMI 및 DI의 품질시스템에 대한 peer review 및 측정능력 선언

이러한 절차를 통하여 얻어지는 각 NMI의 CMC 및 KC 결과들은 BIPM에 의하여 유지관리 되는 BIPM KCDB(Key Comparison Database)에 등록되어 전 세계에 공개된다. 그림 2는 이와 같은 MRA의 이행 및 KCDB 등록절차를 보여준다.

따라서 한 나라를 대표하여 MRA에 서명한 NMI의 대표들은 다음 사항들을 인정하게 된다.

1. KCDB를 구축하기 위하여 CIPM MRA에 명시된 절차를 승인하고,
2. KCDB에 등록된 KC 및 SC 결과를 상호 인정하며,

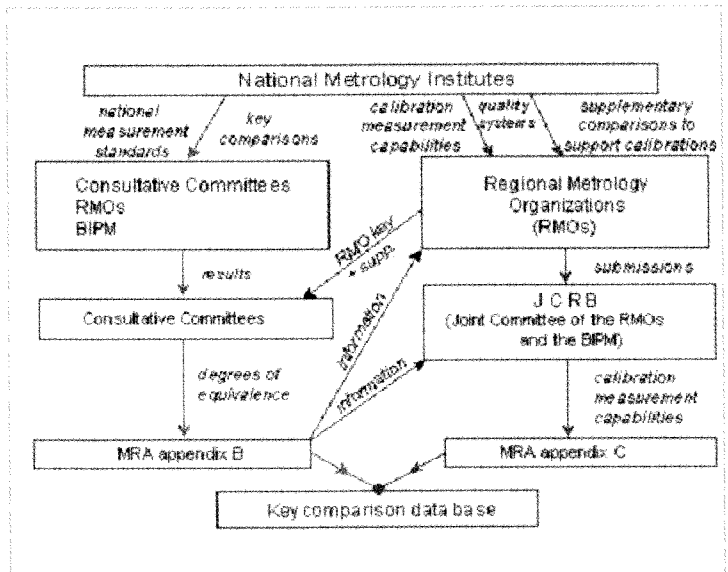


그림 2 Process of the MRA

3. KCDB에 등록된 타 참여 NMI들의 CMC를 상호 인정한다.

CIPM MRA는 각 분야별로 BIPM과 CIPM 산하의 각 CC들에 의하여 운영되며, RMO와 BIPM은 위에서 언급한 MRA의 각 이행절차를 시행하는 임무를 가지고 있고, JCRB(Joint Committee of RMO and BIPM)와 BIPM이 KCDB에 수록될 결과들을 분석하고 승인하는 책임을 가지고 있다. 2009년 11월 현재 CIPM MRA에 서명한 기관수는 47개 국가의 74개 기관, 25개의 CGPM 준회원국 및 123개의 DI들이며, 현재 세계 무역의 약 90% 정도가 MRA 서명국가들 사이에 이루어지고 있다는 사실만으로도 CIPM MRA가 국제무역에서 얼마나 중요한 역할을 하고 있는지 짐작할 수 있다.

BIPM KCDB는 CIPM MRA의 부록으로서 다음과 같이 4부분으로 구성되어 있다.

Appendix A : 참여 NMI 및 DI 명단

Appendix B : KC 및 SC 결과

Appendix C : CMC

Appendix D : KC list

측정표준은 국제단위계(SI, International System of Units)로 통일되어 있으나 나라마다 그 수준이 서로 다르므로, MRA에서는 그 동등성의 정도(degree of

equivalence)를 객관적으로 평가하는 것이 필요하며, 이는 핵심측정표준 국제비교(KC)를 통하여 평가된다.

KC는 국제도량형위원회(CIPM)가 주관하며, CIPM 산하에 기본단위를 중심으로 한 분야별 측정전문가들로 구성된 자문위원회(CC)가 실무를 담당한다. KC의 선정과 운영은 BIPM에서 발행한 "Guidelines for CIPM key comparisons"에 따르며, 전기 및 자기분야의 경우에는 전기 및 자기 측정자문위원회인 CCEM에서 KC에 관한 모든 실무를 담당하며 Guidelines for CIPM key comparisons을 기반으로 하여 특별히 전기 및 자기분야의 국제비교에 필요한 구체적인 사항들을 기록한 "CCEM Guidelines for Planning, Organizing, Conducting and Reporting Key, Supplementary and Pilot Comparisons"을 개발하여 이에 따라 모든 국제비교가 수행되고 있다.

