

계량과측정

〈회원사 인터뷰〉

(주)표준교정기술원 박희섭 경영책임자

〈전문가 기고〉

측정 종합 교육원으로 도약을 위한 도전

〈전문가 인사이트〉

로봇과 인간

〈포커스〉

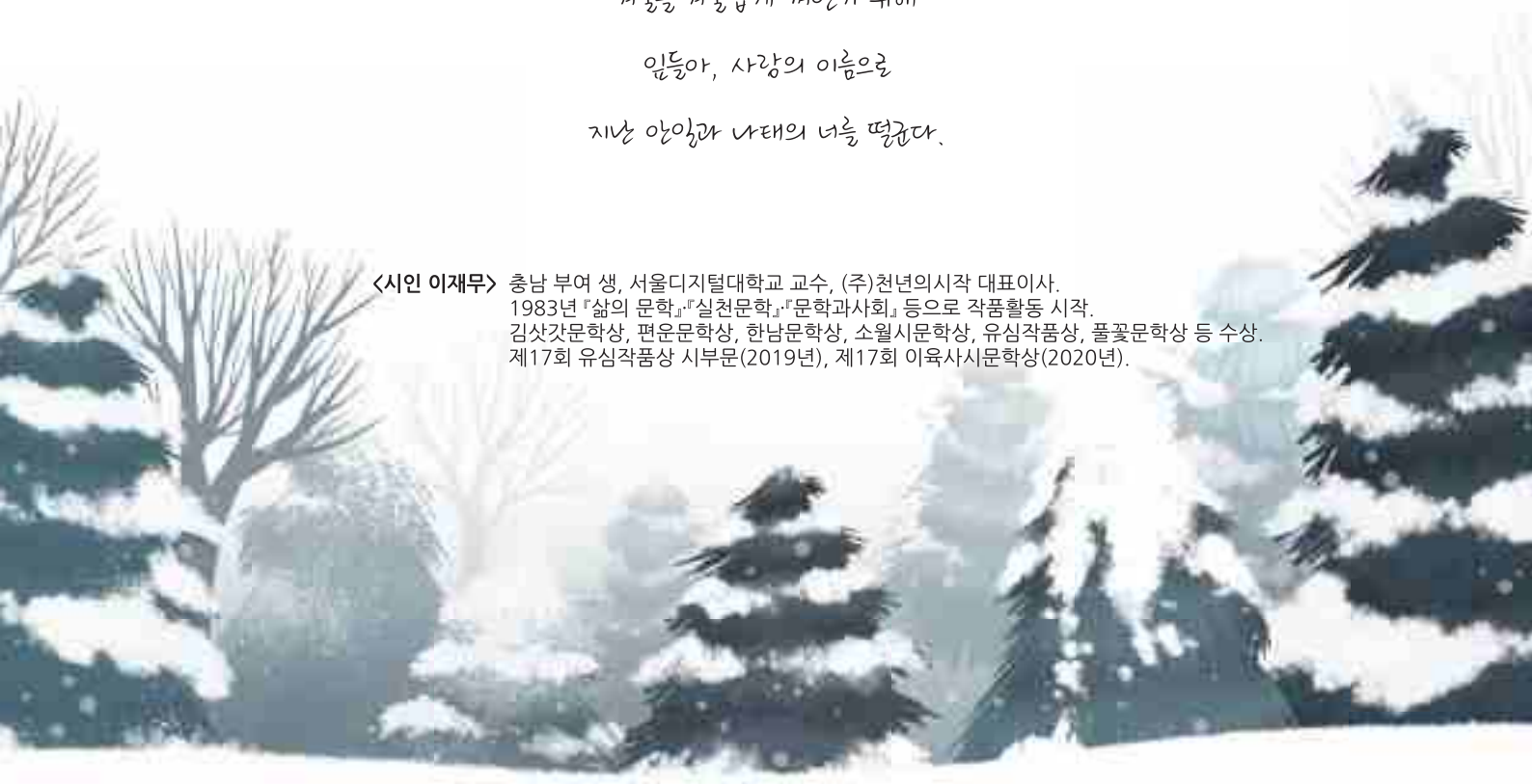
건축물도 무너뜨리는 힘, 공명(共鳴)

겨울나무를 서서

- 이재무 -

겨울을 경계기 위해
입들을 떨군다.
여름날 생의 자람이었던
가지의 꽃들이 입들이
잠시 안녕
더 크고 무성한 훗날의
축복을 위해
지금은 작별을 해야 할 때
살다보면 삶이란
값진 하나를 위해 열을 바쳐야 할 때가 온다.
분분한 낙엽,
청을 앞세워 오는 서리 앞에서
배 울고 상은 떨려 오지만
겨울을 겨울답게 깨닫기 위해
입들이, 사랑의 이름으로
지난 안일과 나태의 너를 떨군다.

〈시인 이재무〉 충남 부여 생, 서울디지털대학교 교수, (주)천년의시작 대표이사.
1983년 『삶의 문학』, 『실천문학』, 『문학과사회』 등으로 작품활동 시작.
김삿갓문학상, 편운문학상, 한남문학상, 소월시문학상, 유심작품상, 풀꽃문학상 등 수상.
제17회 유심작품상 시부문(2019년), 제17회 이육사시문학상(2020년).



Contents

Vol.194호 2021년 WINTER



02 협회 소식

2021 한국산업대전에서 계량측정 홍보관을 운영하다
ICW(International Conference of Weighing) 참가 및 준비
불법·불량 계량기 신고센터 운영
2022년 숙련도시험 프로그램 운영계획 <교정분야>
2022년 KOLAS 교육일정표
2022년 KAS 교육일정표
2022년 산업체 대상 교육일정표

10 회원사 인터뷰

(주)표준교정기술원 박희섭 경영책임자

16 전문가 기고

측정 종합 교육원으로 도약을 위한 도전

24 전문가 인사이드

로봇과 인간

28 사이언스 칼럼

시간 여행

32 스페셜 이슈

맛있는 화학 '달고나'에 숨겨진 달달한 원리

34 포커스

건축물도 무너뜨리는 힘, 공명(共鳴)

36 문화

새로운 세상으로 열리는 '변화'의 문
어떻게 열고 들어갈 것인가

계량과측정

통권 제194호 비매품

발행인 박현민

발행일 2021년 12월 31일

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)매경바이어스가이드

2021 한국산업대전에서 계량측정 홍보관을 운영하다

협회는 대한민국의 대표 산업박람회 중 하나인 「2021 한국산업대전(Digital Transformation Fair on-line & on-site)」에 참가하여, 전시회 참가업체 종사자 포함 일반 국민을 대상으로 계량·측정을 홍보했다. 해당 전시회는 국내 최대 기계류 종합전시회로, 특별히 올해 전시회는 코로나-19 상황을 고려하여 온·오프라인 융합의 새로운 형태로 진행되었다.

2021 한국산업대전 개요

- **주최·주관** : 산업통상자원부, 한국기계산업진흥회(공동주관: 한국소프트웨어산업협회)
- **참가업체** : 444개사 1,004부스(온라인 200개사 포함)
- **전시분야** : 측정기/시험검사기기, 스마트팩토리/자동화기기/로봇, 에너지/플랜트기자재, 산업기계장비, 공작기계/금형/3D프린터/부품소재

협회는 온·오프라인 홍보관을 모두 운영했으며, 오프라인 홍보는 10월 19일(화)부터 22일(금)까지 4일간 일산 KINTEX 전시관 내 1개 부스를 활용하여 진행되었다.

오프라인 부스 전면에는 협회가 운영하고 있는 불법계량기 신고센터를 홍보하여 이목을 집중시켰으며, 「2020 바른단위 어린이 포스터 공모전」의 일부 수상작을 수상자 정보(이름, 학교)와 함께 전시하여 바른 단위 사용의 필요성을 강조했다. 또한, 이벤트를 진행하여 협회 유튜브 채널과 법정계량사업부에서 담당하고 있는 ‘지능형 계량기 유통관리 시스템’ 홈페이지를 홍보하여 유튜브 구독자와 홈페이지 방문자 수가 유의미하게 증가했다.

온라인 홍보관의 경우, 「2021 계량·측정의 중요성 우수사례 공모전」 수상작을 전시하여 계량·측정의 중요성을 홍보했으며, 협회 소개 영상을 송출했다.

코로나-19 상황임에도 불구하고 철저한 방역 조치로 참가업체와 참관객 모두 안전하고 만족스러운 전시회가 되었다. 협회는 앞으로도 기회를 모색하여 계량과 측정을 적극 홍보할 계획이다.



ICW(International Conference of Weighing) 참가 및 준비

협회는 '23년 4월에 열릴 ICW(International Conference of weighing, 국제 저울 컨퍼런스)의 한국 참가기관으로서 회의의 전반적인 준비 과정에 참여하고 있다. ICW는 국제 저울 관련 산업 관계자간 교류 및 협력을 목적으로 한 컨퍼런스이며, '23년을 시작으로 정기적으로 개최될 예정이다. 교류관계를 유지해오던 CECIP(유럽저울산업협회), JMIF(일본계량산업협회), CWIA(중국저울산업협회)가 주축이 되고, 각국의 저울 관련 협회와 OIML(국제법정계량기구), BIPM(국제도량위국)과 같은 유관 국제기구가 초대되어 준비에 참여하고 있다. 컨퍼런스는 크게 Plenary session(공통 세션)과 parallel session(분야별 세션)으로 나뉘지며, 분야별 세션에서는 법정 계량, 과학 계량, 응용계량 3가지 분야의 주제가 다뤄질 예정이다.

ICW 개요

- **기간/장소** : '23.4.24.(월) ~ 4.26.(수)/독일(함부르크)
- **목 적** : 국제 저울 관련 산업 간 교류 및 협력
 - * CECIP(유럽), JMIF(일본), CWIA(중국) 등이 협력관계를 유지하고 있었으며, 교류 범위를 확대코자 함
- **참가인원** : 약 100~200명 예상
- **참가비용** : 약 650 € (회원)/750 € (비회원) 예상
 - * 참가비용은 논의 중이며, 변동 가능함
- **파 트 너** : CWIA(중국), JMIF(일본), CECIP(유럽), WIAA(호주), REMESP(브라질) 등
 - * JMIF(일본계량산업협회)를 포함하여, 각국의 계량(질량 관련) 협회 중심
 - ** OIML(국제법정계량기구), BIPM(국제도량위국) 등 유관 국제기구도 참가 기관으로 확대 중

모든 참가기관은 운영위원회에 참석하여 컨퍼런스 관련 규칙, 재정 등을 논의하며, '23년까지 3개년 실행 계획(안)에 따라 분기별 목표를 가지고 컨퍼런스를 준비하고 있다. 또 프로그램, 마케팅, 재정을 담당하는 분과위원회가 별도로 개최되어 해당 위원회에서 각 부분별 세부사항을 논의 및 확정하고 있다. 1차 운영위원회는 6월에 개최되었으며, 협회는 프로그램 분과위원회에 소속되어 컨퍼런스의 프로그램 기획 및 운영에 기여하고 있다. 국제협력의 일환으로 한·일, 한·중 법정계량협력위원회를 지원해 온 협회는 법정계량 분야의 민간 교류 및 협력 확대를 환영하며, ICW에 적극적으로 지원 및 참여 예정이다. 필요한 경우, 관련 업계 전파 등을 통해 우리나라 업계의 입장을 대변할 예정이며, 업계와 컨퍼런스에 함께 참여하는 것을 고려하고 있다.

