

계량과측정

〈회원사 인터뷰〉

한국교정기술센터 이문구 대표

〈전문가 기고〉

디지털 경제로의 성공적 전환을 위한 산업측정 역량강화 지원

〈전문가 인사이트〉

질량표준 이야기

〈포커스〉

정보를 담은 격자무늬, QR 코드 파헤치기

멀리서 보다

- 시인 나태주 -

어딘가 내가 모르는 곳에
보이지 않는 꽃처럼 웃고 있는
너 한사람으로 하여 세상을
다시 한 번 눈부신 아침이 되고

어딘가 내가 모르는 곳에
보이지 않는 풀잎처럼 숨 쉬고 있는
나 한 사람으로 하여 세상을
다시 한 번 고요한 저녁이 온다.

가을이다, 부디 아프지 마라.



〈시인 나태주〉 충남 서천 생, 교육인, 서울신문 신춘문예 등단(1971년), 한국시인협회 회장
제13회 김삿갓문학상(2017년), 제30회 소월시문학상 대상(2019년), 제31회 김달진문학상 시부문 수상(2020년)

Contents

Vol.193호 2021년 AUTUMN



계량과측정

등록 제193호 비매물
발행인 박원인
발행일 2021년 10월 22일
등록번호 라7214(1995년 5월 1일)
발행처 한국계량측정협회(KASTO)
주소 서울특별시 서초구 반포대로 1길 47
전화 (02)3489-1300 팩스 (02)597-6328
기획 한국계량측정협회 경영기획부
디자인 및 제작 (주)매경바이스가이드

02 협회 소식

계량검사정보 사전알림 서비스 리뉴얼
법정계량기사업자(제조업·수입업) 기초통계조사 실시
교육발전기금 운영
산업체 맞춤 교육 서비스 확대
2021 계량·측정의 중요성 우수사례 공모전
2021년도 교정산업발전위원회 운영
2021년 협회 인사동정

08 회원사 인터뷰

한국교정기술센터 이문구 대표

14 전문가 기고

디지털 경제로의 성공적 전환을 위한
산업측정 역량강화 지원

20 전문가 인사이트

질량표준 이야기

26 사이언스 칼럼

가을과 초콜릿

30 스페셜 이슈

당신의 얼굴은 안녕한가요?

32 포커스

정보를 담는 격자무늬, QR 코드 파헤치기

계량검사정보 사전알림 서비스 리뉴얼

협회는 지난 3월 지능형 계량기 유통관리시스템 정식 오픈과 함께 계량검사정보 사전알림 서비스를 새단장했다. 먼저 계량검사정보 사전알림 서비스의 회원가입 절차를 없앴다. 회원가입을 한 회원만 사전알림 서비스 신청이 가능했던 이전 계량정보시스템에서는 복잡하고 번거로운 회원가입의 절차를 반드시 거쳐야 했다. 그러나 이번 리뉴얼로 이용자들은 별도의 회원가입 신청을 하지 않아도 인증 단계만 거치면 빠르고 간편하게 서비스를 이용할 수 있게 됐다.

이용 대상 또한 확대됐다. 재검정 사전알림의 경우, 기존에는 3종의 법정계량기(10 t 이상의 비자동저울, 주유기, LPG미터)만 지원하였다. 하지만 리뉴얼 단계에서 개인 사업자가 관리하여 재검정을 놓치기 쉬운 계량기를 발굴하여 오일미터와 요소수미터를 서비스 대상으로 추가하였다. 이에 따라 현재는 5종의 법정계량기에 대한 서비스를 제공하고 있다.

협회는 검정 유효기간 만료자(3,037명 원료/4,339명 추가 예정)와 상인회(9개 지역, 483개 상인회)를 대상으로 적극적으로 홍보, 리뉴얼 소식 알리기에 노력하고 있다. 앞으로도 사전알림 이용자 만족도 향상을 위해 불편사항이나 건의사항을 반영함으로써 서비스 개선에 정진할 예정이다.

[illegible]

법정계량기사업자(제조업·수입업) 기초통계조사 실시

협회는 향후 미래지향적 법정계량사업 육성에 대한 기반 마련의 토대가 될 기초자료의 확보를 위해 국가기술표준원 위탁사업인 '측정산업 기초통계 조사연구' 학술연구용역(21.4~10)을 수행하고 있다.

협회는 이를 위해 지난 6월부터 약 3개월간 검정실적이 있는 제조 수입업체 300여개 업체를 대상으로 '법정계량기사업자(제조업, 수입업) 기초통계조사'를 실시했다. 이는 본 학술연구 일환으로 국내 법정계량기 제조 수입업체의 매출액, 종사자 수 등 현황 파악을 위한 것이다.

해당 통계조사의 항목은 사업체 일반현황, 매출액, 종사자 현황, 해외거래(수출·수입) 여부, 투자현황, 법정계량산업 활성화를 위한 의견 등으로 구성됐으며, 통계법 제 33조(비밀의 보호)에 따라 내용은 철저히 비밀로 보장된다.

본 통계조사의 결과는 국내 법정계량사업체 지원 프로그램 개발, 계량산업진흥정책 추진 등의 기초자료로 적극 활용될 예정이므로 국내 법정계량기사업체의 많은 참여와 협조를 당부 드린다.

이번 '측정산업 기초통계 조사연구' 학술연구는 국내법정계량기 사업자에 대한 기초통계조사 뿐만 아니라 주요 계량기군에 대한 수출입 무역 통계와 상거래 시장규모를 파악해 국내 측정산업의 대외경쟁력, 최근 사업동향 등을 분석할 예정이다

협회는 계량에 관한 법률 제65조, 국가표준기본법 시행령 제14조에 근거하여 국내 계량산업의 발전 및 측정의 정밀도 향상을 위한 지도와 조사, 통계관리 및 홍보 등에 관한 사업을 수행해 왔다. 앞으로도 협회는 급변하는 계량측정시장에 신속히 대응하고 측정산업 전반적인 흐름을 파악할 수 있도록 관련 통계조사를 지속적으로 수행해나갈 계획이다.



한국기술표준원
KASCO
Korea Association of Standardization

법정계량기사업자(제조업·수입업) 기초통계조사

본 조사는 2021.12.15(수) ~ 2022.01.10(수)까지 실시됩니다.

본 조사는 2021.12.15(수) ~ 2022.01.10(수)까지 실시됩니다.

본 조사는 2021.12.15(수) ~ 2022.01.10(수)까지 실시됩니다.

1. 사업체 일반현황

2. 매출액

3. 종사자 현황

4. 해외거래(수출·수입)

5. 투자현황

6. 법정계량산업 활성화를 위한 의견

1. 사업체 일반현황

2. 매출액

3. 종사자 현황

4. 해외거래(수출·수입)

5. 투자현황

6. 법정계량산업 활성화를 위한 의견

교육발전기금 운영

협회는 지난 2017년부터 KOLAS 종사자 자격인정을 위하여 협회 자체교육을 개설하지 못한 교육과정에 대하여 KASTO-KRISS 협약을 통한 협약교육을 실시해왔다. 첫째 3개 과정(3회)으로 실시됐던 협약교육은 올해 11개 과정(15회)으로 급성장했다. 이런 상황을 고려한 협회는 지난해 한국교준과학연구원과 정밀측정교육의 품질체계와 교육 생태계 개선을 위해 교육발전위원회와 교육발전기금을 운영하는데 합의했으며, 올해 교육업무 협약을 갱신하고 관련 규칙을 제정하는 등 합의사항 이행을 위한 노력을 기울여 왔다.

특히 올해는 교육발전기금(협약교육 수입의 10%)을 활용하여 강사들과 함께하는 측정불확도 토크타임 행사를 진행하기도 했다. 또한, 광통신 분야 교육과정 개발, 교육과정에서 발생할 수 있는 위험요인의 해소와 교육 수요가 적은 교육에 대한 손실 지원 등의 폐강 방안을 통하여 KOLAS 종사자를 위한 정밀측정교육의 품질을 한 단계 높이기 위한 노력을 계속할 계획이다.



산업체 맞춤 교육 서비스 확대

협회는 산업체, 연구기관 및 ISO 인증기관의 품질 및 측정기 관리 책임자와 실무자를 대상으로 “측정관리 책임자 교육”과 “측정관리 담당자 교육”을 통하여 길이 질량 힘 전기 온도 분야의 측정기 교정 이론 및 실무, 측정기 관리 기법 및 측정데이터의 유효성 관리에 대한 교육을 실시하고 있다.

올해는 산업체 니즈를 고려한 맞춤형 교육 원년으로 상반기에는 (주)농심 10개 공장의 측정기 담당자 24명을 대상으로 측정불확도, 온도, 질량, 압력, 측정기 관리 및 시스템 개선활동의 맞춤형 교육을 실시하였으며, 하반기에는 한전 KPS 중소기업 기술표준지원사업 “S-Sure(Standard Uprating Reconfirmation Echo)”에 따라 한전 KPS 협력 중소기업 측정기 담당자 40여명을 대상으로 측정기 관리 역량 향상을 위하여 KS Q ISO 10012 (품질경영시스템-측정프로세스 및 측정장비에 대한 요구사항) 교육을 실시할 계획이다.

올해는 산업체 니즈가 고려된 맞춤형 교육의 원년으로 삼았다. 이에 따라 상반기에는 (주)농심 10개 공장의 측정기 담당자 24명을 대상으로 측정불확도·온도·질량·압력·측정기 관리 및 시스템 개선활동의 맞춤형 교육을 실시했으며, 하반기에는 한전 KPS 중소기업 기술표준지원사업 ‘S-Sure(Standard Uprating Reconfirmation Echo)’에 따라 한전 KPS 협력 중소기업 측정기 담당자 40여명을 대상으로 측정기 관리 역량 향상을 위한 KS Q ISO 10012 (품질경영시스템-측정프로세스 및 측정장비에 대한 요구사항) 교육을 실시할 계획이다.

협회는 산업 고도화 및 디지털 전환에 따라 중소기업 측정인력의 측정역량 강화를 지원하기 위해 측정관련 기초/심화 이러닝 교육 콘텐츠를 개발하고, '22년부터는 중소기업의 인력난을 고려하여 교육 수강이 용이한 온라인 교육 서비스를 실시할 계획이다.



2021 계량·측정의 중요성 우수사례 공모전

[illegible]

협회는 지난 6월 14일부터 8월 13일 두 달간 '2021 계량·측정의 중요성 우수사례 공모전'을 진행했다. 국가기술표준원이 주최하고 협회가 주관하는 해당 공모전은 산업 측면(정확한 측정으로 첨단과학기술 발전 및 산업체 품질 향상 기여), 상거래 측면(정확한 계량으로 거래 공정성 확보 및 국민 소비생활보호에 기여), 국민생활 측면(정확한 측정으로 안전한 사회 구축 및 국민의 삶의 질 향상 기여) 등 개인과 기업은 물론 사회를 대상으로 정확한 계량·측정 및 계량측정기 관리의 중요성을 고취시키고자 2016년부터 매년 개최되는 행사다.

이번 공모전에는 신설된 '포스터부문'을 포함해 '수기부문'과 '카드뉴스부문'을 통해서도 현업에서의 경험과 생활 속 이야기 등을 주제로 한 작품 총 58점이 접수됐다.

최종 심사를 거쳐 당선된 작품은 대상 1점(산업동상자원부장관상, 상금 120만원), 최우수상 4점(국가기술표준원장상, 상금 70만원), 우수상 10점(국가기술표준원장상, 상금 50만원) 등 총 15점이다. 이에 대한

상금 및 상장은 10월 26일 열리는 '계량·측정의 날' 행사에서 수여될 예정이다. 계량·측정의 중요성 우수사례 공모전이 과학, 산업, 국민생활 등 모든 분야의 기본이 되는 계량·측정의 중요성을 새롭게 알아가는 계기를 제공할 수 있도록 앞으로도 많은 관심과 참여 부탁드립니다.

2021년도 교정산업발전위원회 운영

협회는 교정산업의 발전을 위한 선진화 방안 모색, 신규 교정사업 분야 발굴, 교정의 중요성 홍보방안 연구 등을 위해 2015년부터 교정산업발전위원회를 운영하고 있다.

2021년부터는 교정분야 현안에 대한 논의 위주로 운영되던 기존과 달리 교정산업 발전이라는 본래의 취지를 살리기 위해 주제 별로 준비된 발표를 진행한 후 논의하는 형식으로 운영됐다. 발표는 위원회 위원 혹은 필요시 외부전문가를 초청해 진행됐으며, 발표를 위한 주제(기술·제도·시장 등)에 대해서는 분과위원들이 자발적으로 구성·운영했다.

지난 8월에는 교정관련 정부 R&D 지원사업에 대한 소개 및 논의를 진행하였으며, 차기 회의를 위해서 교정기관 인정제도에 대한 외국사례 소개 혹은 비교에 대한 발표를 검토하고 있다.