대다수의 KC가 기기나 물질을 참가기관에 보내어 측정하는 순회평가(round robin test; RRT)방식으로 수행된다. 따라서 하나의 KC를 적당한 기간 내에 끝내기 위해서 참가기관의 수를 제한한다. 아울러 CC에서 주관하는 KC는 한 분야에서 최고 수준의 표준을 비교하는 것이므로 MRA에 서명한 모든 기관이 참여할 수는 없고, 주로 선진 표준기관을 중심으로 구성되어 있는

CC 회원기관들이 참가하며, 그 외의 기관들은 RMO KC 또는 양자비교 등에 참여하여 CIPM KC결과와 연계하여 그 동등성을 인정하도록 구성되어 있다. 그림 3은 KC의 시행 구성도를 보여주고 있다.

이와 같이 시행된 KC의 최종결과는 모든 참여기관의 측정값을 분석한 후 CC와 CIPM의 최종검토를 거쳐서 MRA의 부록 B에 수록된다. 또한 BIPM에서 발간하는 측정분야 전문학술지인 Metrologia에 논문형식으로도 발표되며, 주요 결과는 BIPM의 web site (<http://www.bipm.org>)의 key comparison database(KCDB)에 공개된다.

KC의 번호(comparison identifier)는 BIPM에 의하여 제안된 규칙에 따라 붙이도록 되어 있으며, 이에 대한 자세한 내용은 MRA document

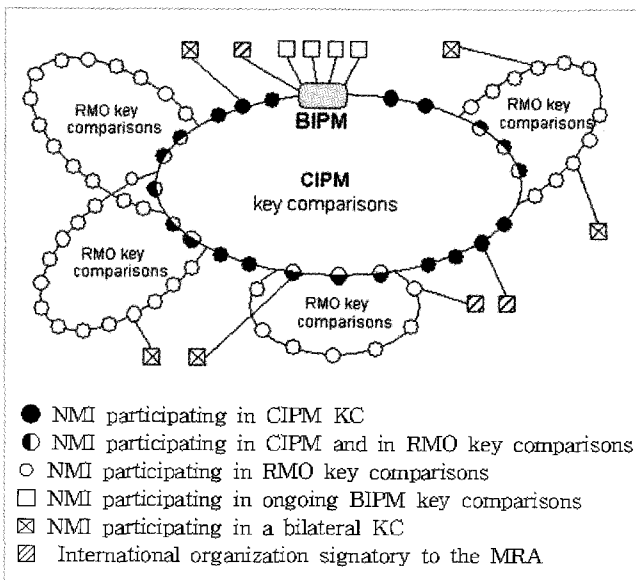


그림 3 Scheme of CIPM Key Comparison

인 "Nomenclature of the key comparisons"에 기술되어 있으며, 이 규칙은 모든 CC에 대하여 공통이고, 이와 연계되는 RMO KC에도 적용된다. 예를 들면 CCM.M-K3, BIPM.EM-K10.a, APMP.L-K5 등과 같이 주관기구, 해당분야, 일련번호 및 측정영역이 다른 sub-comparison 등을 표시하도록 되어 있다.

4. 국가측정표준기관(NMI) 및 지역 측정협력기구(RMO)의 활동

선진국은 물론이고 세계 대부분의 국가들이 자국의 산업과 과학기술 발전의 기반이 되는 국가표준의 확립과 유지보급을 위하여 국가측정표준기관 (NMI, National Metrology Institute)을 설립하여 운영하고 있다. 미국의 NIST(National Institute of Standards and Technology, 구 NBS), 독일의 PTB(Physikalisch-Technische Bundesanstalt), 영국의 NPL(National Physics Laboratory), 러시아의 VNIIM, 일본의 NMIJ 및 대한민국의 한국표준과학연구원(KRISS, Korea Research Institute of Standards and Science)이 바로 각국의 NMI들이다.