불법·불량 계량기 신고센터 운영

협회는 2015년 「계량법」 제56조(신고포상금)에 따른 신고포상금제도를 도입하고, 당해부터 국가기술표준원과 함께 보조사업으로 불법·불량 계량기 신고센터를 운영해 오고 있다.

불법·불량 계량기 신고센터는 전화, 이메일, 계량정보시스템, 신문고 등 다양한 방법으로 신고를 접수받고 있다. 신고센터에 민원이 접수되면, 신고센터에서는 조사계획을 수립하여 현장조사를 시행한다. 이 때 조사반은 민원이 발생한 소재지의 계량담당 공무원, 한국기계전자시험연구원의 연구원, 신고센터 담당자 등으로 구성된다. 현장조사 시에는 신고 계량기의 상태(기물번호, 형식승인 번호, 봉인훼손 여부 등)를 확인하고, 계량기의 성능을 시험한다. 이후 현장점검 기록지를 작성하여 결과를 정리한다. 계량기에 문제가 있을 경우 사용중지, 과태료 처분, 고발 등의 행정처리를 시행하며, 민원인에게 결과를 통보해 준다.



현장확인



현장확인

또한 신고센터에서는 포스터, 홍보영상, 옥외광고, 라디오 광고 등 다양한 홍보를 통해 신고센터의 목적과 신고방법에 대해 홍보를 하고 있다.



홍보



홍보

협회는 계량기 사용자와 소비자간의 상호 신뢰를 확보하고 결과적으로 사회적 비용낭비를 방지하기 위해 다양한 활동을 지속적으로 추진 중이다.

2022년 숙련도시험 프로그램 운영계획 <교정분야>

연번	중분류	프로그램명	실시 시기
1	103. 각도	전기식수준기	8월
2	104. 형상	옵티컬파라렐	5월
3	201. 질량	분동(E급)	6월
4	203. 토크	토크측정기	7월
5	207 밀도	염화물측정기	6월
6	208. 점도	절대점도계	8월
7	302. 속도/회전수	접촉식 회전속도계	7월
8	401. 직류	직류전류계('21년 학술용역)	3월
9	403. 교류 및 교류전력	교류전류계('21년 학술용역)	3월
10	406. RF 측정	고주파신호발생기	8월
11	601. 음향	소음계	5월
12	702. 광원 및 검출기	색채계	7월



2022년 KOLAS 교육일정표

교육과정명	교육기간		오프라인			온라인			교육 일정	환급여부
	일자 (d)	시간 (h)	정원 (명)	교육비 (만원)		정원 (명)	교육비 (만원)			
				일반	회원		일반	회원		
교육과정명	1일	5	-	-	-	150	8	6	2.11	×
KOLAS 종사자보수	1일	5	-	-	-	150	8	6	2.15	×
KOLAS 종사자보수	3일	18	40	45	35	50	35	25	2.16 ~ 2.18	×
KOLAS 종사자보수	1일	5	-	-	-	150	8	6	2.22	×
음향진동	3일	18	20	50	50	30	50	50	2.22 ~ 2.24	×
측정불확도 추정	3일	18	40	45	35	50	35	25	2.23 ~ 2.25	×
전기	3일	18	40	45	35	50	35	25	2.23 ~ 2.25	×
길이	3일	18	40	45	35	50	35	25	3.2 ~ 3.4	×
KOLAS 종사자보수	1일	5	-	-	-	150	8	6	3.15	×
KS Q ISO/IEC 17025 운영실무(교정)	3일	18	40	45	35	50	35	25	3.16 ~ 3.18	O
힘/토크	3일	18	40	45	35	50	35	25	3.16 ~ 3.18	×
측정불확도 추정	3일	18	40	45	35	50	35	25	3.23 ~ 3.25	O
시간주파수/속도회전수	3일	18	40	45	35	50	35	25	3.23 ~ 3.25	×
밀도	3일	18	15	60	60	30	60	60	3.29 ~ 3.31	×
접촉식온도	3일	18	40	45	35	50	35	25	3.30 ~ 4.1	×
질량/부피	3일	18	40	45	35	50	35	25	4.6 ~ 4.8	×
KS Q ISO/IEC 17025 운영실무(교정)	3일	18	40	45	35	50	35	25	4.13 ~ 4.15	O
압력	3일	18	40	45	35	50	35	25	4.13 ~ 4.15	×
KOLAS 평가사 양성교육(교정)	5일	37	20	150	120	20	120	100	4.18 ~ 4.22	×
화학분석	3일	18	40	50	50	40	50	50	4.19 ~ 4.21	×
측정불확도 추정	3일	18	40	45	35	50	35	25	4.20 ~ 4.22	O
유체유동	3일	18	40	45	35	50	35	25	4.20 ~ 4.22	×
KOLAS 평가사보수	1일	5	-	-		50	10		4.26	×
습도/수분	3일	18	40	45	35	50	35	25	4.27 ~ 4.29	×
전자파	3일	18	40	45	35	50	35	25	5.11 ~ 5.13	×

교육과정명	교육기간		오프라인			온라인			교육 일정	환급여부
	일자 (d)	시간 (h)	정원 (명)	교육비 (만원)		정원 (명)	교육비 (만원)			
				일반	회원		일반	회원		
광도/복사도	3일	18	20	50		30	50		5.17 ~ 5.19	×
KS Q ISO/IEC 17025 운영실무(교정)	3일	18	40	45	35	50	35	25	5.18 ~ 5.20	O
힘/토크	3일	18	40	45	35	50	35	25	5.18 ~ 5.20	×
방사능	3일	18	40	50		40	50		5.24 ~ 5.26	×
측정불확도 추정	3일	18	40	45	35	50	35	25	5.25 ~ 5.27	O
비접촉식온도	3일	18	40	45	35	50	35	25	5.25 ~ 5.27	×
길이	3일	18	40	45	35	50	35	25	6.8~6.10	×
방사선/중성자	3일	18	40	50		40	50		6.14~6.16	×
KS Q ISO/IEC 17025 운영실무(교정)	3일	18	40	45	35	50	35	25	6.15~6.17	O
접촉식온도	3일	18	40	45	35	50	35	25	6.15~6.17	×
KOLAS 종사자보수	1일	5	-	-	-	150	8	6	6.21	×
음향진동	3일	18	20	50		30	50		6.21~6.23	×
측정불확도 추정	3일	18	40	45	35	50	35	25	6.22~6.24	O
경도	3일	18	40	45	35	50	35	25	6.22~6.24	×
KOLAS 평가사보수	1일	5	-	-		50	10		6.28	×
질량/부피	3일	18	40	45	35	50	35	25	7.6~7.8	×
방사능	3일	18	40	50		40	50		7.12~7.14	×
내부심사자	3일	18	40	45	35	50	35	25	7.13~7.15	×
압력	3일	18	40	45	35	50	35	25	7.13~7.15	×
KS Q ISO/IEC 17025 운영실무(교정)	3일	18	40	45	35	50	35	25	8.17~8.19	O
형상/복합형상	3일	18	20	50		30	50		8.23~8.25	×
측정불확도 추정	3일	18	40	45	35	50	35	25	8.24~8.26	O
길이	3일	18	40	45	35	50	35	25	8.24~8.26	×
KOLAS 평가사보수	1일	5	-	-		50	10		8.30	×
시간주파수/속도회전수	3일	18	40	45	35	50	35	25	8.31 ~ 9.2	×

2022년 KOLAS 교육일정표

교육과정명	교육기간		오프라인			온라인			교육 일정	환급여부
	일자 (d)	시간 (h)	정원 (명)	교육비 (만원)		정원 (명)	교육비 (만원)			
				일반	회원		일반	회원		
KS Q ISO/IEC 17025 운영실무(교정)	3일	18	40	45	35	50	35	25	9.14 ~ 9.16	O
KOLAS 평가사 양성교육(신규)	5일	37	20	150	120	20	120	100	9.19 ~ 9.23	×
KOLAS 종사자보수	1일	5	-	-	-	150	8	6	9.20	×
충격	3일	18	15	50		20	50		9.20 ~ 9.22	×
측정불확도 추정	3일	18	40	45	35	50	35	25	9.21 ~ 9.23	O
전기	3일	18	40	45	35	50	35	25	9.21 ~ 9.23	×
접촉식온도	3일	18	40	45	35	50	35	25	9.28 ~ 9.30	×
화학분석	3일	18	40	50		40	50		10.4 ~ 10.6	×
KOLAS 평가사보수	1일	5	-	-		50	10		10.11	×
KS Q ISO/IEC 17025 운영실무(교정)	3일	18	40	45	35	50	35	25	10.12 ~ 10.14	O
힘/토크	3일	18	40	45	35	50	35	25	10.12 ~ 10.14	×
진공	3일	18	20	50		30	50		10.18 ~ 10.20	×
측정불확도 추정	3일	18	40	45	35	50	35	25	10.19 ~ 10.21	O
유체유동	3일	18	40	45	35	50	35	25	10.19 ~ 10.21	×
KOLAS 평가사 양성교육(교정)	5일	37	20	150	120	20	120	100	10.24 ~ 10.28	×
점도	3일	18	20	50		30	50		10.25 ~ 10.27	×
길이	3일	18	40	45	35	50	35	25	11.2 ~ 11.4	×
광통신/매질특성	3일	18	20	50		30	50		11.8 ~ 11.10	×
습도/수분	3일	18	40	45	35	50	35	25	11.9 ~ 11.11	×
KS Q ISO/IEC 17025 운영실무(교정)	3일	18	40	45	35	50	35	25	11.16 ~ 11.18	O
질량/부피	3일	18	40	45	35	50	35	25	11.16 ~ 11.18	×
측정불확도 추정	3일	18	40	45	35	50	35	25	11.23 ~ 11.25	O
압력	3일	18	40	45	35	50	35	25	11.23 ~ 11.25	×
KOLAS 종사자보수	1일	5	-	-	-	150	8	6	11.29	×