발표 위주의 위원회 운영과 함께 교정기관의 다양한 의견을 수렴하기 위한 위원회 참석 인원도 확대됐다. 교정기관·연구기관·유관기관 등으로 구성된 기존 위원에 지역별로 운영되고 있는 교정기관 협의회의 회장을 교정산업발전위원회에 총원했다. 이로써 위원회의 활성화 및 교정기관과의 원활한 소통이 기대되고 있다.

격월로 개최 중인 2021년도 위원회의는 앞으로 10월과 12월, 두 번의 회의를 남겨두고 있다. 남은 회의를 통해서 금번에 바뀐 위원회 운영에 대한 개선점을 논의함으로써 내년 위원회 운영 및 위원구성에 반영할 계획이다.

2021년 협회 인사동정

번호	성명	직책	발령사항	현직부서
1	최봉식	1급 (부장)	경영기획부 부장에 임함 교정측정사업부장 겸직을 명함 (발령일자 : 21. 10. 13)	교정측정사업부
2	신홍호	2급 (차장)	교육훈련사업부 부장에 임함(팀장 → 부장) (발령일자 : 21. 08. 01)	교육훈련사업부
3	김수진	2급 (차장)	적합성평가지원센터 숙련도운영팀 팀장에 임함(과장 → 차장) (발령일자 : 21. 02. 01)	적합성평가지원센터
4	좌상훈	2급 (차장)	교정측정사업부 표준지원팀 팀장에 임함(과장 → 차장) (발령일자 : 21. 02. 01)	교정측정사업부
5	강상원	3급 (과장)	법정계량사업부 연구지원팀 팀장에 임함 (발령일자 : 21. 02. 01)	법정계량사업부
6	원향숙	3급 (과장)	경영기획부 재정운영팀 팀장에 임함 (발령일자 : 21. 02. 01)	경영기획부
7	한주연	4급 (대리)	교육훈련사업부 교육훈련팀 근무를 명함(주임 → 대리) (발령일자 : 21. 03. 01)	경영기획부
8	조성민	4급 (대리)	교육훈련사업부 교육훈련팀 근무를 명함(주임 → 대리) (발령일자 : 21. 01. 01)	교육훈련사업부

측정기 구축·지원으로 기술수준·경쟁력 향상에 이바지하다

한국교정기술센터 이문구 대표

“측정하지 않으면 관리할 수 없고 관리하지 않으면 개선할 수 없다”

현대 경영학의 창시자로 평가 받는 피터 드러커의 말이다. 어떤 상태나 현상을 파악하고 수치화하는 ‘측정’은 그만큼 모든 물건의 상태와 현상을 가능하게 하는 데 꼭 필요한 작업이다. 특히 우리 삶 전반을 아우르고 있는 산업현장에서의 측정은 더욱 중요한데, 왜냐하면 바로 그것이 ‘생산 관리’와 ‘품질 개선’을 위한 열쇠가 되기 때문이다. 1981년 전국 방위산업체 정밀측정능력 평가 대상(국방부장관) 수상, 1988년 공업진흥청장 표창 수상, 1999년 산업자원부장관 표창, 2005년 국무총리 표창, 2016년 동탑산업훈장을 수훈까지 화려한 필모를 쌓아온 이 대표에게 ‘한국교정기술센터’만의 특·장점과 사업의 방향에 대해 물었다.



먼저 대표님과 한국교정기술센터 소개를 부탁드립니다.



저는 FIC(FHC는 1966년 유엔특별기금 원조를 통해 설립된 정밀측정 교육기관으로 지금은 경기 과학기술대학교) 정밀측정과를 졸업하고 1974년 창원산업단지의 출범과 함께 같은 해 통일 산업(現 통일 중공업)에 입사하여 퇴사 전까지 정밀측정 분야를 담당하였으며, 이때 쌓은 전문성을 바탕으로 창업 이후 대략 20년 가까이 제조 생산라인 등에서 요구되는 각종 측정의 신뢰성 유지에 힘썼으며 이를 통해 산업계의 경쟁력 향상에 기여하였습니다.

통일 산업(현 S&T중공업)에서는 방산/공작기계/주조·단조 측정분석분야 담당, 품질부서장, 자동차부품가공 부서장 및 공작기계총괄부장을 차례로 역임하면서 초기 방산품(번칸포), 자동차부품(T/M, AXCEL 등), 공작기계(국산1호가NC선반, M/C, 수직선반, 국내 최초5축M/C) 등을 개발에 참여하였으며, 1975년 한국표준과학연구원(KRIS) 설립 초대원장인 김재관 박사로부터 국가표준과 KRIS 설립 취지 및 역할에 대한 강연을 듣고 1978년 기계정밀도 1급 업체 지정을 시작으로 1980년 국방품질 검사소 공인시험기관 최초 인정, 1981년 전국 방위산업체 정밀측정능력 평가 대상(국방부장관) 수상, 1982년 3월 국가교정검사기관 인정을 취득하였으며, 1983년 품질부서장 재직 시에는 공장품질관리 1등급 인정(공업진흥청)을 받았습니다.

또한, 1982년부터 1989년 국가교정검사기관 실무책임자 위원으로 교정절차서 개발에 참여하였으며, 1988년에는 정밀정확도 평가대회 평가위원으로서 최초 공업진흥청장 표창을 수상하는 등 돌이켜 보면 통일 산업 재직 중에 측정과 관련하여 많은 역량을 쌓을 수 있는 기회가 되었습니다.

퇴직 후에도 2002년 KOLAS 선임평가사/재료물성 기술위원과 산업체 기술지도, 대학 강의, 정밀측정 자격증 문제출제위원, 자체교정시스템 구축 등 교정/검사



관련 다방면으로 활동하였으며 창원 국가산업단지 경영자협의회 회원, (사)벤처기업협회 경남지회 이사, 창원대학교/경남대학교 가족회사 등에 소속되어 베어링 자동 측정장치 개발, 공작기계 CNC 복합연삭기 개발, 대형 크랭크샤프트 가공 중 원지름 측정장치 공동개발 등 지역 사회와 협력하여 애로사항 해결 및 장치 개발에 많은 바 소임을 다하였습니다.

이를 토대로 1999년 영신기전 상무, 2000년부터 3년 동안 (주)칼테크 제2고정표준 대표를 거쳐 2003년 (주)한국교정기술센터를 설립하여 KOLAS 국제공인 교정기관을 운영하고 있으며 1999년 산업자원부장관 표창, 2005년 국무총리 표창에 이어 2016년에는 계량측정의 날 행사에서 최고 영예인 동탑산업훈장을 수훈하였습니다.

교정이란 연구개발에서 제조 및 검사부문에 이르기까지 폭 넓게 사용되고 있는 각종 계량·측정기의 정밀정확도를 지속적으로 유지하기 위해 정확도가 더 높은 표준기와 주기적으로 비교하는 행위를 말하며, 국가측정표준과의 소급성을 유지시킴으로써 측정기의 계속사용, 마모, 내용연수 경과 및 사용환경 변화 등으로 발생할 수 있는 측정오차를 항상 허용공차 이내로 유지할 수 있으며 이를 통해 제조공정에서는 제품의 균질성과 성능 보장 그리고 연구기관에서는 산출한 측정결과의 대외 신뢰도를 확보하게 됩니다.

이에 따라 산업체도 일상적인 측정기 점검과 주기적인 교정을 실시하여 측정기를 관리할 때 비로소 보유 측정기에 대한 정밀정확도를 확보할 수 있고 궁극적으로는 제품의 불량률 감소와 이에 따른 원가절감을 통해 경쟁력을 확보할 수 있습니다.

(주)한국교정기술센터는 우리주변과 산업계 등에 사용되고 있는 각종 측정기 및 시험기의 교정과 검사를 전문으로 수행하기 위해 2003년 11월 설립된 한국인정기구(KOLAS) 인정 국제공인 교정기관이며 15명의 직원이 방위산업, 공작기계, 자동차부품, 주조 및 단조, 정밀측정시험분야의 계측기기 교정, 판매 및 수리 등 교정업무를 통해 국가표준을 산업체에 보급하고 있습니다.





타 기업과 차별화 된 한국교정기술센터만의 특징과 경쟁력에는 어떤 것들이 있을까요?



(주)한국교정기술센터는 각종 정밀 측정장비를 사용하여 산업체의 게이지 검사, 지그픽처 측정, 고정밀제품 측정(3차원, 형상, 표면거칠기, 경도, 토크, 압력, 온도, 질량) 등을 지원하고 있으며, 측정기술지도 및 ISO/IEC 17025에 적합한 측정기 운영시스템 구축지원 등을 통해 산업체의 기술수준과 경쟁력 향상에 이바지하고 있습니다.

(주)한국교정기술센터는 교정만료일 1개월 전에 사전 예고제를 통하여 교정이 누락되지 않도록 관리하고 있으며, 성적서 바인더, ERP 전산관리시스템 등 사후관리에도 신경을 쓰고 있습니다.

무엇보다도 교정접수 후 3일 이내에 교정을 완료하자는 목표를 설정하여 실천함으로써 고객들의 만족도를 향상시키고 있으며 업체 담당자들에게 교육이나 간단한 계속기 수리를 무상으로 지원하는 장점을 가지고 있습니다.

철저한 교정관리와 원스톱 서비스를 구현하고 있으며, 특히 산업체에서 연구나 개발품에 대한 애로사항을 접수하고 이를 해결하기 위해 검사방법이나 교정방법을 개발하여 지원함으로써 산업체의 경쟁력 제고에 기여하고 있습니다.

또한 지역대학교와의 협약을 통해 상호 교류에 필요한 자원을 공유하고 있으며, 4차 산업혁명에 발맞추어 고객지원관리시스템 구축과 필요한 전문적인 기술 개발을 위해 노력하고 있습니다.



한국교정기술센터를 5년, 10년 후 어떤 기관으로 만들고 싶으십니까? 또한 이를 실현하기 위해 무엇이 가장



중요하다고 생각하시는지요?

현재 제조업분야는 글로벌 경쟁력 확보를 위해 측정자동화가 가속화되고 있는 추세에 대처하기 위한 새로운 측정개발에 적극 대응하고 있습니다.

이러한 변화에 따라 우리 기관도 축적된 기술력을 바탕으로 신속하고 정확한 원스톱 서비스 구현을 위해 디지털 시대에 필요한 측정관련 기술력 확보와 전사적 지원관리시스템 구축에 박차를 가하고 있으며, 더 나아가 타 교정기관과의 차별화를 위해 첨단화·고속화·신속화 되고 있는 4차 산업혁명에 부응하여 디지털 시대에 필요한 전문업체로서의 네트워크 구축에 노력하고 있습니다.

직원들의 자존감 향상은 변화에 적응하고 새롭게 나아가기 위한 첫걸음이라 생각하여 2020년 신사옥 이전을 통해 근무환경을 획기적으로 변화시킴으로써 직원들의 자존감을 높이는 계기를 마련하였으며, 회사가 발전하려면 직원들도 거기에 맞게 따라와 줘야 하는데 직원들의 복지 개선 없이는 회사의 발전은 기대할 수 없다는 생각에 복지 개선에도 많은 노력을 기울이고 있습니다.

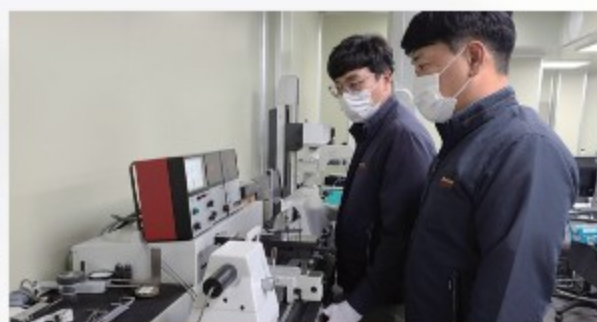
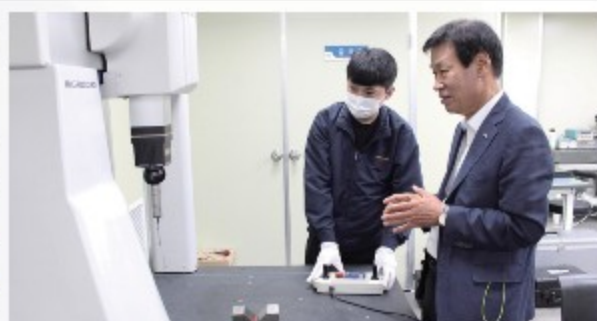
(주)한국교정기술센터는 규모가 크지도 않고 상장업체도 아닙니다. 그러나 오랜 시간 한 분야에서 최고가 되기 위해 달려온 열정을 인정받는 교정기관입니다.