NMI는 그 나라를 대표하여 국가측정표준을 개발, 확립, 유지 보급하고, 이 NMI를 대표로 하여 미터협약에 참여하고, BIPM, RMO 및 다른 NMI와의 협력 등 모든 국제표준활동에 참여하고 있다. 따라서 NMI는 모든 국제 측정표준기구의 기반이 된다고 할 수 있다. 한국표준과학연구원은 대한민국의 국가측정표준대표기관으로서 모든 분야의 국가측정표준을 확립, 유지, 보급 및 측정과학 연구개발 업무를 담당하고 있으며, 대한민국을 대표하여 1999년도에 발효된 CIPM MRA에 참여함으로써 국제무역에서의 기술장벽 제거에 중요한 역할을 하고 있다.

또한 NMI 사이에 표준에 관한 정보교환, 기술지원, 국제비교 등 폭넓은 국제협력을 위한 지역 측정협력기구인 RMO(Regional Metrology Organization)가 각 지역별로 구성, 운영되고 있다.

RMO의 역할은 지역별 특성에 따라 차이가 있으나,

일반적으로 다음과 같은 역할을 하고 있다.

1. 지역 내의 RMO KC의 주관 및 CMC review
2. NMI 간의 연구개발 협력지원
3. 측정표준의 소급성 확립
4. 교육 및 자문
5. 기술협력 및 시설 공유 등

현재 RMO는 아시아태평양 지역의 APMP, 유럽 지역의 EURAMET, 미주 지역의 SIM, 아프리카 지역의 AFRIMET, 러시아 및 동유럽 지역의 COOMET이 있으며, 대한민국은 APMP에 속해 있다. RMO는 MRA 업무의 원활한 수행을 위하여 각 지역별로 매우 중요한 역할을 하고 있을 뿐 아니라, BIPM과의 공동협력위원회인 JCRB(Joint Committee of RMO and BIPM)에 참여하여 MRA의 제 2부 수행을 위한 CMC review와 관련한 업무의 조정 및 관리, MRA의 운영에 필요한 지침 및 정책 등의 수립 등 임무를 효율적으로 수행하고 있다. 현재 APMP는 정회원국 23개국, 준회원국 5개국이 참여하고 있고, 각 분야별로 11개의 기술위원회(TC, Technical Committee)가 구성되어 운영되고 있으며, 년 1회 총회와 기술위원회 및 각종 workshop 등을 열어 지역 내 NMI 상호간의 정보교환 및 기술협력 활동을 하고 있다. APMP 산하의 TC는 CIPM 산하의 자문

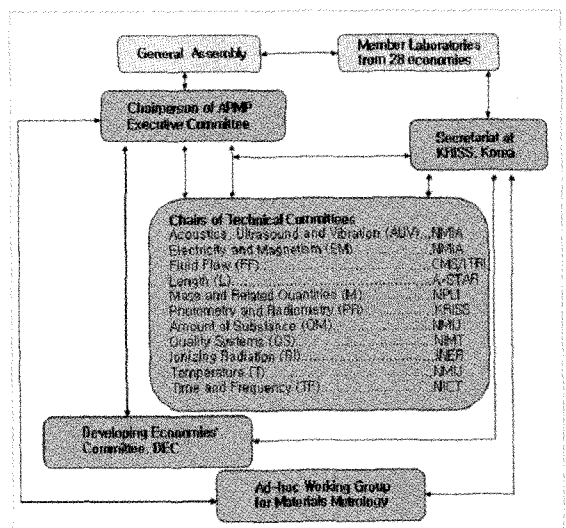


그림 4 APMP의 조직도

위원회(CC)와 유사한 성격으로서 분야별로 지역 내 NMI 간의 기술적인 협력업무 등을 담당하고 있다. 특히 KRISS는 그동안 APMP에서 의장 및 각 기술위원회 위원장 역을 다수 수행하였으며, 아울러 RMO KC 및 CMC review 등을 주관하는 등 대한민국을 대표하여 APMP에서 주도적인 역할을 하고 있다. 초기의 APMP의 역할은 주로 지역 내의 개도국들에 대한 측정표준의 수준 및 측정능력 향상을 위한 기술지원 및 교육훈련 등이었으나, MRA 발효 이후 현재는 회원국들의 MRA 참여를 지원하기 위한 협력업무가 주요한 업무 중 하나가 되었다. 따라서 현재는 회원국들 간의 협력 업무와 아울러 각 기술위원회별로 RMO KC 및 SC 실시, CMC review 실시 등이 중요한 임무가 되었다.