2022년 KAS 교육일정표

교육과정명	교육기간		오프라인			온라인			교육 일정	환급여부
	일자 (d)	시간 (h)	정원 (명)	교육비 (만원)		정원 (명)	교육비 (만원)			
				일반	회원		일반	회원		
인증/품질 책임자 (KS Q ISO/IEC 17065)	3일	18	40	45	35	50	35	25	3.30 ~ 4.1	×
KAS 평가사보수	1일	5	-	-		50	10		4.12	×
KAS 종사자보수	1일	5	-	-	-	50	8	6	4.19	×
KAS 평가사 양성교육	5일	37	20	150	120	20	120	100	5.9 ~ 5.13	×
인증/품질 책임자 (KS Q ISO/IEC 17065)	3일	18	40	45	35	50	35	25	6.8 ~ 6.10	×
인증/품질 책임자 (KS Q ISO/IEC 17065)	3일	18	40	45	35	50	35	25	9.14 ~ 9.16	×
KAS 평가사보수	1일	5	-	-		50	10		10.18	×
KAS 종사자보수	1일	5	-	-	-	50	8	6	10.25	×
KAS 평가사 양성교육	5일	37	20	150	120	20	120	100	10.31 ~ 11.4	×

2022년 산업체 대상 교육일정표

교육과정명	교육기간		오프라인			온라인			교육 일정	환급여부
	일자 (d)	시간 (h)	정원 (명)	교육비 (만원)		정원 (명)	교육비 (만원)			
				일반	회원		일반	회원		
측정관리 책임자	3일	18	30	-	-	-	-	-	6.29 ~ 7.1	×
측정관리 책임자	3일	18	30	-	-	-	-	-	10.5 ~ 10.7	×

계측관리를 위한 최선의 선택!
교정, 구매, 수리, 대행 이력관리를 한번에
ONE-STOP SERVICE는
(주)표준교정기술원이 책임집니다



Standard Calibration

(주)표준교정기술원
박희섭 경영책임자

우리 생활 속에서 사용하는 많은 제품들은
정밀한 측정기기들을 통한 연구, 개발 및
성능검사의 과정을 거친다. 이러한
정밀측정기기는 측정결과에 대한 신뢰성
구축을 목적으로 도입된 국제기구의
교정시스템은 국제표준 및 한국산업표준을
따름으로써 그 공신력을 인정받게 된다.

(주)표준교정기술원 역시 이러한 기반 위에서
“ONE-STOP-SERVICE”의 시스템을 구축,
정확하고 편리하며 신속하게 고객이 필요로
하는 여러 정보를 불편함 없이 활용 할 수
있도록 제공하고 있다.

A man with short dark hair and glasses stands with his arms crossed. He is wearing a dark blue suit jacket over a light blue shirt and a patterned tie. The background is a grey wall with a thin black vertical line and a horizontal line near the top. The text "n Technology L...te Co.,Ltd." is overlaid on the wall behind him.

n Technology L...te Co.,Ltd.



먼저 표준교정기술원과 대표님 소개를 부탁드립니다.



저는 1994년 재료시험기 제작 및 공인교정기관인 (주)대영정밀(現 대영씨엔터)에 입사하면서 다양한 분야의 교정 경험을 축적할 수 있었고, 이러한 경험을 바탕으로 2003년 표준전자통신을 인수하여 (주)표준교정기술원으로 상호를 변경하고 KOLAS 공인교정기관으로 회사를 설립하여 지속적인 장비 투자와 기술력 강화에 힘쓰며 매년 한 단계씩 도약하는 표준교정기술원을 만들어 가고 있습니다.

2010년 5월에는 연구소를 설립하여(계측기 기술연구원) 계측기 개발 및 교정시스템 자동화에 대한 투자를 지속적으로 해오고 있습니다.

회사설립 이해 꾸준한 장비 투자와 계측기술 향상에 많은 노력을 하여 현재 국내 상위권 교정기관으로 도약하게 되었습니다.

특히 교정시장에서 사용 중인 ERP SYSTEM을 국내에서 처음으로 상용화 버전을 개발하였으며, 이러한 꾸준한 기술개발 투자를 인정받아 2021년 10월 제51회 계량측정의 날 정부로부터 국가 유공단체 국무총리 표창을 수상하게 되었습니다.

표준교정기술원은 앞으로도 교정기술력 배양에 힘쓰고, 고객 감동을 실현하는 신속하고 정확한 서비스를 제공해 드리면서 교정 발전의 초석이 될 수 있도록 노력하겠습니다.



타 기업과 차별화된 표준교정기술원만의 특징과 경쟁력에는 어떤 것이 있을까요?



우리 회사의 영업전략은 자체 개발한 ERP SYSTEM을 통하여 교정, 수리, 구매, 위탁관리를 동시에 제공하는 ONE-STOP SERVICE를 지원하며, 특성화된 교정항목(비중부액계, 밀도계, 레이저레벨, 테오도라이트, 마이크로폰, 색채계, 가스분석기 등)을 인정 받아 타 기관과의 차별화를 하고 있습니다.

고객이 당사에 계측기 교정을 의뢰하는 순간부터 모든 이력관리 및 계측기 관련 기술제공 등 고객이 필요로 하는 모든 요소를 사전에 파악하고, 일관성 있게 지원하여 제품 품질을 유지하는 데 도움을 주고 있습니다.



표준교정기술원을 5년, 10년 후 어떤 기관으로 만들고 싶은지? 또한 이를 실현하기 위해 무엇이 가장 중요하다고 생각하시는지요?



특성화된 분야별 전문화된 교정기관으로 회사를 키워 5년 후 150명, 10년 후 200명 정도의 교정인력을 보유한 국내 최고의 교정기관으로 키워나가고 싶습니다.

이러한 목표를 실현하기 위해서는 무엇보다도 축적된 기술능력을 갖춰나가는 것이 중요하다고 생각합니다.

이러한 기술능력 배양을 위해 사내 및 사외 교육을 지속적으로 진행하고, 능력배양에 따른 보상을 통해 직원 각자가 개인별 역량을 스스로 키워나갈 수 있도록 제도를 갖추는 것이 중요하다고 생각합니다.

특히 교정 분야 기술인력 부족에 따른 어려움을 해결하기 위해 숙련된 기술 경험을 바탕으로 자동화 개발에도 지속적인 투자를 하여 교정품질 향상 및 유지에 최선을 다하도록 하겠습니다.





국내 교정산업의 발전을 위해 교정기관과 협회가 나아가야 할 길을 제시하신다면?



현재 국내 교정산업 시장은 매우 어려운 상황에 처해 있습니다. 코로나19로 인하여 산업 전반에 걸쳐 경기가 위축되면서 교정기관 간에 과도한 할인 경쟁으로 수익성이 매우 악화 되어가고 있는 실정이며, 작년에 새로 만들어진 법령(적합성평가 관리 등에 관한 법령)으로 인하여 성적서 관리에 대한 리스크가 너무나도 커졌다는 점 입니다.

이러한 대내외적인 여건을 고려할 때 향후 교정기관 간 과도한 가격경쟁은 배제하고 각 교정기관별 특화된 교정항목 및 기술력 향상을 통해 선의의 경쟁을 할 수 있는 여건을 만들어 시장이 안정화 될 수 있도록 협회와 교정기관이 많은 노력을 해야 된다고 생각합니다.





Q

대표님께서 생각하시는 교정의 미래는 어떤 모습입니까?

A

교정은 고객의 연구 및 생산 활동에 요구되는 장비의 운영에 매우 중요한 역할을 하고 있습니다. 국가산업이 발전해 나갈수록 고객이 요구하는 교정의 품질 또한 더욱 정밀해지고 세밀해질 것으로 생각됩니다.

이러한 고객의 요구를 충족시키기 위해서는 교정기관별로 특화된 서비스를 통해 고객에게 단순 교정이 아닌 계측기 전반에 걸친 종합서비스를 제공하여 고객에 대한 신뢰감을 확보하여 고객들이 교정된 계측기를 믿고 사용할 수 있는 교정서비스를 해주어야 한다고 생각합니다.

Q

마지막으로 협회보 독자들에게 전하시고 싶은 메시지가 있다면 한 말씀 부탁드립니다.

A

앞으로도 (주)표준교정기술원은 특화된 교정항목에 대한 투자 및 교정자동화 설비를 지속적으로 개발하여, 고객 감동을 실현하고, 신속하고 정확한 서비스를 제공하도록 노력하겠습니다.

발전하는 (주)표준교정기술원을 지켜봐 주시고, 많은 성원 부탁드립니다.

감사합니다. **JK**



국무총리표창



산업통상자원부장관상



중부지방국세청장상



중소기업청장상

측정 종합 교육원으로 도약을 위한 도전

글 | 신흥호 한국계량측정협회 교육훈련사업부 부장



교육 역량의 성장

계량에 관한 법률 제65조(한국계량측정협회) 제2항제2호에 따른 계량·측정 산업의 전문기술인력 양성 사업과 국가표준기본법 제28조(산업구조 고도화의 기반 확립 등) 및 같은 법 시행령 제18조(한국계량측정협회의 사업 등) 제1항제1호에 따른 측정의 정밀도 및 정확도를 높이기 위한 교육 사업은 협회의 중요한 임무 중 하나이다. 1990년 설립 초기 측정관리자 교육을 시작으로 1992년 정밀측정기술교육, 1996년 계량검사공무원교육, 2000년 KOLAS 적

합성평가 전문인력 양성 교육(평가사, 내부심사자, 품질책임자 및 기술책임자, 교정실무자 교육), 2010년 KAS 적합성평가 전문인력 양성 교육(평가사, 품질책임자 및 인증책임자, 인증담당자 양성 교육), 2015년 소비자감시원 및 계량기 사업자 교육, 2017년 한국표준과학연구원과의 협약을 통한 정밀측정교육, 2018년 KOLAS 공인교정·시험기관 취업 연계를 위한 이공계 전문기술인력 연수 등 협회는 지속적으로 측정기술 관련 교육영역을 확장하며 성장해 왔다.



그림 1. 교육 연혁

협회 교육은 최근 5년간 교육과정 수 연평균 9.6%, 교육 수 연평균 4.8%, 교육 수강생 수 연평균 9.4% 증가하고 있다. 지난해에는 코로나19로 다소 감소했으나, 올해는 온라인 교육 및

평가를 도입하는 것은 물론 코로나19로 어려움을 겪고 있는 산업체와 회원사의 고통분담 차원에서 온라인 교육비를 대폭 인하함으로써 코로나19 이전 수준으로 회복하였다.