지난 47년 동안 축적해온 기술력을 바탕으로 4차 산업에 맞춘 고객지원관리와 전문기술을 구축하여 최고의 측정표준을 그리고 전문인력 양성과 더불어 최신 교정장비를 구축하여 더 나은 서비스를 제공하는 교정기관이 되도록 노력하겠습니다.

Q 국내 교정산업의 발전을 위해 협회가 나아가야 할 길을 제시하신다면?

A 한국계량측정협회는 계량에관한법률 및 국가표준기본법에 따라 계량 측정산업의 발전과 측정의 정밀 정확도 향상을 위해 설립된 기관입니다. 먼저, 협회는 4차 산업시대에 발맞추어 이에 맞는 시스템을 보급하는 중추적인 역할을 해주었으면 합니다.

둘째, 산업체에서는 한국계량측정협회가 무엇을 하는 기관인지 모르는 사람들이 많습니다. 한국계량측정협회를 홍보하기 위해서는 교정기관을 통해 산업체가



보다 쉽게 접근할 수 있는 시스템이 필요하다고 생각하며 이러한 시스템을 협회 차원에서 개발해 주셨으면 합니다.

셋째, 요즘 들어 교정기관들 간에 경쟁이 매우 심해 진 것 같습니다. 이러한 경쟁구도를 협회와 교정 기관들이 함께 협력하여 슬기롭게 헤쳐 나갈 때 교정산업의 더 나은 발전을 이룰 수 있다고 생각합니다. 이를 위한 정책개발도 협회에서 추진하여 주시길 기대합니다.

마지막으로, COVID-19 시대를 맞이하여 비대면이 활성화되고 있는 만큼, 전국 어디서나 장소에 무관하게 교육이 활발히 이루어 질 수 있는 시스템도 구축되었으면 합니다.

한국계량측정협회와 교정기관들 간에 협력이 잘 이루어지고 각자의 역할을 충분히 해낸다면 국내 교정산업은 더 큰 발전을 이룰 수 있을 것이라 믿습니다.

대표님께서 생각하시는 교정의 미래는 어떤 모습입니까?

 4차 산업이 더욱 진화함에 따라 교정업무의 전사적 자원관리(ERP)가 필수적이라 생각되고 교정성적서 또한 디지털 방식으로 전환될 것으로 예측합니다.

현재는 계측기 교정을 진행한 후 교정성적서 발급을 통해 계측기의 소급성을 유지하고 있는데, 교정 작업 후 교정성적서가 디지털 방식으로 전환된다면 이에 따른 교정 기관들의 변화가 필요할 것 같습니다.

또한 과학의 발달로 교정밀도 장비들이 계속 나올 것이고 교정방법 또한 많은 변화가 요구되며 교정산업은 이러한 빠른 변화에 맞추어서 적합한 교정방법을 개발하여 대응할 수 있도록 나아가야 한다고 생각합니다.

이러한 새로운 변화가 앞으로의 국내 교정산업 발전을 좌우하게 될 것으로 예측합니다.

마지막으로 협회보 독자들에게 전하시고 싶은 메시지가 있다면 한 말씀 부탁드립니다.

 협회보를 통하여 교정분야의 표준보급 동향을 쉽게 접할 수 있고, 협회보가 교정산업 발전에 크게 기여하고 있다고 생각합니다.

4차 산업이 발전하고 반갑지 않은 COVID-19 시대를 맞이한 지금 우리 사회는 많은 변화에 몸살을 앓고 있으며, 교정 또한 이런 변화에 맞추어 발전해야 된다고 생각합니다. 이런 발전이 있으려면 협회와 교정기관 그리고 산업체가 서로 협력하여 문제점을 파악하고 개선하려는 의지가 필요합니다.

구독자 여러분도 이러한 변화에 큰 관심을 갖고 함께 잘 헤쳐 나갔으면 합니다. 그렇게 되면 우리 모두가 더 나은 발전이 기대할 수 있으리라 확신합니다. **K**

디지털 경제로의 성공적 전환을 위한 산업측정 역량강화 지원



디지털 경제로의 전환에 있어 측정 데이터 신뢰도는 중요하다

4차 산업혁명, AI, IoT, 스마트팩토리, 빅데이터 등등 주변에서 들려오는 단어들을 보면 무언가 세상이 많이 바뀌고 있다는 것이 느껴진다.

무엇보다도 인공지능(AI), 빅데이터, 사물인터넷(IoT), 가상현실, 3D 프린팅 같은 신기술의 융복합으로 산업 고도화 및 디지털 전환이 진행 중이며, 이와 관련한 산업 및 미래 주력 기술은 측정에 대한 의존도가 높아, 산업현장의 측정역량이 디지털경제로의 성공적 전환 성패를 좌우한다.

국내의 경우 세계 5~6위의 국가측정역량 수준을 유지중인 반면, 산업계의 측정역량은 낮은 것으로 평가되는데, 국내 산업 현장 측정관리 실태조사*에 따르면 전반적으로 디지털 전환에 필요한 전문인력 확보 및 관리시스템 운영 등이 미흡한 것으로 조사되었다.

<참조> 국내 측정관리 실태조사 (한국계량측정협회, 2016~2020)

- 국내 산업현장의 전체종사자 중 측정관련 자격 소지자는 0.9% 수준이며, 측정관련 인력의 6.1%만이 측정교육(1주 이하) 이수
 - * 「국가기술자격법」에 따라 국가자격(정밀측정산업기사 등)을 갖춘 자는 6070명이며, '00년 이후 취득자가 전체의 약 45% [참조 : 산업인력관리공단, 2019년 기준]
- 산업체 측정관리자 등 측정전문인력 양성을 위한 전문교육기관 및 측정분야 대학 등 교육훈련 인프라도 미약함
 - * 한국인정지원센터 등 6개 교육기관은 적합성평가 기술직원 대상 교육 운영, 한국계량측정협회에서만 산업체 대상 정밀측정기술교육 실시
 - ** 측정전문인력 양성 대학은 한국폴리텍대학 안성캠퍼스·익산캠퍼스, 경기과학기술대 등 3곳, 고등학교는 전북기계공고 1곳에 불과

산업현장은 오차와의 전쟁이다

측정은 과학, 산업 및 일반국민생활 전반에 관련되어 있어, 정확한 측정은 무엇보다 중요하다. 더욱이 산업현장에서의 측정은 생산관리, 품질개선 등의 기초가 되는 것으로 측정결과와 신뢰성 확보는 매우 중요하다. 하지만 측정에는 늘 오차가 수반되며, 산업현장에서 이 오차를 줄여야 하는 것은 영원한 과제이다.

측정관리의 필요성

한 나라의 산업기술 수준은 그 나라가 얼마만큼 정확한 국가 측정표준¹⁾을 유지하고 있으며, 그 국가측정표준을 각 생산현장에 얼마만큼 효과적으로 보급하여 활용하고 있는가에 따라 제품의 품질수준이 결정된다고 하여도 과언이 아니다.

따라서 사내에서 사용하는 측정기관리는 제조품질에 큰 영향을 미치며 이에 측정관리의 중요성이 매우 부각되고 있는 실정이다. 측정기관리는 이러한 측정기의 효율적인 관리를 위해서 측정기의 신규 등록에서 폐기에 이르기까지의 사내에서 사용되는 모든 측정기 관리활동을 말한다.

기업을 둘러싼 환경의 변화

현대사회에서 첨단센서 및 스마트제품 등은 삶의 질 향상을 위해 없어서는 안 될 생활필수품으로 최근의 관련 산업은 시각, 청각중심의 기술에서 유선, 무선 및 정보통신 기술 등을 통해 자동화, 첨단화 되고 있다.

또한 소비자들의 고성능 퍼포먼스 요구에 따라 Audio, Video, 유선통신, 무선통신, 자동차, 고속철도, 선박, 항공기의 성능은 지속적으로 진화하고 있으며 이에 따라 관련 부품성능의 향상 요구와 고도의 신뢰성을 요구하고 있는 현실이다.

또한 이들 첨단장치의 오동작은 사용자, 탑승자들의 안전에 심각한 위협이 될 수 있어 이들 기술에 대한 안전 확보에 있어 신뢰성 평가가 차지하는 비중은 더할 나위 없이 중요하다.

이를 위해서 측정관리의 중요성이 대두되고 있는 현실이며 궁극적으로 측정관리의 핵심인 측정기관리는 소비자에게 타당한 신뢰감이나 안심을 주기 위한 최소한의 보증활동이다.

측정기관리는 고객, 조직, 법령 등 다양한 이해관계자를 통해 요구가 되고 있는데 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

먼저 고객 및 조직의 경우 국제표준에 의한 경영 시스템(품질, 환경, 안전보건, 자동차 부품, 식품 안전, 정보통신 등 기타 경영시스템) 또는 품질보증 계획서(예)원자력 기기 제작), 품질관리 계획서(예)전기전자 부품생산, 자동차 부품 생산, 건설공사 현장), 사내표준(예)제품 표준, 구매 표준, 작업 표준, 시험 표준) 등에서 교정, 점검 등을 통한 측정기관리를 요구하고 있다.

<국제표준에서의 측정기관리 요구 사례>

- ① IATF 16949:2016 자동차 부품 업계에 대한 국제표준에서의 측정기의 교정요구사항
- ② ISO 9001: 2015 (품질경영시스템), 7.1.5.2항 (측정장비에 대한 품질보증요구사항)
- ③ ISO 10012:2003 요구사항, 6.3.1항 (측정장비에 대한 품질보증요구사항)
- ④ ISO 14001: 2015(환경경영 시스템), 9.1.1항 (측정장비에 대한 품질보증요구사항)

다음은 법령에서의 요구인데 국내 모든 정부 부처를 대상으로 측정기와 관련된 법·제도 현황을 조사한 결과, [계량에 관한 법률]의 주무부처인 산업통상자원부를 포함하여 총 14개 부처(9부 1처 4청)에서 총 33종의 법규(31개 법, 2개 행정규칙)를 통해 관리대상 측정기기를 정하여 관리하고 있는 것으로 조사되었다.

¹⁾ 국가측정표준이란 산업 및 과학기술 분야에서 물상 상태의 양에 대해 그 측정단위 또는 측정량의 값을 경의 현상 보존·재현하기 위한 기준으로 사용하는 물리측도 측정기표준물질 측정방법 또는 측정시스템을 말한다.

〈그림〉 국내 부처별 운용 법규 현황

 산업통상자원부 국가기술표준원 계량측정제도과 (계량에 관한 법률) 국가기술표준원 전기통신제품안전과 (전기용품 및 생활용품 안전관리법) 국가기술표준원 생활제품안전과 (어린이제품 안전특별법) 가스산업과 (도시가스사업법) 에너지안전과 (고압가스안전관리법) 석유산업과 (석유 및 석유제품 연료사업법) 6	 국토교통부 공간정보계도과 (공간정보관리법) 자동차운행보험과 (자동차관리법) 철도안전정책과 (철도안전법) 시설안전과 (시설물안전법) 건설산업과 (건설기계관리법) 항공안전정책과 (항공안전법) 도시교통과 (주차장법) 건설안전과 (건설기술진흥법) 교통안전복지과 (교통안전법) 9	 환경부 환경연구개발과 (환경시행검사업) 1	 보건복지부 의료지원정책과 (진단용 방사선 발생장치의 안전관리에 관한 규칙) 1	 해양수산부 해양환경정책과 (해양환경관리법) 1	 행정안전부 지진방재과 (지진대책법) 재난경감과 (금정사지법) 2	 과학기술정보통신부 원자력연구개발과 (비파괴검사법) 과학기술안전기반팀 (연구실안전법) 2	 농림축산식품부 축산환경지원과 (사육관리법) 1
	 고용노동부 산재예방정책과, 산업안전과 (산업안전보건법) 1	 식품의약품안전처 의료기기정책과 (의료기기법, 제외진단의료기기법) 경사제도와 (식품의약품경사법) 농수산물안전과 (농수산물품질법) 3	 기상청 재충전협력과 (기상관측표준화법) 지진화산정책과 (지진관측법) 1	 농촌진흥청 농자재산업과 (농약관리법) 1	 경찰청 생활질서과 (총포화약법) 1	 소방청 화재예방과, 소방산업과 (소방시설법) 소방산업과 (소방용품 품질관리규칙) 2	

〈참고〉 국가계량측정제도의 분석 및 정책방향 수립연구(2020, 고려대학교 세종산학협력단)

우수한 국가측정역량의 산업계 보급·확산이 필요하다

기업입장에서는 앞에서 언급한 다양한 요구(고객, 조직, 법규)에 대응하기 위해서는 기업의 측정역량 확보가 요구되는데 문제 해결을 기업 스스로 하라하기에는 무리가 있어 정부지원이 필요하다. 특히 중소기업의 경우, 자체역량을 통한 디지털 전환이 어려운데 전환이 지연될 경우 산업생태계 전체의 병목요인으로 작용할 수 있다. 따라서 현 상황에서 우수한 국가측정역량을 체계적으로 산업계에 보급·확산하기 위한 지원²⁾이 그 어느 때보다 중요해지고 있다.