그림 4는 APMP의 조직도를 보여준다.

5. 국제단위계

5-1. 역사적 배경

측정표준에 있어서 가장 밑바탕이 되는 것은 전 세계에서 공통적으로 사용할 수 있는 일관성 있는 단위계를 구축하는 것이다.

현재 우리가 사용하고 국제단위계(SI, International System of Units)는 1790년경 프랑스에서 발명된 십진 미터계(decimal metric system)를 시초로 하여, 1875년 미터협약이 체결된 이후 국제도량형위원회에서는 미터와 킬로그램을 길이와 질량의 기본단위로 하는 새로운 원기제작을 시행하여 1889년에 개최된 제 1차 CGPM에서 미터와 킬로그램에 대한 국제원기를 인준하였다. 이 단위들은 시간의 단위인 천문학적 초(second)와 더불어 CGS계와 유사한 미터, 킬로그램, 초를 기본단위로 하는 3차원의 역학적 단위계인 MKS 계를 형성하게 되었다.

그 후 1901년 Giorgi는 이 미터-킬로그램-초 체계(MKS계)를 실용적인 전기단위와 결합하여 단일의 일관성 있는 4차원 체계를 형성할 수 있다는 사실을 보여 주었다.

1921년 제6차 CGPM에서 미터협약이 개정된 후 BIPM의 활동 영역과 임무가 물리학의 다른 분야로까

지 확장되었고, 이어 1927년 제7차 CGPM에서 전기자문위원회(CCE)가 설치되었다. 이후 Giorgi의 제안은 IEC와 IUPAP 그리고 기타 국제기구를 통하여 면밀히 검토되었다. 그 결과 1939년에 전기자문위원회는 미터, 킬로그램, 초, 암페어에 근거한 4차원 체계인 MKSA계의 채택을 제안하였고 이 제안은 1946년 국제도량형위원회(CIPM)에 의해 승인되었다.

1948년 BIPM은 전 세계에 걸쳐 이에 대한 의견조사를 시작하였고, 그 결과 마침내 1954년 제10차 CGPM은 전류, 열역학적 온도, 광도에 대한 각각의 기본단위로서 암페어, 켈빈, 칸델라를 도입하는 것을 승인하였다. 1960년 제11차 CGPM에서 여기에 국제단위계(SI)라는 명칭이 붙여졌다. 1971년 제14차 CGPM에서 물질량에 대한 기본단위로 몰(mole)을 추가함으로써 총 7개의 기본단위를 포함하는 현재의 SI가 완성되었다.

5-2. 국제단위계의 구성

SI 단위는 다음과 같이 크게 두 가지로 분류된다. 즉, 각각 독립적인 차원을 가지는 미터, 킬로그램, 초, 암페어, 켈빈, 몰, 칸델라의 7개기본단위와 이들 간에 관련된 양들을 연결시키는 대수관계에 따라 여러 기본단위들이 조합하여 형성되는 유도단위이다. 이렇게 기본단위들의 조합으로 형성된 어떤 단위의 명칭과 기호에는 특별한 명칭과 기호가 주어지고 이들은 또한 다른 유도단위의 표현과 기호를 형성하는데 사용될 수 있다.

5-3. SI 접두어

국제도량형총회는 SI 단위의 십진 배수 및 분수를 만드는데 사용하는 일련의 접두어를 채택하였다. CIPM 권고사항 1(1969)에 따라 이 접두어의 집합을 SI 접두어라고 명명하였다.

제11차 CGPM(1960, 결의 사항 12; CR, 87)은 SI 단위의 십진 배수와 십진 분수에 대한 명칭과 기호를 구성하기 위하여 일차로 10¹²부터 10⁻¹² 범위에 대하여 일련의 접두어와 그 기호들을 채택하였다. 제12차 CGPM(1964, 결의사항 8; CR, 94)에서 10⁻¹⁵과 10⁻¹⁸에 대한 접두어가 추가되었고, 제15차 CGPM(1975, 결의 사항 10; CR, 106 및 Metrologia, 1975, 11. 180-181)에서 10¹⁵과 10¹⁸에 대한 접두어가, 그리고 제19차

CGPM(1991, 결의사항 4; CR, 185 및 Metrologia, 1992, 29, 3)에서는 1021, 1024, 10-21, 10-24에 대한 접두어가 추가되었다.