항목	2017년	2018년	2019년	2020년	2021년
교육과정(개)	27	30	39	28	38
교육회차(회)	78	88	108	63	94
교육수강생(명)	3,025	3,558	4,425	1,300	4,818

표 1. 교육 현황

교육 내실화 추진

1. 수요조사 실시

2020년 온라인 교육의 도입과 시험, 교정 분야 측정불확도 추정 교육의 통합 운영 등 교육 수요에 변동요인이 발생함에 따라 내실 있는 교육 운영을 위해서는 KOLAS 공인교정기관을 대상으로 다음해 교육과정별 교육수요 설문조사가 필요했다. 이러한 수요조사 결과를 기반으로 연간 교육일정을 수립하고, 미개설 교육과정 개발의 우선순위를 정함으로써 보다 체계적인 교육계획 수립이 가능하게 되었다.

인정항목 중분류		협회 교육
101	복사선의 주파수	(미개설)
102	선형치수	KASTO 길이
103	각도	
106	기타 길이 관련량	
104	형상	KRISS 형상/복합형상
105	복합형상	
201	질량	KASTO 질량/부피
206	부피	
202	힘	KASTO 힘/토크
203	토크	
204	압력	KASTO 압력
205	진공	KRISS 진공
207	밀도	KRISS 밀도
208	점도	KRISS 점도
209	유체유동	KASTO 유체유동
210	경도	KASTO 경도
211	충격	KRISS 충격
301	시간/주파수	KASTO 시간/주파수
302	속도/회전수	
401	직류	KASTO 전기
402	저항, 용량 및 인덕턴스	
403	교류 및 교류전력	

2. 신규과정 개설

협회는 현재 22개 정밀측정교육을 통하여 36개 중분류 인정항목에 대한 교정 실무교육을 실시하고 있다. 올해 교육 수요조사에 따라 내부심사자교육과 진공 분야 정밀측정교육을 개설하였고, 내년에는 광통신/매질특성 분야 정밀측정교육을 신규로 개설할 계획이다. 신규 정밀측정교육과정 개발에 소요되는 비용과 교육인원이 적어 발생하는 손실액은 한국표준과학연구원과 함께 적립하고 있는 교육발전기금에서 지원하고 있다.

인정항목 중분류		협회 교육
404	기타 직류 및 저주파측정	KASTO 전자파
405	저주파 전자기장	
406	RF 측정	
407	전자기장의 세기 및 안테나	(미개설)
501	접촉식 온도	KASTO 접촉식 온도
502	비접촉식 온도	KASTO 비접촉식 온도
503	습도	KASTO 습도/수분
504	수분	
601	음향	KRISS 음향/진동
603	진동	
602	수중음향	(미개설)
701	광도	KRISS 광도/복사도
702	광원 및 검출기	
703	매질특성	(22 예정)
704	광통신	
801	방사선	KRISS 방사선/중성자
803	중성자	
802	방사능	KRISS 방사능
901	화학분석	KRISS 화학분석
902	메디컬 기준 측정 실험실	(미개설)
계	42개 중분류	KASTO 12개 교육과정 협약교육 10개 교육과정

표 2. KOLAS 인정항목(중분류)별 정밀측정교육 현황

3. 교육시간 개편

협회는 그동안 교육과정에 따라 3일 또는 4일 교육과정을 운영해 왔으나, 올해부터는 KOLAS 전문인력 양성기관 지정 및 교육과정 운영요령(KOLAS-R-005) 7.5항 교육시간 및 교육과정의 구성에 따라 평가사 교육은 37시간, 내부심사자교육, 공통교육, 전문교육은 18시간으로 전면적으로 개편하여 운영하고 있다. KOLAS 공인교정기관은 교육시간 개편에 대하여 86.9%가 찬성하는 것으로 조사되었다.

4. 온라인 교육 및 평가

협회는 '코로나19 확산방지를 위한 KOLAS 온라인 교육 지침('20.4.20)'에 따라 실시간 온라인 교육을 위한 영상장비와 온라인

교육 솔루션을 갖추고, 정밀측정교육의 실습을 대체하기 위한 교정실무 동영상 71편을 제작하여 온라인 교육을 실시하고 있다. 또한, KOLAS 및 KAS 인정기관 종사자의 자격유지를 위해 온라인 평가 시스템을 구축하여 운영하고 있다. 온라인 교육은 시간과 공간의 제약에서 자유롭고 상대적으로 비용이 적게 들며 비대면 교육과 반복 교육이 가능하다는 장점이 있지만, 수강생 관리의 한계에 따른 학습효과 저하와 교육내용 변경에 대한 신속한 대응의 어려움, 실습 교육의 한계를 해결해야 한다는 단점을 가지고 있다.

그럼에도 불구하고, 최근 코로나19와 같은 감염병 확산 등 비상상황을 고려한다면 적합성평가 분야 전문인력 양성을 위한 온라인 교육 및 평가는 앞으로도 불가피할 것으로 보인다.



그림 2. 온라인 교육

5. 강사역량 강화

최근 협회 홈페이지 Q&A를 살펴보면 산업체에서 측정불확도에 대한 관심이 높아지는 것을 확인할 수 있다. 측정불확도를 이용한 품질관리 방법과 측정기 선정 및 합부판정 기준 등 다양한 현장의 목소리가 담겨있다. 측정불확도 평가는 1970년대 말 국제도량형국(BIPM)에서 측정표준기관 사이에 시행하던 국제비교에서 각국의 측정값의 불확실성을 평가하기 위해 논의되기 시작해, 1993년 발간된 측정불확도 표현지침(GUM : Guide to the expression of uncertainty in measurement)이 2008년 ISO/IEC Guide 98-3 국제표준으로 발간되었다. 현재는 측정학계에서 가장 권위가

높은 ‘측정학 지침에 관한 합동위원회’(JCGM : Joint Committee for Guides in Metrology)와 ISO 기술관리위원회(TMBG : Technical Management Board)에서 발간을 담당하고 있다.

협회는 교육 강사의 역량을 강화하기 위해서 올해부터 강사 워크숍을 추진하고 있다. 특별히 올해는 국제표준에 따른 측정불확도 교육을 위해 측정 분야별 개론을 담당하는 강사와 측정불확도 강사를 초청하여 ‘강사와 함께하는 측정불확도 한마당’ 자리를 마련해 측정불확도 관련 퀴즈를 풀고, 서로 다른 견해에 대한 토론을 진행하였다. 내년에도 강사 스킬과 관련한 주제를 가지고 교육 강사 워크숍을 진행할 계획이다.



그림 3. 강사 워크숍

측정 종합 교육원으로 도약을 위한 도전

1. 적합성평가 종합 교육기관으로의 도약

정부는 올해 적합성평가의 신뢰성을 제고하고, 적합성평가 기관의 경쟁력 강화 및 국민안전·복지를 위해 적합성 평가 관리 등에 관한 법률을 시행했다. 또한 2022년부터는 KOLAS(한국인정기구)와 KAS(한국제품인정기구)를 통합 운영할 계획이다. 의료, 항공, 건설, 문화예술 분야는 중장기 교육정책을 지원하기 위해 협회 또는 대학교를 전담 교육기관으로 지정하여 의료기사, 의약품 제조관리자, 항공종사자, 기술사, 유원시설 안전관리자 등 전문인력을 양성하고 있다.

백년지대계(百年之大計)인 교육이 적합성평가 발전을 위한 근본초석을 마련하기 위해서는 전담 교육기관 지정 및 운영이 필요하다. 협회는 적합성평가 전담 교육기관으로 역할을 수행하기 적

합한 역량을 확보하고 있다. 2000년부터 일부 교육과정*을 제외한 모든 분야의 KOLAS 전문인력 양성기관으로 지정받았으며, 2010년부터 KAS 전문인력 양성기관으로 지정받아 제품인증기관 종사자 및 평가사 양성 교육을 전담하고 있다. 협회는 그간의 교육운영 경험을 바탕으로 나머지 7개 교육 분야에 대한 KOLAS 전문인력 양성기관 지정 확대를 신청하고, 기존의 교육기관과 협약교육 등의 방식으로 협력하여 명실상부한 적합성평가 종합 교육기관으로 다시 태어날 계획이다. 이로써 사무국은 위탁교육에 따른 문제를 해결하고, 적합성평가 중장기 교육정책 수립 및 운영을 지원할 동력을 갖게 될 것으로 기대되고 있다.

* 밑줄은 내부교육

구분	교육기관	평가사	내부심사자	종사자		보수
				운영실무	전문	
KOLAS	KASTO	시험, 검사, 교정	17025(교정)	17020, 17025(교정)	측정불확도, 정밀측정교육	평가사, 종사자
	KAB	시험, 검사	-	17020, 17025(시험)	측정불확도	평가사
	KOTICA	시험, 검사	-	17020, 17025(시험)	측정불확도	종사자
	KCL	-	17025(시험)	17020, 17025, 17034, 17043	측정불확도	종사자
	KTR	-	17025(시험)	17043, 15189	측정불확도, 표준물질인증요건	-
	KTL	-	17020(검사)	17025(교정, 시험)	측정불확도	종사자
	KTC	-		17020, 17025	측정불확도	종사자
	CPS	-	17020(검사)	-	-	-
KAS	KASTO	17065 (제품인증)	17065 (제품인증)	17065 (제품인증)	17065 (품질책임자, 인증책임자, 인증 담당자)	평가사, 종사자

표 3. KOLAS / KAS 전문인력 양성기관 지정 현황

* 표준물질 생산기관, 메디컬 시험기관, 숙련도시험 운영기관에 대한 평가사 양성교육과 운영실무교육 및 표준물질 인증요건 전문교육(7개 과정)

2. 측정기술 사이버 연수원(e-KASTO)으로 도약

협회는 코로나19 전염병 확산에 따른 경제, 사회, 문화, 스포츠 등 모든 분야에서의 피해와 이를 이겨내기 위한 도전에 직면하고 있다. 교육 분야도 이와 다르지 않다. 코로나19 팬데믹 상황에 대비한 스마트 혼합교육 등 새로운 훈련방식에 대한 필요성이 대두되고 있는 것이다. 지속 가능한 전문인력 양성교육을 위해서는 화상강의, 원격 훈련콘텐츠, 학습관리시스템(LMS) 등의 활용이 필수적이다.