측정관리 중심 관리체계로의 확대가 필요하다

측정관리 중심 관리체계로 확대한다는 것은 수단이 아닌 목적

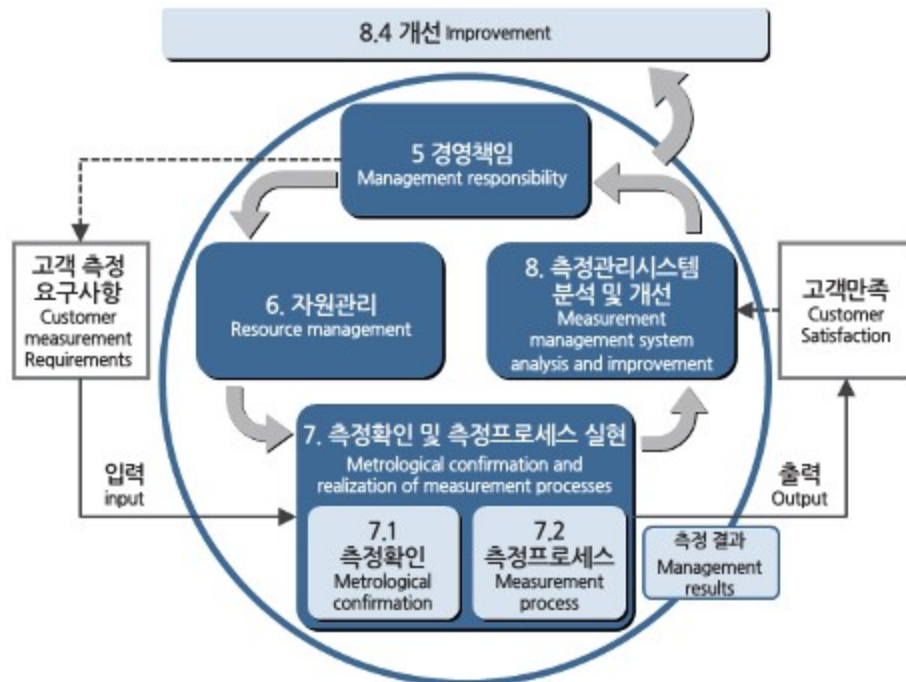
에 집중한다는 것이다. 예를 들어, 구멍을 뚫는다는 목적을 달성하기 위해 주로 사용되는 전동드릴은 단지 수단일 뿐이며 전동드릴 이외에도 주어진 여건에 따라 다종다양한 도구들이 존재할 수 있는 것이고, 또한 측정관리 중심 관리체계로의 확대를 한다는 것은 측정기기를 공급하는 공급자 관점이 아닌 측정기기를 사용하는 사용자 관점에 초점을 맞춘다는 것을 의미하며 이를 위해서는 사용자 관점의 측정관리체계를 추가하여 관리되도록 하는 것이 요구된다.

측정관리 중심 관리체계와 ISO 10012

측정기기 관리 중심의 체계에서 측정관리 중심 관리체계로의 전환 시 적용하는 시스템 기반 접근 방법론 프레임워크는 다음과 같은 ISO 10012: 2003 측정관리시스템 모델이 될 수 있다.

2) 측정전문인력 양성, 측정기의 관리·사용 및 측정결과 활용 관련 기준개발, 측정기술 및 장치시스템 개발을 위한 지원 등

〈그림〉 ISO 10012:2003 측정관리시스템 모델



ISO 10012를 알아보자

ISO 10012:2003(ISO Q ISO 10012:2004)은 측정관리시스템의 요구사항을 규정한 국제표준이며, 측정프로세스 및 측정기기의 측정확인 측정 확인³⁾관리에 관한 요구사항에 대해 규정하고 그것을 위한 지침을 나타낸 것으로 부정확한 측정에 따른 리스크를 피하고 품질을 개선 하는 것을 주목적으로 한다.

ISO 10012:2003의 제정 과정

1950년대 미군의 조달물자에 대한 품질문제는 1959년 미군의 품질관리 요구사항을 거쳐 MIL-Q-9858 품질보증 공통사양서의 부속 표준 제정으로 이어졌다. 이것이 교정시스템 요구사항인 <MIL-C-45662>이다. 이는 측정소급성 중심의 측정기기에 관한 전문 표준으로 그 유효성을 인정받았으며, 산업계에서는 <ANSI/NCSL Z540-1994>로 발전했다. 한편 유럽에서는 NATO(북대평양조약기구)에 의해 MIL-Q-9858 기반의 각국의 표준이 제정됐으며, 이러한 상황에서 측정에 한정된 표준인 <ISO 10012-1:1992 [측정기기 품질보증 요구사항—제1부: 측정기기의 측정확인시스템]>, <ISO 10012-2:1997 [측정기기 품질보증 요구사항—제2부: 측정프로세스 관리지침]>이 제정됐다. 이후 2003년 두 표준이 통합되어 <ISO 10012:2003 측정관리시스템—측정프로세스 및 측정기기에 관한 요구사항>으로서 제정됐다.

3) 측정확인: 측정기기가 본래의 사용목적에 적합한지를 확인하기 위해 필요한 일련의 작업



측정관리시스템 보급·확산을 통한 산업체 측정역량 강화 지원

그간 협회에서는 산업체 측정역량 강화를 위해 지침서, 라플릿, 동영상, 포스터 등 다양한 홍보물을 통해 측정관리의 중요성을 알리고 있다. 다만 홍보만으로는 산업체 측정역량 강화를 위한 직접적 지원에는 한계가 있어 금년부터 정부지원사업(표준기술력향상사업)을 통해 선진 측정관리시스템(ISO 10012)을 산업체에 보급할 계획이다. 지원사업 과제명은 “산업측정 역량강화를 위한 ISO 10012 기반 측정관리시스템 구축운영 기반조성”으로 세부적으로 살펴보면 다음과 같다.

최종목표는 측정관리에 특화된 경영시스템 표준인 ISO 10012를 산업체에 보급하여 고객니즈 반영 및 리스크 관리를 통한 품질문제의 미연방지와 제품의 품질관리 지원 및 측정프로세스 단계별 측정불확도 적용을 통한 제품/서비스 품질목표 달성이다.

- 1차년도에는 국내 주요 업종별 측정관리 실태 및 기술지원 수요를 파악하고
- 2차년도에는 산업분야별 ‘측정불확도 적용 가이드’ 5종 등 기술기준을 개발하며
- 3차년도에는 시범사업을 통한 ISO 10012 기반 측정관리시스템 구축 및 운영을 지원한다.

정부의 제도적 지원이 필요하다

다만, 산업측정 역량강화를 실현하기 위해서는 협회의 노력만으로는 한계가 있어 정부의 제도적 뒷받침이 요구되며 향후 중장기적 관점에서 법·제도 개선을 통해 고민해야 할 사항을 다음과 같이 제시해본다.

적격성을 갖춘 측정전문인력 육성 필요

측정의존도가 높은 산업 및 기술 분야의 측정데이터 신뢰성 보장을 위해서는 적격성 기반의 역량을 갖춘 전문인력이 필요한데, 산업체 자체적으로 역량확보를 요구하기는 어려운 상황으로 특정교육기관지정 등 측정관련 전문인력 양성을 위한 정부지원이 요구된다.

이를 위해 ①산업측정 종사자의 역량강화 및 전문인력의 체계적 양성을 위한 교육훈련 시책 수립·추진 관련 규정 신설과 ②적절한 시설과 인력을 갖춘 전문인력 양성기관 지정을 위한 기준 및 필요경비를 지원할 수 있는 근거 마련 및 ③적격성 판정이 요구되는 전문인력에 대해 산업부장관이 실시하는 교육·훈련을 받을 수 있도록 하는 권고조항이 마련이 필요하다.

신수요 측정기기의 검증을 위한 측정기준 개발·보급 필요
 첨단 측정기기 및 센서 등 신수요 측정장비의 제품 품질 및 사용자 안전성 보장 등을 위해서는 검증(교정, 성능평가 등)이 필수인데, 중소기업 등 산업계 자체역량으로 유효성을 확보한 검증결과를 개발하여 적용하기는 한계가 있어 이에 대한 지원이 필요하다.

이를 위해 검증에 필요한 ①측정기준을 개발·보급하기 위한 연구기관 지정 및 지원을 위한 근거 마련과 ②산업측정분야의 측정기준 개발·보급 범위를 교정뿐만 아니라 성능평가 등이 포함 되도록 대상품목의 확대 적용이 필요하다.

<대상품목 선정 (예시)>

❶ (생활체감형 측정기기) 가정용, 건강·안전관리용 등 국민생활에 밀접한 측정기기

- * 이산화탄소 측정기 (가정, 헬스장, 차량, 산업현장, 농장·하우스) 실내 공기 상태 모니터링 용도
- * 조리용 온도계 (음식, 튀김, 고기 등) 온도 측정을 위해 가정 및 업소에서 사용
- * 염도계 (염분·염도 측정기) 나트륨 섭취량 관리를 위해 가정 및 업소에서 사용

❷ (관리사각지대 측정기기) 관리하는 부처가 없거나 명확하지 않은 측정기기

- * 일산화탄소 측정기(경보기 제외) CO 중독사고 예방을 위해 주택, 캠핑장 등의 장소에 사용
- * 거리 측정기 (건설용을 제외한 레이저/GPS 방식 측정기) 골프, 산업용(창고/적재관리), 관측용 등
- * 음주 측정기 (알콜농도 측정기) 휴대용 및 업소용으로 판매 증가
 [2019년 6월 25일 운창호법 시행]

측정연관성이 높은 업종 우선으로 측정관리시스템 확산·보급 필요

기업 입장에서 보다 높은 수준의 제품 적합성 검증을 위해서는 부정확한 측정의 리스크를 줄이고 고객 니즈 등을 반영할 수 있는 시스템 적용이 필요하다. 먼저, 측정연관성이 높은 업종을 우선으로 기술요구사항을 구체화한 기술 중점의 측정관리시스템(ISO 10012)을 보급하기 위한 체계마련이 필요하며, 측정단계별(설계·시험·검사 등) 측정불확도의 적극적인 활용으로 측정데이터 품질 확보와 함께, 측정 목적에 맞는 최적의 측정관리의 실현이 필요하다.

이를 위해 ①환경, 에너지 등 측정연관성이 높은 산업체의 측정역량 강화를 위한 측정관리시스템 보급 관련 규정 신설, ②우선 지원 산업체 선정 및 기술지도, 연수 등의 시범사업을 수행하기 위한 기관 지정 및 필요예산을 지원할 수 있는 근거 마련과 ③ 측정관리시스템 구축·운영 기업에 대한 인·지정 관련 검토 요구사항 등의 우대·면제조항 마련이 요구된다.

맺음말

정부가 추진하는 디지털경제로의 성공적 전환은 물론이거니와 코로나19 대유행 및 첨단기기 사용자 안전요구 강화 등 변화하는 환경에 대응하기 위해서는 우수한 국가측정역량을 체계적으로 산업계에 보급·확산하기 위한 지원이 그 어느 때보다 중요해지고 있다.

이에, 협회에서는 지속적으로 산업측정 역량강화를 위한 지원 방안을 고민할 것이다. 더불어 정부의 법·제도 개선 추진도 기대해본다. **JK**

질량표준 이야기

- 킬로그램 재정의와 질량표준 소급성에 대하여 -

글 | 정진완 한국표준과학연구원

이전 호에서는 킬로그램 정의의 역사, 국제 킬로그램 원기의 제작, 국내 국가 킬로그램 원기의 도입 및 교정 등에 관한 내용을 소개하였다. 이번 호에는 킬로그램 재정의와 앞으로의 질량표준 보급에 관해서 기술하고자 한다.

1. (구)킬로그램 정의 문제점

질량표준은 1791년 물리적 상수(물의 밀도)를 기반으로 한 개념에서 시작하여 1799년 특정 가공물의 질량(기록보관소의 킬로그램, The kilogram of the archives, KA)으로 정의되었으며, 1889년에 국제 킬로그램 원기(International Prototype of the Kilogram, IPK)의 질량에 기반한 킬로그램으로 재정의 되었다. KA는 처음에는 용해점에서 증류수의 1 dm³ 질량으로 정의되었으며, 1799년 6월 프랑스 국립기록보관소로 이관된 이후부터는 기록보관소의 킬로그램으로 알려진 백금 원통으로 구체화되었다. 또한 1795년까지는 물의 기준 조건이 증류수 대기압(약 4 °C)이었으나 이후에는 최대 밀도의 온도로 변경되었다. 1799년 12월 KA가 승인되었을 때, 킬로그램의 새로운 질량 단위(당시 '무게')는 KA의 질량으로 정의되었으며, 다만 최종 보고서에 KA가 손실될 경우를 대비하여 m(KA)의 질량과 특정 조건의 1 dm³ 물 질량의 관계를 통해 KA의 질량을 회복할 수 있다고 명시하였다.