5-4. SI 이외의 단위

SI 단위는 과학, 기술, 상업 등의 전반에 걸쳐 사용되도록 권고되고 있다. 이 단위는 CGPM에 의하여 국제적으로 인정되었으며 현재 이를 기준으로 그 밖의 모든 단위들이 정의되고 있다.

그럼에도 불구하고 min(분), h(시간), d(일), ha(헥타르), L(리터), t(톤), eV(전자볼트), bar(바), dB(데시벨) 등과 같은 몇몇 SI 이외의 단위들이 아직도 과학, 기술, 상업에 관련된 문헌에서 종종 사용되고 있고, 그 몇 가지는 아마 앞으로도 한동안 계속 사용될 것으로 보인다. 시간의 단위와 같은 몇몇 SI 이외의 단위들은 일상생활에서 매우 넓게 사용되고 있고, 인류의 역사와 문화에 아주 깊이 새겨져 있어서 이들은 당분간 계속 사용될 것 같다. 그러나 SI 이외의 단위를 사용하는 것을 권장한다는 뜻은 아니며, 몇 개의 예외는 있지만 SI 단위는 SI 이외의 단위보다 항상 우선되어야 한다. SI 단위와 SI 이외의 단위를 결합하는 것은 되도록 피하는 것이 바람직하다.

5-5. SI 단위명칭과 기호의 표기

단위기호의 표기에 관한 일반 원칙은 제9차 CGPM(1948, 결의사항 7)에서 처음으로 제안되었으며, 그 후 채택되어 ISO/TC 12 (ISO 31, 양과 단위)에 상세히 수록되었다. SI 단위기호(많은 SI 이외의 단위기호도 포함) 표기의 기본원칙은 다음과 같다.

1. 단위기호는 일반적으로 로마체(직립체)를 쓴다. 일반적으로 단위기호는 소문자로 표기하는 것이 원칙이지만, 그 기호가 고유명사에서 유래하였으면 그 기호의 첫 글자는 대문자로 쓴다.
2. 단위기호는 복수의 경우에도 변하지 않는다.

3. 문장 끝의 마침표를 제외하고는 단위기호 뒤에 온점을 찍지 않는다.

그 외에 SI 단위기호의 대수학 및 SI 접두어 사용규칙 등 상세한 내용은 ISO/TC 12 (ISO 31, 양과 단위)에 수록되어 있다.

6. 결 론

이상과 같이 측정표준의 역할 및 중요성과 아울러 국제 측정표준 활동, 국가측정표준기관의 역할 및 국제단위계 등에 대하여 종합적으로 알아보았다. 글로벌 경제환경에서 표준의 중요성은 점차 커지고 있으며, 특히 국제적으로 체결된 측정표준의 상호인정협약이 모든 표준분야 및 국제교역에 미치는 파급효과는 매우 크다는 것을 알 수 있다. 국가측정표준 대표기관으로서 한국표준과학연구원의 측정수준이 바로 우리나라의 측정표준 수준을 나타내므로 우리의 측정표준 능력향상 및 분야확대를 위하여 꾸준히 노력해야 함은 물론 우리가 참여하는 모든 국제비교에서 좋은 결과를 얻도록 최선을 다해야 할 것이다. 아울러 대한민국이 선진국으로 인정받기 위하여는 국제 표준활동에 적극적으로 참여함으로써 국제 표준분야에서 선도적인 역할을 할 수 있도록 계속적으로 노력하여야 할 것이다.

참고문헌

- [1] BIPM, "The International System of Units (SI)," 8th edition (2006).
- [2] ISO/IEC, "International Vocabulary of Basic and General Terms in Metrology (VIM3)," ISO/IEC Guide 99:2007 (2007).
- [3] P. Howarth and F. Redgrave, "Metrology in Short," 3rd edition (2008)
- [4] ISO, "Quantities and Units," ISO 31 (1992).