협회는 KOLAS 교정 분야 전문인력의 교정기술 역량강화를 위하여 22개 정밀측정 교육과정을 운영하고 있으며, 이를 통해 36개 중분류 교정기관 종사자들의 자격유지에 필요한 실무교육을 지원하고 있다. 하지만 시간적 제약으로 인해 인정항목 중분류 중 대표적인 측정기 3~6종에 대한 교정 실무교육만 가능하 다보니, KOLAS 공인교정기관과 산업체에게는 보다 다양한 측정기에 대한 교정 실무교육이 요구된다. 그러나 그럼에도 불구하고 측정기 개별 수요는 교육과정을 개설할 만큼 충분하지 못하다 보니 교육과정 확대에는 한계가 있는 실정이다. 이에 협회는 KOLS 공인교정기관과 산업체를 대상으로 어떤 측정기에 대한 교정 실무교육이 필요한지를 조사하여, 협회가 발간하고 있는 428종의 표준교정절차서를 기반으로 교정실무 교육 콘텐츠를 개발할 계획이다. 또한 최근 산업체에서 이슈가 되고 있는 측정불확도 평가, 측정불확도를 활용한 의사결정 규칙 및 적합성 진술, 측정관리 시스템의 이해 등에 대한 온라인 교육 콘텐츠를 개발하여 무상으로 보급할 계획이다.

중소기업은 인력난으로 인해 종사자에 대한 역량강화를 위한 비용과 시간을 투자하는 것이 큰 부담이 될 수밖에 없다. 이를 지원하기 위해서는 시간적, 공간적 제약이 적은 LMS(교육관리시스템)을 통한 자기 주도적 학습역량을 강화할 필요가 있다. 아울러 산업체 종사자의 교육 참여를 높이기 위해서는 기존의 인지도가 높은 온라인 교육관리시스템(LMS)을 임대하여 운영하고, 충분한 온라인 교육 콘텐츠가 개발과 인지도 확보 시점에서 협

회 자체 교육관리시스템을 구축 운영하는 전략이 필요하다. 이러한 노력을 통해 장기적으로는 국내 유일한 측정기술 사이버 연수원을 확보하고, 측정 관련 종사자의 측정기술 역량강화에 이바지 할 수 있을 것으로 기대한다.



그림 4. 미국 A2LA e-러닝 예

3. 측정기술 보급을 위한 협업 및 홍보

협회는 2018년부터 과학기술정보통신부 이공계 전문기술 연수사업을 통해 취업 준비생을 적합성평가 전문인력으로 양성하고, KOLAS 공인 교정/시험기관 및 품질관리 담당 산업체에 우수인력의 취업을 연계해 왔다. 높은 취업률과 연수사업 경험에 따라 스마트 로봇, 스마트 팩토리, ICT, 차세대 반도체 등 미래 유망산업 분야 등에 대한 신규 커리큘럼 확대 요구가 잇따르고 있다. 그런데 연수사업 확대를 위해서는 몇 가지 선행 조건이 필요하다. 첫 번째가 교육시설의 확보이고, 두 번째가 취업 매칭을 위한 기업 확보이며, 마지막이 해당분야 커리큘럼 개발이다. 아무리 훌륭한 교육과정을 개발한다고 해도 연수생을 받아 줄 기업이 없다면 연수사업의 지속적 운영을 보장할 수 없다. 이에 협회는 2년 내에 교육시설 확보가 가능할 것으로 예측하고, 연수사업 확대를 위한 커리큘럼과 채용약정기업 발굴을 추진할 계획이다.

협회는 앞으로도 식품, 보건, 안전, 환경, 의료, 건설 및 과학 기술 분야의 발전을 위하여 관련 부처 또는 관련 부처 산하 단체와 협력하여 측정의 소급성 확보의 중요성(측정기 교정), 측정불확도 평가 방법, 측정불확도를 이용한 적합성 진술 방법, KS Q ISO/IEC 17025에 따른 시험기관, 교정기관의 운영 방법, ISO/IEC 17065에 따른 제품, 프로세스 및 서비스 인증기관의 운영 방법 등에 대한 홍보와 교육을 지속해 나갈 계획이다. 



로봇과 인간

- 협동로봇 안전인증 체계에 대하여 -

글 | 이동혁 한국산업기술시험원

1. 협동로봇

1.1 로봇

로봇의 초기 개념은 사람과 유사한 모습과 기능을 가진 기계의 종류로 발전되어 왔으나, 현재는 인공지능(AI)와 로봇(Robotics)이 융합되어 연구계, 학계, 산업계 및 안전, 서비스에 따라 다양한 형태와 정의로 로봇을 통칭하고 있다. 하지만 현재의 로봇 정의에서는 기구의 형태나 축 수 보다는 자율성(Autonomy)을 가장 큰 특징으로 하는 것이 분명해 보인다. 로봇의 시작이 사람의 형태와 기능을 모사함으로써 탄생한 것처럼 로봇은 항상 인간과 함께하기 위해 발전하였으며, 이미 다양한 분야에서 우리 인간의 공간에 자리 잡고 있으며 그 영역이 급속하게 커지고 있다.

1.2 협동로봇



그림 1. 협동로봇 설치 작업장

앞선 로봇의 정의에 비해 협동로봇(Collaborative robot)은 다소 협소한 의미에서의 협동로봇이라 할 수 있다. 대부분의 로봇은 처음부터 인간과 협업/협동을 고려해 개발될 것이다. 그에 비해 여기서 언급되는 협동로봇은 자동적으로 제어되고 재프로그램될 수 있는 3개의 축 이상의 다목적 매니퓰레이터(manipulator)를 가진 산업용 로봇(Industrial robot) 중에서도 인간

과 작업공간을 공유하며 협동 운용이 가능한 로봇을 말한다. 즉 현재는 협동로봇이 무인로봇카페, 셰프봇, 서빙로봇, 방역로봇 등 다양한 서비스를 위한 로봇으로 발전하고 있지만, 불과 몇 년 전까지만 하더라도 산업용 로봇의 일부로 생산현장에서 인간과 함께 일하면서 작업효율과 생산성을 극대화시키기 위한 로봇으로 개발되고 발전되어 왔다. 이러한 협동로봇의 정의에는 산업용 로봇과 구별되는 협업 기능이 포함되어야 하는데, 반대로 생각해보면 산업용 로봇은 인간과 함께 작업공간을 공유하기에는 어려움이 있음을 확인할 수 있다. 이는 인간과 로봇의 작업공간을 분리하거나 공유하기 위해서는 인간의 안전 확보가 최우선으로 확인되어야 하며, 인간의 안전을 보장할 수 있는 로봇을 만들고 이를 확인하는 것이 지속적으로 중요해지고 있다는 것을 뜻한다.

2. 협동로봇 안전인증 - 산업안전보건법

2.1 국제표준

로봇과 관련된 국제 표준은 국제표준화 기구 ISO/TC 299에서 다루고 있으며, 산업용 로봇 표준인 ISO 10218-1, ISO 10218-2에 협동로봇과 관련된 안전기능의 내용이 포함되어 있다. ISO 10218-1은 로봇 자체에 대한 제품으로써의 안전 요구사항들을 포함하고, ISO 10218-2는 로봇에 그리퍼, 툴과 같은 말단장치를 부착한 로봇 시스템과 작업장에 대한 안전 요구사항에 대한 내용을 포함한다. 현재 활용되고 있는 표준은 2011년 개정된 문서로 검토주기를 맞아 많은 부분 수정·개선됐으며, 그 개정판은 2022년 공개될 예정이다. 2022년 개정판에서는 위험성 평가와 기능안전(functional safety)에 대한 내용이 좀 더 구체적으로 기술되고, 보안과 네트워크에 대한 요구사항이 추가됨으로써 협동로봇을 포함한 산업용 로봇의 안전 요구사항이 강화될 예정이다. 이에 맞추어 국내에서는 한국로봇산업협회가 COSD간사기관으로 활동하면서 국내 산학연 로봇전문가 중심의 대응위원회를 운영하면서 적극적인 의견 제시하는 동시에 국내 로봇제조사들이 개정된 표준에 대한 선제적 대응이 가능하도록 돕고 있다.

국제표준 ISO 10218-1, ISO 10218-2에서 요구되는 안전 요구사항들의 특징은 로봇과 로봇시스템의 안전기능에 대한 이중화를 포함하여, 위험성 평가, 고장/수명, 모든 부품에 대한 관련 표준을 준수하는 것을 명확히 하고 있다.

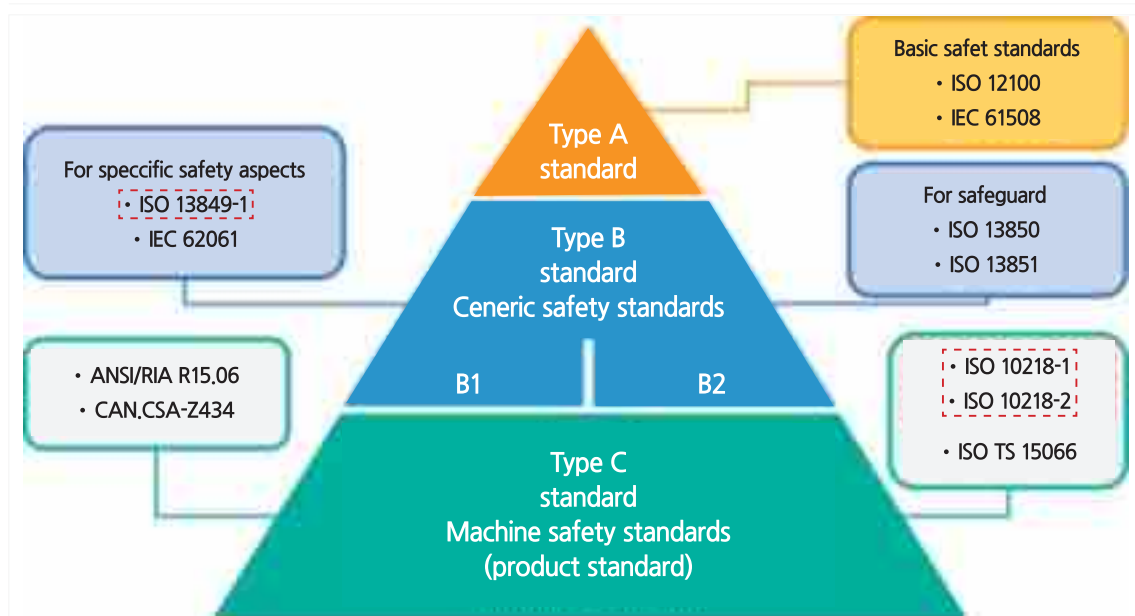


그림 2. 산업용 로봇 관련 국제 표준

2.2 국내 안전인증 체계 현실

국내에서는 현재 산업용 로봇은 자율안전확인신고 대상이며, 설치 작업장은 안전검사를 의무적으로 해야 하는 산업안전보건법 제36조에 해당하는 대상이다. 협동로봇도 산업용 로봇의 일부로 포함되어 있기 때문에 동일한 안전인증을 거쳐야만 산업현장에서 사용할 수 있다.