IPK는 1889년에 질량의 킬로그램을 정의하는 가공물로 승인되었다. 정의의 표현은 1901년에 수정되었고, 약 100년 후 간단한 *mise en pratique* ('실용적 실현'을 뜻하는 프랑스어 용어)가 추가되었지만 그 이후로 수정되지는 않았다. IPK는 국제도량형위원회(CIPM)의 감독 하에 보조 국제 킬로그램 원기(Official Copies) 6개와 함께 국제도량형사무국(BIPM)에 보관되어 있다.

그림 1에서 보는 바와 같이 1889년 이후로 100여년 동안 보조 국제 킬로그램 원기들과 IPK 사이의 질량 차이는 평균적으로 약 50 µg 증감하였음을 알 수 있다. 국가원기들의 정기 검정은 1992년 IPK의 마지막 사용 이후 BIPM에서 유지된 질량 단위가 예상보다 훨씬 더 많이 IPK로부터 멀어진 것을 보여주었다. 따라서 킬로그램 원기를 기반으로 한 정의의 경우, 수 세기에 걸쳐 물리적 상수의 질량 또는 다른 가공물과 관련되어 정의되는 가공물의 질량 안정성에 많은 의문이 제기되어 왔다. 과학과 기술은 2세기 이상 동안 꾸준히 발전하여 왔으며 각 시대마다 공통적인 관심사가 존재하였는데 이는 이용 가능한 최상의 질량비교기의 정밀도를 이용하고자 하는 욕구와 현존 정의와 새로운 정의 사이의 연속성 확립 등이었으며 일부 자연 현상의 관점에서 kg을 정의하는 목표도 포함된다.

킬로그램 재정의에 대한 오랜 숙원은 IPK가 가공물에 의해 정의된 마지막 SI 기본 단위였기 때문이다. 그러한 정의의 결과가 만약 누적된 오염 또는 기계적 마모에 의해 돌이킬 수 없을 정도로 변경된다면 그럼에도 불구하고 질량은 정확히 1 kg과 동일할 것이다. 따라서 IPK는 오염과 마모로부터 보호해야 하기 때문에 일상적으로 사용할 수 없었다. IPK 사용 간격은 최대 50년으로 BIPM에서 사용되는 작업용 원기의 질량 단위에 대한 소급성을 유지하기가 어려웠다. 가공물 기반 정의의 결과, SI 킬로그램에 대한 소급성은 궁극적으로 BIPM에 있는 IPK로써만 유지될 수밖에 없다.

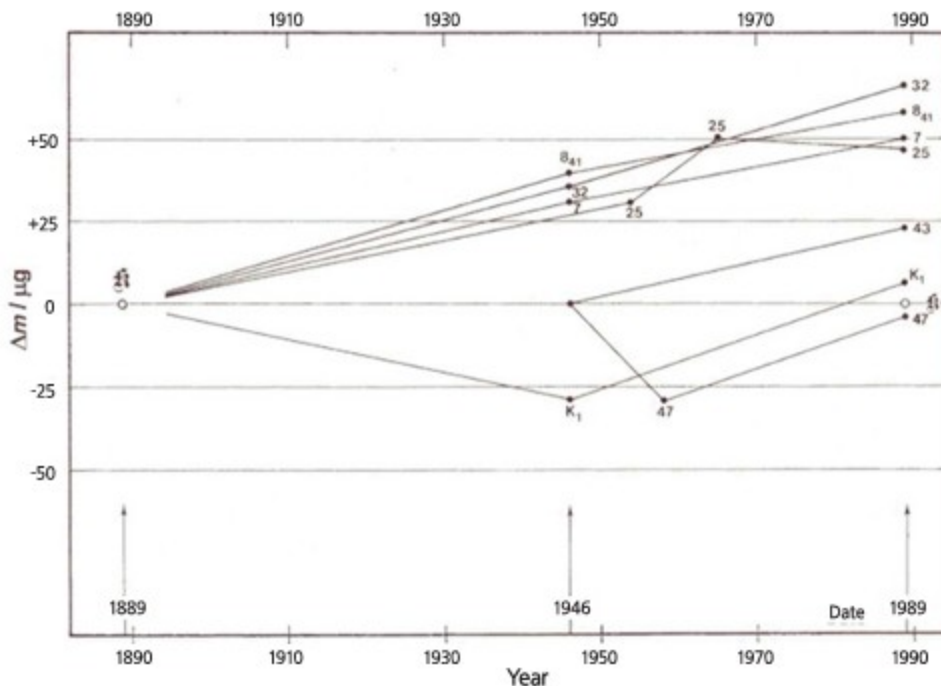


그림 1. 국제킬로그램원기의 장기 안정성

가공물 기반 정의의 추가적인 한계는 훨씬 낮은 질량 값에 대한 표준이 각각 불확도의 원인이 되는 배분법(sub-division chain)을 통해 킬로그램과 연결되어야 한다는 것이었다.

2. 키블 저울(Kibble Balance, KB)

KB는 영국 국립물리연구소(National Physical Laboratory, NPL)의 Dr. Bryan Kibble이 1975년에 자기회전비(gyromagnetic ratio)를 측정하기 위해 제안했고 이후에는 물체의 무게를 전류와 전압을 통해 정확하게 측정하기 위한 전자기계 장치로 사용되고 있으며 자세한 내용은 그림 2에서 보여주고 있다. 그림 3의 원리도에서 보듯이 KB는 전기적 에너지와 기계적 에너지를 비교하는 저울로서 처음에는 전기적 힘의 단위인 와트(Watt)를 따라 와트저울(Watt Balance, WB)로 불리다가 2016년 Kibble 박사 사망 후 창안자인 그를 기리기 위해 장치의 이름을 KB로 부르게 되었다. 원리도의 관계식으로부터 플랑크 상수(h)를 고정하면 질량값을 구할 수 있어 킬로그램 재정의 실현을 위한 최상위 장치로 활용되고 있으며 물리상수 및 단위와의 연관성은 식 (1)과 같다.

$$\{m g v\}_{S_1} I \{U^2 / Z\}_{90} / \{K_{J-90}^2 R_{K-90}\} = \frac{h}{4} \quad (1)$$

여기서 m : 질량, g : 지역 중력가속도, v : 속도, I : 전류, U : 전압, Z : 저항이고 K_{J-90}^2 : 조셉슨 상수, R_{K-90} : 폰 클리칭 상수, h : 플랑크 상수이다.

그림 4는 미국 국립표준기술연구소(NIST)에서 개발한 KB인데 현재 세계 최고수준의 결과를 보여주고 있다. 그림 5는 한국표준과학연구원(KRISS)에서 개발하고 있는 KB를 보여주고 있다.



그림 2. 영국 국립물리연구소(NPL)에서 최초로 개발된 키블 저울. 현재 캐나다 국립연구회(NRC) 설치 운용

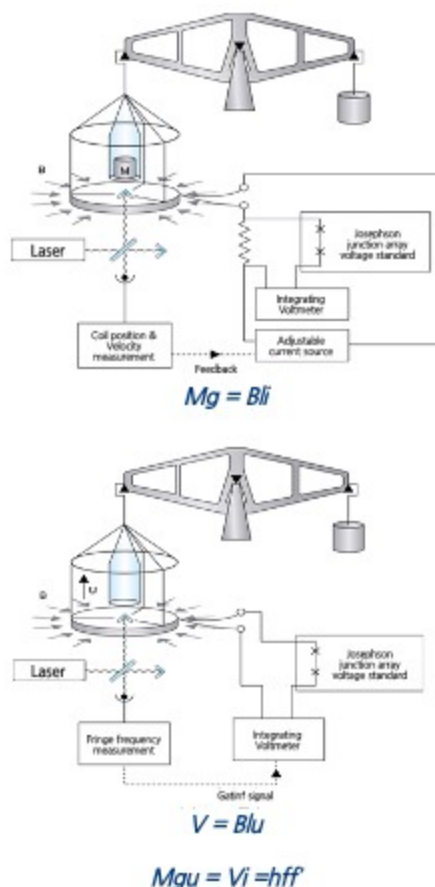


그림 3. NPL 키블 저울 원리도



그림 4. 미국 국립표준기술연구소(NIST) 키블 저울

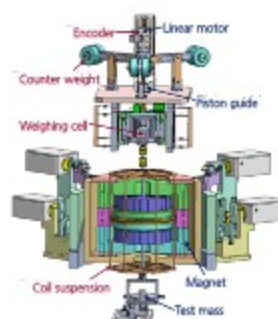
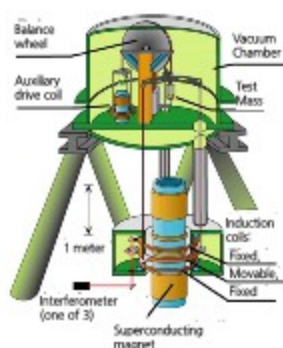


그림 5. 한국표준과학연구원(KRISS) 키블 저울

3. X-Ray Crystal Density(XCRD)

XCRD는 독일 연방물리기술청(Physikalisch-Technische Bundesanstalt, PTB)을 중심으로 결성된 국제 아보가드로 협력체(International Avogadro Coordination, IAC)가 고순도로 성장시킨 실리콘 구의 부피, 물질량, 격자 상수 등을 측정하고 아보가드로 상수(N_A)를 이용하여 킬로그램을 실현하는 방법이다. 이 방법은 장치가 복잡하고 많은 예산과 인력이

투입되어야 해서 단일 국가측정표준연구소가 수행하기가 어려워 IAC를 만들어 운영하고 있고 독일, 일본이 주요 참여 연구소이다. 그림 6의 관계식으로부터 아보가드로 상수 N_A 를 고정하면 질량값을 구할 수 있어 킬로그램 재정의 실현을 위한 또 하나의 최상위 장치로 활용되고 있다. 물리상수 및 단위와의 연관성은 식 (2)와 같다.

$$N_A = \frac{8 V M_{mol}}{m a^3} \quad (2)$$

여기서 N_A : 아보가드로 상수, V : 부피, M_{mol} : 물질량, m : 질량, a : 격자 상수이다.

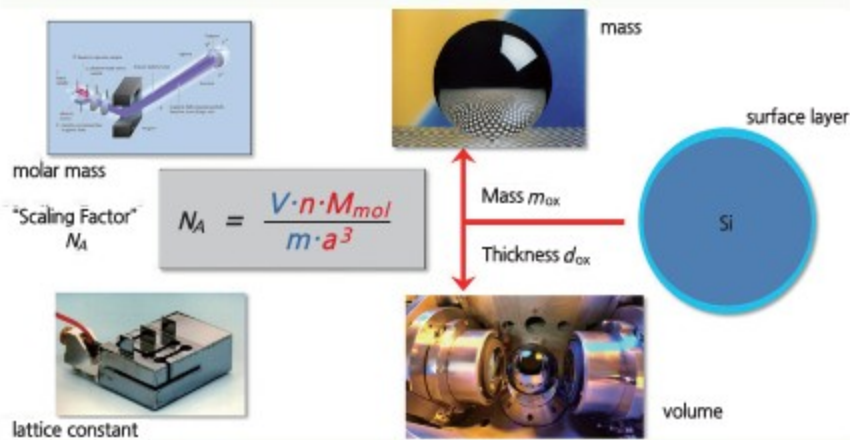


그림 6. 독일 물리기술연방청(PTB) X-Ray Crystal Density(XRCD) 방법

4. 킬로그램 신정의

플랑크 상수의 고정 값에 기초한 킬로그램의 새로운 정의는 2018년 제26차 국제도량형 총회에서 회원국 만장일치로 통과되었으며 6개월간의 유예기간을 지나 2019년 5월 20일 세계측정의 날을 기하여 시행되었다. 국제적으로 질량의 단위를 실현하기에 충분히 정확한 정의를 통해 킬로그램을 실현할 수 있는 두 가지 기술 즉 KB 또는 줄 저울과 XRCD 방법이 입증되었기 때문에 원칙적으로 모든 국가측정표준연구소(NMI)는 킬로그램을 실현할 수 있게 되었다. 플랑크 상수의 최종 값은 2017년에 기본 상수에 대한 CODATA 태스크 그룹의 특별한 기본 상수 조정에 의해 결정되었다. h 의 고정값에 기반하여 재정의된 킬로그램 정의의 영어 원문과 한글 번역문은 아래와 같다.