이에 따라 안전보건공단에서는 2016년 관련 법규를 개정하여, 국내외 인증기관으로부터 ISO10218-2 및 KS B ISO10218-2에 해당하는 제3자 안전인증을 받을 경우 협동로봇과 협업이 가능하도록 하였다. 설치단계에서 필요한 ISO10218-2에 대한 인증은 한국로봇산업진흥원에서 협동로봇 설치 사업장 안전인증 제도를 마련하였으며, 그 외에도 로봇사용자협회에서 설치인증을 수행하고 있다. 또한 관련 유관기관에서도 로봇보급 확대를 위한 다양한 방법을 모색하고 있다.

그러나 로봇 제품에 대한 ISO 10218-1에 대한 국내 인증기관이 부재하여 모두 해외 인증기관을 통해 인증을 받고 있는 현실이다. 게다가 로봇 작업장 설치 시 안전을 위해 반드시 추가 설치되는 라이트 커튼, 안전매트와 같은 방호장치가 안전인증 대상으로 편입되어, 로봇 보급 확대에 따라 신모델이 급격히 출시될 경우 방호장치에 대한 안전인증 수요에 대응하기 어려운 것이 현실이다. 따라서 국산 방호장치에 대한 기능안전 설계기술 및 시험인증이 반드시 필요한 실정이다.

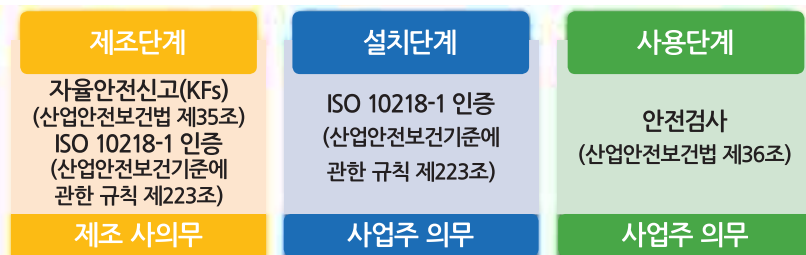


그림 3. 산업안전보건법에 따른 협동로봇 제조사와 사용 사업주의 의무사항



그림 4. 로봇 안전 방호 장치

3. 로봇 안전인증 체계 정책 방향

산업용 로봇의 안전인증은 관련 국제표준의 개정, 국내 로봇산업의 급격한 확대, 국민 안전의 공감대 확산 등을 위해 반드시 필요한 체계임은 분명하다. 그러나 앞서 언급한 것과 같이 국내 인증기관의 부재로 인해 산업 발전에 어려움이 있어서, 한국산업기술시험원에서는 2021년 ‘협동로봇 안전인증 및 위험성 실증 기반구축’ 사업을 통해 2025년까지 로봇 안전인증 체계를 구축하고 안전인증 서비스를 수행할 예정이다. 또한 로봇 설치 작업장 인증이나 새로운 서비스 적

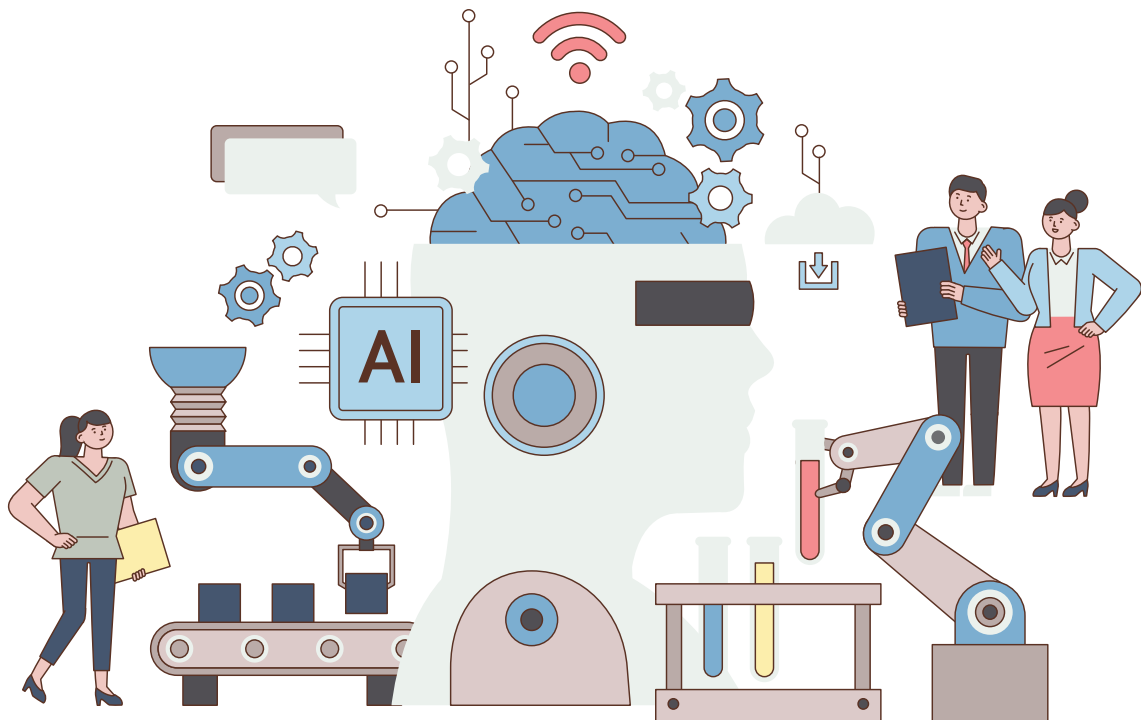
용에는 위험성 평가에 기반한 자기적합성선언처럼 절차를 간소화하면서도 안전한 로봇 보급을 손쉽게 할 수 있도록 다양한 방안을 찾고자 유관기관을 중심으로 노력하고 있다.

이러한 산업용 로봇의 안전인증 요구조건이 세프봇, 택배/배달로봇, 방역로봇과 같은 서비스 로봇에도 많은 부분 적용될 가능성이 높기 때문에 서비스 로봇을 개발하는 제조사에서는 안전한 로봇을 설계 단계에서부터 고려하여 좀 더 인간과 가까운 곳에서 편의를 줄 수 있는 로봇을 만들 수 있길 기대한다.

4. 마무리

사람과 유사한 모습과 기능을 가진 로봇의 초기 개념으로 인해 로봇이 많이 친근하게 느끼는 사람들이 많은 것은 긍정적이지만, 산업용 로봇의 경우 작업자의 생명을 위협하는 무서운 기계가 될 때도 있다. 따라서 안전한 로봇은 인간과 함께 하기 위한 필수 사항이며, 이를 위해 로봇 제조사는 책임감 있는 연구개발에 힘써야 한다.

이미 로봇은 공장을 넘어 우리 생활 속으로 그 영역을 확장하고 있으며, 가까운 미래에는 더욱 많은 로봇을 거리, 학교, 아파트, 식당, 호텔 등에서 마주치게 될 것으로 보인다. 그러므로 로봇과 인간이 같은 공간을 공유할 수 있도록 안전요구 사항을 확인, 검증하는 것이 매우 중요해질 것이며 공유공간은 더욱 넓어질 것이다. 더욱이 최근 국내 대기업에서 로봇 사업을 적극 추진하고 미래 먹거리로 투자를 확대하고 있는 만큼 2022년은 국내 로봇이 더욱 주목받을 것으로 기대된다. **IK**



시간 여행

글 | 박용기 한국표준과학연구원 명예연구원, 과학칼럼니스트

코로나19 때문에 어떻게 지냈는지도 모르게 한 해가 가고 또 겨울을 맞게 되었다. 많은 사람들에게 이제까지 살아오면서 어쩌면 가장 힘들고 어려운 시간일 것 같다. 그래서 오래도록 이 기억들은 지워지지 않을 것만 같다. 그래도 인생을 좀 살아온 사람이라면 겨울 속에서도 다가올 봄을 생각하면서 추운 겨울을 견뎌낼 수 있을 것이다. 꽃 사진을 찍는 나 역시 사진에 담은 꽃들이 사라진 추운 겨울이 되면 지난 해 그리고 그 전 해의 사진 폴더들을 돌아보면서 언제쯤 어디에 무슨 꽃이 피었는지를 둘러보면서 새 봄에는 어떤 사진을 찍을까 생각하곤 한다. 과거로의 시간 여행을 떠난다고 할 수 있을 것이다.



어린 날의 기억들

이런 시간 여행을 하다 문득 나의 과거로의 시간 여행의 끝 지점은 언제쯤일까 하는 생각을 한 적이 있다. 아무리 생각을 해 보아도 나에겐 초등학교 입학식이 종착역인 것 같았다. 커다란 흰 손수건을 가슴에 달고 시골 학교 운동장에서 여자 선생님과 친구들을 수줍게 만났던 희미하지만 제법 구체적인 장면이 떠올랐다. 물론 이마저 편집되고 왜곡되어 있겠지만 그 이전의 어린 시절은 거의 기억해 낼 수가 없어 아쉬웠다.

“왜 아주 어릴 적 기억은 완전히 사라져 버리는 것일까?” “그렇다면 어린아이들은 얼마나 오래전까지 과거로의 시간 여행을 할 수 있을까?” 이런 의문이 들어 몇 년 전 만 4살이 된 외손녀에게 혹시 지난봄에 한 일들이 기억나는지 물어본 적이 있다. 꽃을 좋아하는 이 아이가 바로 전 해의 봄 어린이집을 다녀오면 외할머니와 함께 산책을 하면서 민들레, 제비꽃, 썬바귀, 애기똥풀, 그리고 강아지풀 등 봄꽃을 꺾어와 화병에 꽂아 놓기를 좋아하였었기에, 얼마나 기억하는지를 알고 싶었기 때문이었다. 그런데 처음엔 기억이 잘 나지 않는다고 하였다. 그래서 지난봄의 이야기를 해주었더니 민들레를 꺾었던 기억은 난다고 하였다.

연구에 의하면 이 정도의 어린아이들도 꽤 어릴 때의 일들을 기억할 수 있으며 대략 2년 전까지의 기억을 가지고 있다고 한다. 하지만 어른이 되면 초기의 기억을 잃게 되어 기억해 낼 수 있는 최초의 기억은 보통 3.5세 정도의 기억이라고 한다. 그 이전의 기억이 사라지는 현상을 ‘아동기 기억상실’이라고 하는데, 이러한 현상에 대해서는 여러 가지의 설명들이 있다. 예를 들어 기억의 저장 장치도 덜 완성되어 있어 많은 부분이 기억으로 형성되지 못할 뿐만 아니라, 저장된 기억들을 다시 끄집어내는 데 필요한 뇌신경들의 연결 또한 발달하고 있는 상태이기 때문에 후에 더 많은 정보가 기억으로 쌓였을 때 초기의 기억을 찾아낼 수가 없기 때문이라는 설명이다. 심

리학자인 패트리시아 바우어는 3살배기의 기억을 ‘분류 기능이 없는 이메일 박스’와 같다고 비유하였다. 아무렇게나 뒤섞여 가득 쌓인 이메일 정보를 이름이나 제목 혹은 날짜 별로 분류할 수 없다면 그 안에 들어 있는 내용을 찾아내기란 여간 어려운 일이 아니기 때문이다.

그런데 최근의 연구에 의하면 최초의 기억 시기에 영향을 주는 것은 어릴 때 자란 환경도 중요하다고 한다. 취학 전에 엄마가 과거의 경험에 대해 자세하고 구체적으로 묻고 설명해주는 가정에서 자란 청소년들은 그렇지 못한 아이들보다 훨씬 더 어릴 때까지를 기억하였다고 한다. 지난 경험에 대해 감성이 가미된 스토리 형태의 대화는 어린아이들로 하여금 보다 확실한 기억을 만들어 주기 때문이라는 설명이다. 일반적으로 여성들이 남성들에 비해 더 어릴 때까지를 기억하는 경향이 있는데, 이 또한 딸이 아들보다는 엄마와 이러한 형태의 대화를 더 많이 하게 되어 어릴 때의 기억을 잘 만들어 놓았을 가능성이 높기 때문이다. 뉴질랜드 원주민인 마오리족의 경우 어른이 되어도 평균적으로 2.5세까지를 기억한다고 한다. 이는 이들이 스토리가 있는 이야기 방식으로 어린아이들과 과거에 대해 나누는 문화가 있기 때문이라는 설명이다.



아동기 기억상실

캐나다 토론토에 있는 아픈 아이들을 위한 병원(Hospital for Sick Children)의 뇌신경학자인 폴 프랭크랜드(Paul Frankland)와 쉬나 조셀린(Sheena Josselyn) 부부가 이끄는 연구팀은 어린 시절의 기억을 잃게 되는 ‘아동기 기억상실’에 대한 단서가 될 연구 결과를 2014년에 발표하였다. 그들은 다 자란 성체 쥐에서 새로운 신경 세포 생성을 연구하였는데, 해마라는 뇌 부위에서 새로운 신경세포가 증가될 때 설치류들의 기억력이 얼마나 증가되는지 궁금하였다. 하지만 그들의 연구 결과는 연구팀의 원래 생각과는 정반대였다. 즉 새로운 신경세포가 증가하면, 동물들의 기억이 증가하는 것이 아니라 더 많은 것을 잊어버리게 만들었다. 처음에는 모순처럼 보였지만, 설명이 가능한 현상이라는 것을 알게 되었다.

새로운 뇌신경 세포가 성체의 해마에 통합될 때 그 신경세포들은 기존의 확립된 기억의 회로에 통합되게 된다. 만일 그 회로에 저장된 정보가 그대로 있어 새로운 신경세포의 회로와 더 복잡하게 얽히게 된다면 그 정보에 접근하기는 더 어려워지고 만다. 해마는 뇌에서 장기간의 기억이 저장되는 곳이 아니기 때문에, 오래된 정보를 지우고 새로운 정보를 덮어쓰도록 함으로써 새로운 환경과 상황에 더 잘 적응할 수 있도록 만든다. 즉 새롭게 추가된 뉴런은 오래된 기억을 지우고 새로운 기억을 위한 길을 열어주는데 유용한 역할을 하게 된다는 것이다.

연구진은 신생아 쥐와 성인 쥐를 반복적인 전기 충격을 통해 전기 충격을 받는 환경을 두려워하도록 훈련시켰다. 그런데 유아 쥐는 훈련 후 단 하루 동안만 부정적인 경험을 기억하는 반면, 성인 쥐는 몇 주 동안이나 부정적인 기억을 유지했다. 이 차이는 신경 증식의 차이와 관련이 있을 것으로 생각되었다. 즉 유아 쥐는 새로운 신경 증식이 성체 쥐에 비해 활발하기 때문에 기억이 빨리 지워졌기 때문이다.

연구팀은 학습 후 새로운 뉴런의 성장을 유전적 및 화학적으로 억제시켰더니 갓 태어난 쥐도 두려움을 더 오래 기억하는 것을 발견했다. 한편 성체 쥐의 경우, 뉴런 증식을 촉진하는 것으로 알려진 활동인 4~6주간의 규칙적인 운동을 시켰더니 이전에 배웠던 공포의 지속 기간이 감소되었다.

기억과 망각

프랭크랜드 연구팀의 연구 이전에도 미국 스크립스 연구소의 론 데이비스(Ron Davis)의 초파리 연구나 캐나다 맥길대학의 올리버 하트(Oliver Hardt)의 쥐 연구 등을 통해 망각은 기억을 위한 능동적 과정의 하나임이 밝혀졌다. 2012년 데이비스는 초파리의 기억에 관한 연구를 수행하였는데, 이 연구를 통해 도파민이라는 신경전달물질이 망각하는데 필수적이라는 사실을 발견했다.

그 후 하트는 쥐에서도 비슷한 현상을 발견했다. 연구자들은 뇌신경 사이의 연결 강도가 높아지면 기억이 포유류의 뇌에 암호화되어 저장된다는 것을 알고 있었다. 이러한 연결의 강도는 신경과 신경을 연결하는 부위에 위치한 좁은 간격인 시냅스에서 발견되는 특별한 수용체의 양에 의해 결정된다. AMPA라고 알려진 수용체는 기억이 온전하게 유지되기 위해 일정 수준으로 유지되어야 한다. 하지만 그들은 이 수용체가 안정적이지 않고 시냅스 안에서 끊임없이 움직이며 몇 시간 또는 며칠 안에 크게 바뀐다는 사실을 알았다. 이런 경우 기억은 사라지게 된다. 이는 망각이 능동적 과정임을 시사한다고 그들은 생각했다. 그렇다면 AMPA 수용체가 없어지는 메커니즘을 차단하면 망각을 예방할 것이다. 실제로 그들이 쥐의 해마에서 AMPA 수용체 제거 메커니즘을 차단했을 때, 쥐들은 물체의 위치를 잊어버리지 않는다는 것을 발견했다.

뇌 연구자들은 사람의 뇌도 비슷한 방식으로 동작할 것으로 생각한다. 캐나다의 신경회로와 기계학습을 연구하는 블레이크 리처드스(Blake Richards)는 새로운 경험을 일반화할 수 있는 우리의 능력은 적어도 부분적으로 우리의 뇌가 통제된 망각을 하기 때문이라고 말한다. 만일 어떤 사람이 공원에서 갑작스럽게 개의 공격을 받는 사건을 경험했다고 하자. 이 사람이 개가 갑자기 움직여서 으르렁거리고 물려고 달려들었던 기억뿐만 아니라, 개의 늘어진 귀, 주인의 티셔츠의 색깔, 그날 태양의 각도와 같은 모든 세부 사항을 기억한다면, 이러한 세부적 기억은 미래에 또 다른 개의 공격에 효과적으로 대처하기 위한 경험의 일반화를 방해하게 된다. 반면 세부 사항을 버리고 중요한 요지만 기억한다면 새로운 상황에서도 빠르게 대처할 수 있게 된다. 즉 공격 전 개의 갑작스러운 움직임이나 으르렁거림 등 일반화된 핵심사항만 기억하는 것이 다른 환경에서도 빠르게 대처할 수 있게 만든다.

특별히 뛰어난 자전적 기억력을 가진 사람(Highly superior autobiographical memory, HSAM)이나 심각한 자전적 기억력 결핍증(severely deficient autobiographical memory, SDAM)의 사람에 대한 연구에서도 이러한 경향을 알 수 있다. HSAM을 가진 사람들은 그들의 과거에 대해 아주 상세하게 모든 것들을 기억한다. 예를 들어 과거의 어떤 특정한 날에 자신이 입었던 옷이나 차림새 등을 정확히 묘사할 정도다.



그러나 이렇게 과거의 자신에 관한 정보를 기억하는 뛰어난 능력에도 불구하고, 이러한 사람들은 정상적인 사람들에 비해 특별한 성취를 이루지는 못하는 경향이 있으며 오히려 강박적인 성향이 더 큰 경향이 있다.

한편 자신의 과거에 대한 기억력이 현저히 저하된 SDAM을 가진 사람들은 그들의 삶에서 특정한 사건들을 생생하게 기억하지 못한다. 또한 그들은 미래에 무슨 일이 일어날지 상상하는 데에도 어려움을 겪는다. 그러나 이러한 사람들은 추상적인 사고를 요하는 직업에서 특히 잘 적응하는 경향이 있는데, 이러한 능력은 그들이 많은 기억들로부터 짓눌리지 않기 때문일 것으로 추정된다. 이러한 사람들은 문제 해결 능력이 우수하다.

HSAM이나 SDAM 같이 기억력에 있어 특별한 사람들뿐만 아니라 보통 사람들에게 대해서도 망각에 대한 연구가 중요하다는 것을 연구자들은 말한다. 영국 케임브리지 대학의 앤더슨 교수팀은 기능성 자기 공명 영상장치(fMRI)와 자기 공명 분광장치(MR spectroscopy)를 이용해 해마의 억제 신경전달물질인 가바(GABA, γ -아미노뷰티르산) 수치의 변화를 통해 능동적 망각에 대한 연구를 수행하였다. fMRI 장치는 뇌 안의 혈액 흐름을 관찰하고, 자기 공명 분광장치는 화학적 변화를 측정할 수 있는 장치다. 특정 생각을 떨치려고 시도하는 실험 참가자들을 검사해 본 결과 가바 수치가 높을수록 전두엽 피질이 해마를 더 많이 억제하고, 더 잘 잊어버린다는 것을 발견했다. 즉 능동적인 망각은 뇌의 특정 신경전달물질인 가바와 연관되어 있다는 것을 발견하였다.



이러한 앤더슨 팀의 연구는 그동안 잘 이해할 수 없던 뇌질환 치료에도 해답을 제공한다. 항불안제인 벤조디아제핀이라는 약은 가바 수용체의 기능을 높여 불안감을 줄여주는 데 도움이 된다는 사실을 오래전부터 알고 있었지만, 왜 그런지는 정확히 알 수 없었다. 하지만 앤더슨팀의 연구 결과 전두엽 피질이 해마에게 생각을 억제하도록 명령할 때 뇌에서 가바의 농도가 높아진다면 그 명령이 보다 효과적으로 작동하게 된다는 것을 알게 되었다.