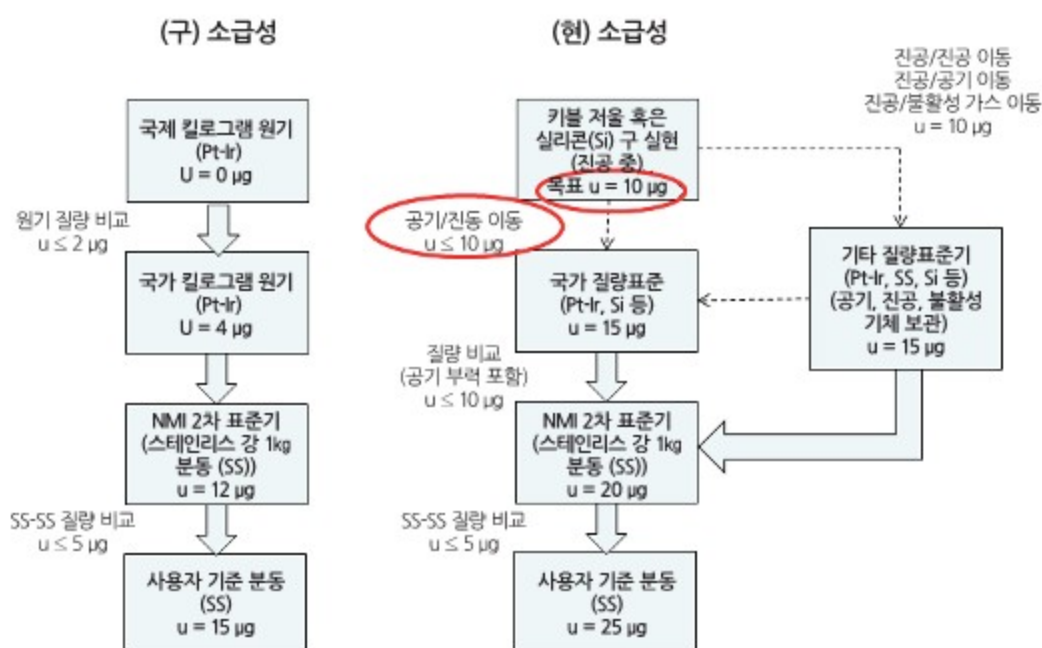
The kilogram, symbol kg, is the SI unit of mass. It is defined by taking the fixed numerical value of the Planck constant h to be $6.626\,070\,15 \times 10^{-34}$ when expressed in the unit J s, which is equal to $\text{kg m}^2 \text{s}^{-1}$, where the metre and the second are defined in terms of c and $\Delta\nu_{\text{Cs}}$.

킬로그램(기호: kg)은 질량의 단위이다. 킬로그램은 플랑크 상수 h 를 J s 단위로 나타낼 때 그 수치를 $6.626\,070\,15 \times 10^{-34}$ 으로 고정함으로써 정의된다. 여기서 J s는 $\text{kg m}^2 \text{s}^{-1}$ 과 같고, 미터 (기호: m)와 초 (기호: s)는 c 와 $\Delta\nu_{\text{Cs}}$ 를 통하여 정의된다.

여기서 진공에서의 빛의 속력, $c=299\,792\,458 \text{ m/s}$, 세슘-133 원자의 섭동이 없는 바닥상태의 초미세 전이 주파수, $\Delta\nu_{\text{Cs}}=9\,192\,631\,770 \text{ Hz}$ 이다.

5. 새로운 질량표준 소급성 체계

그림 7은 질량표준에 있어서 舊(구) 소급성 체계와 現(현) 소급성 체계에서의 불확도 관계를 보여주고 있는데 (구) 소급성의 경우 최상위 질량표준이 IPK로 정의되어 있기 때문에 불확도가 0이지만 (현) 소급성은 최상위 실현 방법인 KB 혹은 XRCD로부터 정의되기 때문에 측정 불확도가 $10\ \mu\text{g}$ 이다. 소급성 체계의 중간과정은 크게 다르지 않지만 (구) 소급성의 경우 모든 질량비교 측정이 공기 중에서 이루어지는 반면에 (현) 소급성의 경우 최상위 실현 방법의 질량 측정이 진공 중에서 이루어지기 때문에 진공 중에서 공기 중으로 이동하여 측정할 때 나타나는 특성을 반드시 고려하여야 한다.



NMI(National Metrology Institute): 국가측정표준연구소

그림 7. 구, 현재 질량표준 소급성 체계와 불확도 비교

현재 최상의 킬로그램 저울은 1 kg에서 $10\ \mu\text{g} \sim 20\ \mu\text{g}$ 에 해당하는 $(1 \sim 2) \times 10^{-8}$ 의 상대 표준 불확도를 달성하고 있다. 이는 IPK로 직접 소급성을 갖는 현재 질량 측정의 불확도 보다 크지만 최고로 요구되는 질량측정이 1 kg에서 $20\ \mu\text{g}$ 의 표준불확도면 충분하기 때문에 적용하는데 무리가 없다.

최상위 방법으로 교정된 질량 표준은 최상위 질량 표준이 된다. 킬로그램이 플랑크 상수의 관점에서 정의된 후에는 플랑크 상수로 소급 가능한 질량 값을 도출할 수 있는 모든 방법이 최상위 방법이 될 가능성이 있으며 향후 새로운 실용적인 실현 방법(*mise en pratique*)을 사용할 수 있게 되면 확장될 수 있다.

현재, 요구되는 불확도와 함께 새로운 정의에 따라 킬로그램을 실현할 수 있다는 것이 KB 및 XRCD 방법에 의해 입증되었다.

새로운 정의는 어떤 질량 값의 최상위 질량 표준을 직접 실현할 수 있는 가능성을 열어준다. 이는 1 kg보다 훨씬 작은 질량에 특히 유용할 수 있으며 밀리그램 범위의 질량에서의 현재 불확도는 1 kg 표준에서 배분법을 이용하여 교정되기 때문에 상대적으로 클 수밖에 없으며 새로운 정의가 그러한 질량의 직접적인 결정을 쉽게 할 것이다.

새 정의는 원칙적으로 모든 NMI가 킬로그램(kg)을 실현하기 위한 자체적인 최상위 방법을 개발할 수 있도록 허용하지만, 당분간은 최상위 방법의 실험은 복잡하고 상당한 자원을 필요로 하기 때문에 제정의 이후 그러한 실험을 개발하고 유지하고자 하는 NMI의 수를 제한할 가능성이 있다.

최근 발간되는 자료에 의하면 킬블 저울에 대한 개발이 계속 진행되고 있다. 새로운 킬블 저울 설계의 목표는 제작 및 운용을 용이하게 하거나, 낮은 불확도를 달성하거나 또는 다양한 질량 값에 대한 질량 교정을 위해 직접적이고 일상적으로 사용하기 위한 것일 수 있다.

그러나 XRCD 방법의 경우는 상황이 다소 다르다. XRCD 방법의 적용은 조심스럽게 특징지어지는 최상위 질량 표준기 즉 등방성으로 성장시킨 ^{28}Si 구를 만든다. 그러한 구는 진공 상태에서 질량 비교기에 직접 사용될 수 있다. 그러나 이러한 표준기를 얻기 위해 요구되는 높은 비용과 많은 작업량이 정기적인 사용에 따른 위험을 노출시키는 것은 비실용적이다. 킬블 저울에 대해 가장 가능성이 높은 접근방식은 그러한 구가 특성화된 후 바로 자체 작업용 표준기 양상불을 교정하는 데 사용되며, 그 후 보급에 사용되는 것이다. XRCD 방법, 특히 이 방법을 수행하는 데 필요한 다양한 실험의 개선도 기대할 수 있다.

가장 작은 불확도에 도달하기 위해 킬블 저울과 XRCD 실험 모두 진공 상태에서 작동하므로 두 실험에 사용되는 최상위 질량 표준기의 질량은 진공 중 값이다. 최고 측정 수준 이하의 질량 측정은 공기 중에서 유지되고 사용되는 질량 표준기에 계속 의존하기 때문에 진공에서 공기 중으로 질량 표준기를 전달하기 위해 세심하게 최적화된 방법이 필요할 것이다. 진공에서 공기 중으로 이동하는 Pt-Ir 원기의 질량 변화에 대한 불확도는 몇 마이크로그램 수준이다. 그러나 진공에서 공기 중으로 반복적으로 이동된 표준기의 질량이 처음 몇 번의 공기 중에서 진공으로 반복하는 동안 크게 증가할 수 있다는 것이 관찰되었다.

제정의 후, kg의 실현은 실현 장비(킬블 저울 또는 XRCD 실험)를 갖춘 NMI에 의해 수행될 수 있다. 실제로 이러한 실험의 동등성은 국제비교를 통해 입증될 필요가 있다. 실현 실험이 없는 NMI는 명시된 불확도 수준 내에서 동등성을 입증한 킬블 저울 또는 XRCD 실험을 운영하는 NMI에서 소급성을 받을 수 있다. 실제로, 이러한 실험의 복잡한 특성 때문에, 소급성은 일반적으로 실현 실험이 가능한 NMI들의 최상위 가공물 질량 표준기가 될 것이다(즉, NMI의 자체 질량 표준기 양상불).

또한 NMI들은 BIPM에서 소급성을 계속 받을 수도 있다. BIPM 기준 질량 표준기의 양상불(Ensemble of Reference Mass Standards, ERMS)과 Pt-Ir 작업용 표준기 세트는 새로운 실현 실험을 비교하고 킬로그램의 유지 및 보급 수단을 제공하기 위한 기준을 제공할 것이다.

6. 맺음말

킬로그램의 제정의 원칙적으로 어떤 NMI든 킬로그램을 실현할 수 있게 할 것이다. 이는 근본적으로 새로운 상황이다. 왜냐하면 과거 모든 질량표준은 궁극적으로 BIPM에 보관된 IPK로만 소급받을 수 있었기 때문이다. 과거에는 국가 킬로그램 원기를 보유하고 있으면 모든 NMI가 동일하게 IPK로부터 소급성을 받을 수 있었지만 이제는 킬로그램을 실현할 수 있는 최상위 방법 즉 KB 혹은 XRCD 장치를 보유하지 못하면 이미 이것들을 갖추고 있는 NMI로부터 소급성을 받아야 한다. 그렇게 되면 국가 질량표준에 대한 자체 소급성을 갖추지 못하고 선진 NMI의 기술 속국이 될 수 있다. 이에 따라 KRISS도 여러 상황을 고려하여 늦었지만 2012년부터 KB 개발을 시작하였고 현재 세계적 수준은 아니지만 핵심측정 국제비교에 참여한 바 있으며 현재는 KRISS 2세대 KB를 설계하고 있다. 빠른 기간 내에 원하는 목표를 달성하여 KRISS KB에 의한 국가 질량표준이 확립되기를 기대한다. **IK**

가을과 초콜릿

글! 박용기 한국표준과학연구원 명예연구원, 과학칼럼니스트

가을은 참 아름다운 계절이다. 푸른 하늘과 단풍, 그리고 가을꽃이 어우러진 숲 속은 더욱 그렇다. 무더위가 한창인 여름 숲에서는 꽃과 나무들도 지쳐 있는지 꽃을 찾아보기 어렵지만, 날씨가 서늘해지면서 산과 들에는 가을꽃들이 피어나기 시작한다. 대표적인 가을꽃으로는 코스모스와 함께 구절초와 썩부쟁이, 그리고 참취개미취별개미취 등의 취꽃 가족과 노란 산국 등이 있다.

하지만 가을은 꽃보다 단풍의 계절이다. 가을에 아름다운 단풍을 보여주는 나무로는 뭐니 뭐니 해도 단풍나무가 꼽을 수 있지만 느티나무와 복자기나무, 벚나무, 서어나무도 아름다운 가을빛을 선사한다.

가을 단풍의 심리학

“그런데 우리는 왜 가을의 모습들을 보고 아름다움을 느끼는 것일까?”

몇 년 전 페이스북에서 만나는 신부님께서 던진 질문이다. 그는 가을의 아름다움 속에 들어있는 공통적인 코드를 ‘죽음’이라고 말한다. 모든 생명체에는 난 곳으로 돌아가려는 성향이 입력되어 있어 다시 고향으로 돌아가고 있는 가을 잎을 보면서 우리에게도 회귀 본능이 강해지는 계절이 되기 때문일지도 모른다는 이야기이다. 늙어감과 죽음을 생각하면서 성숙해 지기를 권면하는 내용이었다. “잘 죽기 위해서는 잘 살아야 한다”는 그의 결론 부분에서는 숙연한 마음이 되었다. 그래서 가을은 슬픈 아름다움을 지닌 계절이라는 생각이 든다.

가을은 급격한 변화를 동반하는 계절이다. 무덥던 날씨가 갑자기 서늘해지고, 녹색의 나뭇잎들은 붉고 노랗게 변하며, 낮의 길이는 하루가 다르게 짧아진다. 이러한 변화는 우리들로 하여금 삶에 대해 많은 생각을 하도록 한다. 미국의 심리학자인 브룬트(Jason Brunt)에 의하면, 가을의 단풍잎 같은 시각적인 대조는 유아기부터 우리의 관심을 사로잡는 요인의 하나라고 한다. 아름다운 가을 잎과 같은 강한 시각적 대비와 밝기는 기분 좋은 흥분으로 인식된다고 한다.

여기에 시간적 대비도 빠르게 진행된다. 봄부터 여름까지는 초록의 세상이 이어지지만 가을이 되면 갑자기 가을 색으로 변하기 시작하고 얼마 지나지 않아 나무는 온통 붉게 타오르게 된다. 그리고 낙엽이지기 시작하면 오래지 않아 가을 잎은 낙엽이 되고 만다. 이렇게 다른 계절에 비해 빠른 가을의 변화를 우리의 뇌는 자극 신호로 해석한다고 한다. 자극 신호에 맞닥뜨리게 되면, 우리는 그 신호를 의미 있는 신호로 인지하게 된다. 더욱이 그러한 자극이 일정한 간격으로 오고 가면 우리는 훨씬 더 큰 의미를 부여하게 되는 경향이 있다고 한다. 바로 매년 같은 시기에 맞이하는 가을의 단풍이 그런 신호가 된다는 것이다. 이것이 가을이면 생각이 많아지는 이유다.





가을에 느끼는 우울함

가을부터 시작되는 '계절성 정서 장애'라는 마음의 병이 있다. 영어로는 seasonal affective disorder라고 하며 줄여서 SAD라고 부르는데, 이 말(sad)이 영어로 "슬프다"는 뜻이니 가을에 느끼게 되는 쓸쓸하고 우울한 감정을 참 잘 나타냈다는 생각이 든다. 가을이 되면 누구나 조금은 쓸쓸한 감정과 우울해지는 경향이 있지만 그 정도가 심한 사람들을 가리키는 병명이라고 할 수 있다.

그런데 SAD는 대체적으로 가을철이 되면서 낮의 길이가 짧아지는 북회귀선 이북과 남회귀선 이남의 지역에 사는 사람들이 겪는 경우가 많다고 한다. 세계 지도를 들여다보면 우리나라를 포함한 동북아시아, 유럽, 북미 등이 여기에 속하며, 동남아시아, 대부분의 아프리카 지역 및 중남미의 많은 나라 등은 이 지역에 해당하지 않는다.

SAD의 원인은 아직 명확히 밝혀지지는 않았으나 몇 가지의 가설이 존재한다. 첫 번째는 햇빛의 영향이다. 우리 망막이 빛을 받으면 신호가 뇌의 시상하부라는 곳으로 가게 되는데, 그곳에서는 수면·식욕·체온·기분 등을 조절하게 된다. 해가 짧아져 하루 일조량이 적어지면 이러한 활동이 둔화되어 SAD가 나타날 수가 있다는 가설이다.

두 번째는 세로토닌이라는 뇌신경전달물질의 영향이다. 가을과 겨울철에는 행복감을 느끼게 하는 세로토닌의 양이 줄어들어 우울한 기분이 된다는 설명이다. 이와 함께 비타민 D와의 연관성에 대한 연구결과도 있다. 2018년 Genes & Nutrition 저널에 발표된 연구 결과에 따르면, 일부 사람들에게서 우울증의 시작을 설명할 수 있는 비타민 D와 세로토닌 사이의 연관성이 발견되었다. 우리 몸은 햇빛에 노출되면 비타민 D를 생산한다. 가을이 되면서 낮의 길이가 짧아지면 체내에서 비타민 D의 합성이 적어지게 되어 SAD에 영향을 줄 수도 있다는 말이다.

그 밖에도 뇌에서 분비되는 호르몬인 멜라토닌의 영향으로 설명하기도 한다. 수면과 연관된 이 호르몬은 어두워지면 분비되는데, SAD를 경험하는 사람들의 겨울철 멜라토닌 수치는 정상적인 사람에 비해 현저히 높다고 한다.

SAD를 앓게 되면 수면 시간과 주간 졸음이 증가하고, 이전에 즐겼던 활동에 대한 흥미와 즐거움을 상실하게 되며, 사회활동의 위축과 겨울철에 대한 민감도가 증가하게 된다. 짜증과 근심이 늘고, 죄책감과 절망감이 들며, 힘이 없고 피로감이 커지기도 한다. 집중력이 저하되면서 명료한 생각이 어려워질 수도 있다. 한편 식욕은 증가하여 특히 단것과 탄수화물에 대한 탐닉을 할 수도 있게 되어 체중 증가를 수반할 수도 있다. 증상은 매년 같은 시기에 다시 나타나고 계절이 지나면 호전되는 경향이 있다고 한다.

SAD에서 벗어나는 방법으로 제시된 몇 가지를 보면, 햇빛을 많이 쬐일 것, 스트레스를 피할 것, 운동과 함께 잘 먹을 것 등이 있다. 따사로운 햇살을 받으며 가을꽃과 단풍으로 아름다운 숲길을 걸은 후 아담한 카페에 들러 맛있는 초콜릿 케이크 한 조각과 함께 따뜻한 커피 한 잔을 마시는 여유를 가질 수 있다면 이 아름다운 가을에 SAD와는 친구로 지내지 않아도 될 것이다.

가을과 초콜릿

가을의 우울한 느낌을 벗어나는데 도움이 되는 음식 중 하나는 바로 초콜릿이다. 영국 런던의 UCL(University College London) 연구팀의 연구 결과에 의하면 "다크 초콜릿을 먹는 사람들은 우울해질 가능성이 적다"고 한다. 20세 이상의 성인 1만 3,626명을 대상의 설문 조사를 바탕으로 한 연구 결과 초콜릿 종류와 상관없이 초콜릿을 먹은 그룹은 먹지 않은 그룹에 비해 우울증이 발생할 확률이 57% 낮았으며, 특히 다크 초콜릿을 섭취한 그룹은 초콜릿을 섭취하지 않은 그룹에 비해 우울증이 발생할 확률이 70%나 낮았다고 한다. 이 연구는 초콜릿 회사로부터 연구비를 받지 않은 연구이기 때문에 보다 객관성이 있을 것으로 판단된다.

초콜릿은 인류와 4,000여 년 동안이나 함께 해온 먹거리다. 하지만 우리가 알고 있는 덩어리 형태의 초콜릿의 역사는 그리 길지 않다. 영어의 'chocolate(초콜릿)'이라는 단어는 지금의 멕시코인 고대 라틴 아메리카 아즈텍의 단어 'xocoatl(초코아틀)'에서 왔으며, 이는 원래 카카오 콩으로부터 걸러낸 쓴 음료를 가리키는 말이었다고 한다. 카카오나무의 라틴어 이름인 테오브로마 카카오(Theobroma cacao)는 '신의 음식'을 의미한다. 그들은 이 쓴 음료를 종교의식이나 약으로 사용했다.

카카오나무는 1528년 스페인으로 전해졌으며, 이후 스페인 사람들은 액체 상태의 쓴 초콜릿에 설탕이나 꿀을 넣어 마셨다. 스페인은 오랫동안 초콜릿을 비밀스럽게 간직하고 있어 유럽의 다른 나라들은 알지 못했다. 그러다 1615년 프랑스의 루이 13세와 결혼한 스페인의 왕 펠리페 3세의 딸 안 도트리슈(Anne d'Autriche)가 초콜릿 샘플을 스페인에서 프랑스 왕실로 가져옴으로써 유럽에 퍼지게 됐다.

초콜릿은 카카오 분말과 카카오 버터로부터 시작되지만, 카카오 분말과 버터를 얻는 일은 커피보다도 더 복잡한 과정을 거쳐야 한다. 카카오 분말의 원료인 카카오나무 열매는 우리가 알고 있는 달콤한 초콜릿과는 달리 쓰고 맛없어 우리가 알고 있는 달콤한 초콜릿과는 180도 다른 맛을 가지고 있다. 매력적인 갈색의 초콜릿 속 카카오 향과 맛을 내기 위해서는 발효와 경화 과정을 거쳐야만 하기 때문이다.



카카오나무에 달린 열매를 카카오 포드(pod)라고 부르는데, 껍질 속에는 점성이 있는 펄프(pulp)가 가득 차있고 그 속에는 아몬드 형태의 씨앗(cacao bean)이 들어 있다. 포드를 가른 후 24-48시간 이내에 발효를 시키기 시작하며, 일반적으로 5-7일 동안 발효시킨다. 효모는 펄프에서 자라면서 펄프 속의 당분을 에탄올로 변환시키는 발효를 담당한다. 그 후 박테리아가 산소가 있는 상태에서 에탄올을 산화시켜 아세트산과 물로 변화시킨다. 이 과정에서 열이 발생되고 온도가 높아진다. 펄프가 분해되고 젖산과 아세트산이 생성된다. 아세트산은 결국 콩을 죽여서 세포벽이 파괴되고 이전에 분리되었던 여러 물질들이 섞이게 된다. 이 과정을 거치는 동안 카카오 콩 내부에서는 효소의 작용에 의해 산화 작용이 일어나게 되어 단백질이 아미노산으로 분해되게 된다. 이러한 과정을 경화 과정(curing process)이라 부른다. 이 단계를 통해 카카오 콩은 비로소 우리가 알고 있는 독특한 초콜릿 맛과 향을 만드는 향미 전구체를 가지게 되어 갈색을 띠게 된다. 그 후에도 세척, 로스팅, 지방이 풍부한 코코아 버터와 코코아 고형분의 분리 등의 많은 과정을 거쳐야 짙은 갈색의 코코아 분말을 얻을 수 있으며, 이 분말과 코코아 버터 그리고 설탕과 우유 등이 첨가되는 과정을 거쳐 달콤한 초콜릿으로 탄생하게 된다.



밀크 초콜릿은 우유를 첨가한 고체상태의 초콜릿으로 1875년에 스위스에서 처음 만들어졌다. 유럽연합의 규격에 의하면, 초콜릿은 최소 25% 이상의 코코아 고형분을 포함하고 있어야 한다. 한편 다크 초콜릿의 경우 보통 코코아의 양이 70% 이상으로 100%까지 있다. 화이트 초콜릿의 경우, 설탕과 우유 및 코코아 버터를 사용하지만 코코아 분말을 사용하지 않는다.

최근 연구에 의하면 다크 초콜릿은 혈관을 보호하고 심장 건강을 증진시키며, 암을 예방하는 데 도움이 되는 항산화 물질인 플라보노이드, 에피카테킨과 갈산(gallic acid)을 다량 함유하고 있다. 다크 초콜릿은 적포도주, 녹차, 블루베리 같은 항산화제가 풍부한 다른 어떤 음식보다 더 많은 플라보노이드를 함유하고 있다. 초콜릿 지방의 3분의 2는 스테아르산과 올레산이라고 불리는 두 개의 포화 지방이다. 하지만 다른 포화 지방과 달리 이들은 혈류에서 고지혈증과 연관된 LDL 콜레스테롤 수치를 높이지 않는다고 한다.

달콤한 음식은 몸속에서 스트레스 호르몬인 코르티솔의 분비를 낮추고 기분을 좋게 하는 세로토닌의 분비를 늘린다. 때문에 초콜릿처럼 단 음식을 먹으면 기분이 좋아지게 된다. 그러나 달콤한 초콜릿이 가을의 우울함을 일시적으로 완화시켜 준다 해도 열량이 높은 식품인 만큼 많이 먹으면 비만해질 수 있으니 조심할 필요가 있다. 이제 가을이 깊어지고 있다. 아름답게 물든 단풍과 꽃을 피우고 씨를 맺어 바람에 날리고 있는 작은 풀들을 보면서 아름다운 회귀를 준비하는 계절이 되었으면 좋겠다. 가끔씩 마음속에 스며드는 쓸쓸함을 슬픈 아름다움으로 즐기며 늘어감을 성숙함으로 바뀌가는 지혜로움도 배우는 계절이 되었으면 좋겠다. 파란 하늘빛과 붉고 노란 단풍 빛으로 물든 투명한 아침 햇살을 카메라에 가득 담아 외로움을 타고 있는 사람들에게 나누어 주어야겠다. **JK**

당신의 얼굴은 안녕한가요?

더불어 살아가는 '사람'이라는 존재는 말을 하거나 몸짓을 하면서, 때로는 자신의 생각을 글로 표현함으로써 의사를 전달한다. 그런데 정말 중요한 게 하나 더 있다. 지금 이 글을 읽고 있는 당신의 '눈'과 마스크 밑으로 감춰진 '코와 입', 그 완전한 '얼굴'이 담아내는 표정이다.

코로나 시대의 우리는 본의 아니게 두 개의 얼굴을 갖게 됐다. '눈+코+입'의 진짜 얼굴과 '눈+마스크'의 반쪽 얼굴이 그것인데, 안타깝게도 서로에게 보여주게 되는 그 절반의 얼굴은 표정을 전하는 데 서툴다.

표정, '얼굴 근육'으로 전하는 언어

사람의 얼굴은 43~80개 중 27~50개가 움직일 때 비로소 표정을 짓게 된다. 이렇게 해서 나오는 표정이 무려 300여 가지에 달한다니, 애초부터 우리의 얼굴은 눈·코·입의 협업이 아니면 표정을 짓기 힘든 거였다. 늘 그러했을 이러한 사실을 사람들은 요즘에야 곰곰 생각하게 될 것이다.

표정은 흔히 선천적이거나 유전적인 결과이기도 하고, 사회적 학습의 효과로 나타나는 후천적인 결과이기도 한 것으로 전해진다.



예를 들면 어린 아이나 선천적 시각장애인이 웃음 짓거나 슬픈 표정으로 우는 것은 피질하부의 신경회로를 통해 신호가 전달되면서 근육이 무의식적으로 움직이는 사이 뇌에 각인된 유전적 결과 때문이라고 한다. 반면 당황하거나 민망해 짓게 되는 표정은 다른 사람과의 사회적 관계 속에서 학습된, 즉 뇌의 피질경로로 전해진 신호에 따라 근육이 임의대로 움직인 결과 때문이다. 결국 사람의 표정은 무의식적이면서도 의식적인 운동이 복합적으로 나타나는 현상이라는 것을 알 수 있다.

표정을 만드는 데 중요한 역할을 하는 것은 눈과 입, 특히 (저글은 마스크가 가리고 있는) 입 주위로 고루 분포돼 있는 근육들이다. 입 꼬리내림근·아랫입술내림근·입꼬리당김근·턱끝근·큰광대근·작은광대근·윗입술콧방울올림근·입꼬리올림근·윗입술올림근·입둘레근·볼근·광경근 등으로 불리는 이들은 입꼬리를 올리거나 내리고, 입술을 내밀거나 오므리게 하면서 표정을 만든다. 눈 주위에서는 안륜근·추미근·전두근·미모하제근 등이 눈꼬리에 주름을 형성하거나 눈썹을 안쪽으로 아래쪽으로 당긴다고 한다. 그 결과 미간에 주름이 생기거나 코뿌리에 가로주름이 생기면 우리의 표정이 더 풍부해지나, 마스크를 착용하지 않은 상태에서 서의 얘기다.

코 주위의 비근근·비근·비중격하제근도 표정을 만드는 데 일조한다. 비근근은 안쪽 눈썹을 아래로 당겨 찡그릴 때 미간 아래 위치한 코뿌리 부위에 가로로 주름을 내고, 비근은 양쪽과 콧방울에 붙은 근육으로 콧방울을 양쪽으로 당겨 콧구멍을 넓히거나 좁히며 슬픔이나 분노의 감정을 표현하기 때문이다. 코 중격을 아래로 당기는 비중격하제근 역시 코끝의 움직임을 조절하며 표정을 더한다. 심지어 웃거나 미소 짓기 위해 입을 움직일 때 쓰이는 얼굴 근육은 볼 부위에 있는 대협골근이다. 그러니 마스크가 표정을 만드는 얼굴 근육 대부분을 덮고 있는 요즘, 우리의 얼굴이 표정을 전하지 못할 것이라는 추측은 검증된 셈이다.

마스크 속 표정을 그리며

'코로나19'라는 터널에 진입하며 안전을 이유로 쓰기 시작한 마스크는 이렇듯 우리를 하여금 서로의 얼굴을 그리워하게 만들었다. '눈은 마음의 창'이라거나 '눈이 웃어야 진짜 웃음'이라며 인상에 대한 눈의 기여도를 높이 사는 말을 마치 눈'만' 강조하는 것으로 여겨 왔던 탓이다. 그랬으니 마스크를 쓴다고 가까이



있는 사람들과의 '의사소통', '교감'에 문제가 생기리라고는 생각조차 못한 것이다.

이웃이나 친척과의 만남, 어린이집 등원이나 놀이공원 나들이 등 소소한 일상이 보장되지 않은 시간을 지나온 영유아기의 아이들이 '발달지연'을 겪는다고 한다. 상급학교에 입학한 중고등학교의 학생들은 마스크를 쓰지 않은 친구의 얼굴을 익히기 위해 종종 출석부를 열어본다고 한다. 사회 곳곳에서 섞여 지내는 사람들은 식사 등을 이유로 마스크를 벗은 서로를 어색해한다. 모두 감염의 위협으로부터 우리를 보호해주는 '마스크 착용'의 이면이다.

백신 접종의 증가율을 확인하고, 종식에 대한 희망을 놓지 않으면서도 우리는 코로나 바이러스와 공존하며 살게 될 앞으로의 삶을 예감한다. 결과적으로 우리는 이미 마스크를 생활복의 한 유형으로 받아들이고 있는지도 모른다.

그럼에도 불구하고

마스크 착용이 주는 이점은 분명하다. 코로나 바이러스뿐만 아니라 여러 바이러스와 세균들, 먼지와 같은 미세한 것들을 차단할 수 있다. 마스크 착용이 생활화된 이후 호흡기 질환 환자수가 50% 이상 줄었다는 국민건강보험공단의 자료를 보더라도 "소아과, 내과, 이비인후과의 장사가 안 된다"는 우스갯소리는 괜한 말이 아니다.

안다. 그런 건강학적인 마스크의 이점, 화장을 간소화할 수 있고 구취의 불쾌함으로부터 벗어날 수 있다는 사소한 장점까지. 그러나 그 모든 장점과 이점의 효용은 진즉에 체감(遞減)됐다. 그리하여 우리는 지금 '脫마스크 시대'를 간절히 원한다.

그때까지, 그리운 당신의 얼굴이 안녕하기를... **IK**

정보를 담은 격자무늬, QR 코드 파헤치기

팬데믹 시국인 요즘 QR 코드의 활약이 놀랍다. 코로나19 방역의 효율성을 높이기 위해 지난해 5월 정부가 도입한 QR 코드 기반의 전자출입명부(KI-Pass)는 약 한달 뒤 전국적으로 시행됐다. 방문한 장소와 출입시간 등을 공개해 '사생활 침해'라는 지적을 받았지만 신속한 대처를 가능하게 함으로써 감염의 확산을 막는 데 기여했던 것은 자명하다.

저장 정보량 많고 복원 가능해

점심을 먹기 위해 찾아간 식당, 선물을 사기 위해 들른 백화점, 식료품 구매를 위해 간 대형마트 등. 가는 곳마다 전화기를 꺼낸 후 QR 코드로 출입 인증을 해야 하는 요즘이다. 코로나19 방역에 있어 그 무엇보다 중요한 것이 정확성과 신속성이란데 QR 코드를 기반으로 한 전자출입명부 시스템은 위험군 발생 시 단 20분 만에 동선을 파악해 낸다. 매장 입구가 다소 붐빌 수는 있지만 사람들은 이미 그것을 의례적인 일로 받아들인다.

'QR 코드'란 많은 정보를 나타내는 2차원의 바코드 '격자무늬 그림'을 지칭한다. QR 코드는 단방향으로만 정보를 저장하는 바코드와 달리 가로·세로 방향으로의 저장이 가능해 더 많은 정보를 담을 수 있다는 장점을 지닌다. 최대 7,089자의 숫자와(한글의 경우) 1,700자 정도의 문자를 저장할 수 있으며, ECC(Error Correction Code)라는 오류 정정 코드가 있어 일부분이 소실될 경우에는 나머지 부분을 읽어 복원을 할 수도 있다고 한다.

바코드가 계산이나 재고관리, 상품 확인 등을 위해 사용된다면 QR코드는 주로 마케팅이나 홍보에 사용됐다. 그러



다가 은행이나 카드사, 항공사 등이 결제서비스에 적용하기 시작했고, 이어 백화점이나 할인마트 등 유통업체에서도 행사 품목을 알리거나 프로모션을 제공하는 데 QR코드를 활용하게 됐다. 그러한 QR 코드가 이제는 스마트폰을 사용하는 우리 모두의 손 안에 있어 '출입인증'은 물론, 경우에 따라서는 공원이나 산책로 등 시설 곳곳에 대한 '정보제공'을 돕기도 한다.

QR 코드, 너를 보여줘

QR 코드는 1994년 일본 덴소웨이브의 '히라 마시히로'라는 사람이 자동차 부품을 분류하고 생산 라인을 관리하기 위해서 만든 것이라고 한다. 특히는 덴소 웨이브에 있지만 보다 널리 이용됐으면 좋겠다는 개발자의 뜻에 따라 개발 당 시부터 무료 사용되고 있다.

QR 코드의 이름은 'Quick Response'에서 유래했다. 가로와 세로를 활용한 기록 방식 덕분에 약 4000byte라는 방대한 정보를 저장할 수 있으며 인터넷 주소뿐만 아니라 사진, 동영상 등 다양한 형태의 정보를 담을 수 있다. QR 코드의 구성은 다음과 같다.



① 위치 찾기 심벌 (Position Detection Pattern)

QR 코드의 위치와 방향을 찾는 역할을 하는 '위치 찾기 심벌'은 세 군데의 모서리를 통해 확인할 수 있다.

이 세 개의 정사각형은 QR 코드를 찍는 방향이나 각도에 상관없이 사용자의 위치를 빠르고 정확하게 인식한다.



② 얼라인먼트 패턴(Alignment Pattern)

나머지 모서리 부근에 있는, '위치 찾기 심벌'보다 조금 작은 정사각형은 '얼라인먼트 패턴'으로 불린다. QR 코드의 크기가 커지면 왜곡이 생기며

셀이 이탈할 확률이 발생하는 경우가 있는데 '얼라인먼트 패턴'은 이를 대비해 위치를 검출해준다.



③ 셀(Cell)

QR 코드를 구성하고 있는 작은 사각형 모양의 점(노란색 표시)은 데이터가 담겨 있는 '셀'이다. QR 코드에 저장

하려는 정보의 양은 데이터 영역의 크기와 비례하는데, 이 데이터 영역을 구성하고 있는 최소 단위가 바로 셀이다. 셀의 개수에 의해 결정이 되는 QR 코드의 규격은 최소 21x21, 최대 177x177이다.



④ 마진(Quite Zone), 타이밍 패턴(Timing Pattern)

QR 코드 주변을 둘러싸고 있는 공백 부분(초록색 사각형들 사이 공간) '마진'은 코드를 인식할 때 오류가 없도록

작용한다. 주변에 여백이 충분하지 않으면 코드 인식이 불가능하다. 흑백의 셀로 번갈아 배치된 '타이밍패턴'은 셀의 좌표를 결정한다.

적외선 센서 '빛반응'이 핵심

QR 코드를 이용해 데이터를 인식하기 위해서 가장 핵심이 되는 것은 바로 '적외선 센서'다. 적외선 센서는 적외선의 빛을

방출하는 발광 소자와 방출된 빛을 감지하는 수광 소자로 구성되어 있어 빛의 흡수와 반사를 감지하는 역할한다. 흑색의 셀은 빛을 흡수하고, 백색의 셀은 빛을 반사하는 원리를 이용해 적외선 센서로 QR 코드에 담긴 정보를 인식하도록 하는 것이다. 그러면 이렇게 인식된 패턴은 핸드폰 화면에 출력되어 웹사이트, 사진 등 눈으로 볼 수 있는 형태로 나오게 된다.

QR코드는 스마트폰이 대중화되면서 새로운 홍보 및 마케팅 수단으로 각광받았으며 기업의 마케팅 활동과 버스노선 확인, 관광지 안내 등에 주로 적용돼 왔다. 하지만 실제 사용되는 경우는 적었는데, 이는 QR코드 홍보가 부족한 데다 스마트폰으로 검색 가능한 것을 번거롭게 확인할 필요가 없어서였다. 그런데 이런 QR코드가 코로나19 대유행으로 인해 온 국민의 모바일 패스카드가 된 것이다. 코로나 이후 향방은 어떻게 새삼 궁금해진다. **IK**



교정 품질



제품 신뢰



교정의 품질과 제품의 신뢰는 비례한다



KOLAS 공인교정기관은 교정 능력 및 기술, 전문성, 공신력 등의 역량을 모두 다 갖추며 국가에서 인정받아 믿을 수 있습니다

품질 높은 KOLAS 공인교정,
제품의 신뢰도가 높아집니다