이처럼 지난 10년 동안 연구자들은 망각을 중요한 연구의 대상으로 보기 시작했다. 앤더슨은 “진화는 기억하는 미덕과 잊어버리는 미덕 사이에서 우아한 균형을 이루었다”라고 말한다. 적응하기 위해서 우리는 기억하고 또 더 잘 기억하기 위해 망각한다. 앞으로 망각에 대한 이해가 더 많이 진전되면 망각의 오작동으로 발생하는 알츠하이머병에 대한 대처 방법도 보다 효과적이 될 것이다. [IK](#)

지난 2012년부터 집필해 온
저의 <과학 칼럼>을
이번 글을 마지막으로 마칩니다.
그동안 애독해주신 독자들에게
진심으로 감사를 드립니다.

맛있는 화학 ‘달고나’에 숨겨진 달달한 원리

달고나의 열기기 뜨겁다. 변화가 입구에서 달고나를 만들어 파는 상인을 마주치던 것은 분명 어제오늘의 일이 아닌데 ‘오징어 게임’의 여파인지 이제 곳곳에서 그 풍경을 볼 수 있을 정도다. 더욱이 온·오프라인 할 것 없이 ‘달고나 세트’가 유통되는 만큼 직접 만들어 볼 가능성이 있다면 그 원리를 체크해 제대로 즐겨도 좋을 것 같다.

하얀 설탕 속 ‘숨겨진 세상’

설탕을 불로 녹여 만드는 음식 달고나는 일정량의 설탕을 국자에 담아 가열해 먹었던 추억의 간식이다. 본래는 설탕 아닌 큐브 모양의 포도당 블럭을 사용했으며, 이를 열에 가하니 ‘설탕보다 달구나’하다가 ‘달고나’로 부르게 됐다고 한다. 그러나 상온에 지속적으로 노출될 경우 곰팡이가 생기는 단점 때문에 사



용을 꺼리다가 자연스레 시장에서 사라졌다고. 대신 설탕을 넣어 만든 ‘뽑기’라는 것이 서서히 ‘달고나’로 굳어 졌으며, 넷플릭스 드라마 ‘오징어 게임’의 열기가 한창인 최근에는 ‘Dalgona’라는 명칭으로 전 세계에 알려져 있다.

고분자인 설탕은 160도 이상의 열이 가해지면 내부의 수분이 유리되어 저분자 포도당으로 분해된다. 이때 가열을 유지하면 수분은 이탈하고 분자결합 상이도 변화가 생겨 갈색의 끈끈한 질감이 생긴다. 그리고 여기에 식소다를 넣으면 수분과 열의 반응으로 방출되는 이산화탄소가 다공층을 형성함으로써 지나치게 단단하지 않으면서도 부드러운 질감을 유지하도록 해 준다. 이후 밝은 갈색이 돌면 가열을 멈추고 식혀 각종 모양의 틀로 찍어내는 재미와 달달한 맛을 함께 즐길 수 있는 달고나가 완성된다.

‘캐러멜화 반응’으로 풍미 더해져

달고나란 ‘설탕을 녹인 것에 소다 가루를 넣고 막대로 저은 후 판으로 누른 캐러멜 일종의 설탕 과자’로 정의된다. 달고나의 주재료인 설탕($C_{12}H_{22}O_{11}$)은 포도당 분자($C_6H_{12}O_6$) 1개와 과당 분자($C_6H_{12}O_6$) 1개의 글리코시드 결합으로 연결된 이당류(二糖類, 단당류 분자 두 개로 이루어진 물질)인데, 글리코시드란 두 종류의 당 분자 사이에서 수산기(hydroxyl group, $-OH$)가 반응해 물 분자(H_2O)가 제거되면서 만들어진 새로운 화합물의 총칭을 뜻한다. 포도당 분자 1개와 과당 분자 1개가 결합($C_{12}H_{22}O_{11} + C_{12}H_{22}O_{11}$)한 $C_{12}H_{24}O_{12}$ 에서 수산기 반응으로 H_2O 가 빠진 $C_{12}H_{22}O_{11}$ 을 분자식으로 갖게 되는 설탕도 그 예다.

국자에 담긴 채 가열되는 하얀 설탕은 서서히 갈색을 띄며 변해간다. 이는 설탕이 워낙 온도 변화에 민감해 나타나는 현상으로, 높은 온도에서 분해되거나 불규칙적으로 결합하는 당 분자는 아미노산 없이 산화 반응하며 고분자를 만들어 내기 때문이다. 그리고 이때 일어나는 갈변 현상을 ‘캐러멜화(caramelization)’라고 하는데, 캐러멜화를 거친 설탕은 그 전보다 더 깊고 진한 풍미를 갖게 된다.

설탕이 소다를 만났을 때



국자에 있는 설탕이 진한 갈색을 띄면 이제 소다를 넣고 저어 준다. 그러면 녹아있던 설탕이 부풀어 오르면서 비로소 우리가 알고 있는 달고나가 완성된다.

일명 소다라 불리는 달고나의 핵심 재료 ‘탄산수소나트륨

($NaHCO_3$)’은 베이킹파우더의 원료이기도 하다. 이것을 달궜진 설탕에 넣으면 ‘열분해 반응’이 일어나는데 열분해 반응이란 열을 가했을 때 화합물 속에 약하게 연결되어 있던 분자들이 분해되면서 성질이 다른 두 가지 이상의 물질을 만드는 반응을 말한다. 탄산수소나트륨인 하얀 소다가 가열되면 탄산나트륨과(Na_2CO_3)와 물(H_2O)과 이산화탄소(CO_2)가 만들어진다. 그 결과 진갈색이던 설탕액은 황토색의 걸쭉한 질감은 물론 휘발성이 강한 이산화탄소로 인해 부풀어 오르며 비로소 맛깔스런 달고나로 거듭나는 것이다.

달고나 커피 속엔 ‘물 반 공기 반’



달고나 커피란 인스턴트 커피가루와 뜨거운 물, 설탕을 1:1:1 비율로 넣고 크림이 될 때까지 수백 번에서 수천 번 저어 차가운 우유나 따뜻한 우유에 올려 먹는 커피음료를 말한다. 그런데 맛과 색, 모양 등이 비슷해 달고나 커피라는 이름이 붙여졌을 뿐 엄밀히 말해 이때 쓰이는 크림을 달고나라고

할 수는 없다. 그렇다면 달고나 커피 속 크림에 들어 있는 화학 원리는 무엇일까?

달고나 커피를 만들기 위해서는 원두가 아닌 인스턴트커피 가루를 사용해야 한다. 인스턴트커피 가루는 원두에 비해 많은 단백질을 함유하고 있는데 이를 물에 넣고 섞을 경우 꼬여 있던 단백질의 구조는 일시적으로 풀어진다. 이어 친수성 아미노산은 물과 결합하고 소수성 아미노산은 공기와 결합하게 되면서 용액 속에서는 거품이 만들어진다. 여기에 설탕을 첨가하면 거품은 당분으로 인해 점성을 형성할 뿐만 아니라 저으면 저을수록 공기의 유입이 많아지면서 점점 쫀쫀한 쫀쫀한 상태가 되는 것이다.

같은 듯 다른 ‘달고나 크림’

달고나와 달고나 커피의 크림은 모두 기체로 인해 부풀다는 점에서 동일하다. 그러나 달고나의 팽창 요인이 이산화탄소라면 달고나 커피의 크림은 마구 휘젓는 과정 중 들어가는 일반 공기를 그 요인이라 할 수 있다. 즉 단백질·설탕·물의 혼합물을 여러 번 저어야 만들어지는 달고나 커피의 크림은 단백질의 변형과 공기의 유입이 동시 발생하는 가운데 설탕이 전체적인 구조를 안정화시킴으로써 보다 쫀쫀한 상태로 만드는 것이다. **IK**

건축물도 무너뜨리는 힘, **공명(共鳴)**

소리, 기계적 진동, 전자기파에 의해 일어나는 공명은 때로 다리가 무너지거나 건물이 흔들리는 위험을 초래한다. ‘소리’, ‘바람’, ‘진동’ 등의 요소들이 공명을 일으켰던 역사 속의 위험한 순간들을 살펴본다.



사건 1.

기원전 1400년 경 이스라엘의 여리고성 함락

예루살렘 북동쪽 35km, 요르단 강과 사해가 합류하는 북서쪽 15km 지점의 도시 여리고. 애굽에서 종으로 살던 히브리 민족이 출애굽을 시도했다더니 여리고성 앞에 멈춘다. 성 안의 사람들은 성문을 굳고 일체의 출입을 삼갔지만 결코 두려움 때문이 아니다. 그리 쉽게 뚫릴 성도 아니거니와 고작 노예였던 사람들의 행군 따위에는 관심이 없을뿐더러 그저 성가서서다.

그런데 통과해 지나쳐 갈 것 같았던 저들의 행동이 기이하다. 묵묵히 성 주위를 돌기만 하는데 멀쩡하던 사람까지 미쳐나갈 지경이다. 그리고 다음 날.

고요한 밤 울려 퍼진 함성과 나팔 소리에 그 견고하던 여리고성은 무너지고 만다.

사건 2.

1831년 영국 맨체스터의 브로턴다리 붕괴

1826년 영국 맨체스터에는 이제 막 고안된 최신공법을 토대로 지은 현수교 ‘브로턴 다리’가 놓인다. 이후 5년의 시간이

흐른 어느 날 인근에 주둔하고 있던 영국군 소총부대원의 병사 74명은 병영을 향해 발을 맞춰 질서정연한 행진을 하고 있었다. 그런데 다리가 흔들리기 시작하더니 이내 케이블을 지탱하던 철제 기둥마저 쓰러져 간다. 곧이어 아직 다리 위를 걷던 40여 명의 병사들이 강물에 빠지지만 다행히 (물 깊이가 60cm정도인 이유로) 사망자는 없다.

사건 3.

1940년 미국 워싱턴의 타코마대교 붕괴

1940년 7월 완공된 ‘타코마대교’는 길이 853m로 당시 세계에서 세 번째로 긴 다리에 이름을 올린다. 이는 ‘해협’이라는 지형을 고려해 바람이 다리 위아래로 나뉘어 흐르게 하면서도 초속 53m의 강풍에도 무사하도록 설계, 화제가 됐던 다리다. 그런데 별 것 아닌 바람에도 흔들리곤 하더니 고작 개통 넉 달 만에 무너져 내린다. 사고 직전 다리를 건넌 사람의 증언에 따르면 당시 주행이 불가능할 정도로 진동이 너무 심했으며, 차에서 빠져나와 걸었으나 구불거리는 다리가 얼굴을 치는 바람에 500m 가량을 기어 이동했던 것으로 전해진다.

사건 4.

1850년 프랑스에서 발생한 앙제다리 붕괴

1850년 프랑스에서는 483명의 군인들이 다리를 건너가고 있었다. 길이 102m, 폭 7.2m 현수교인 이 다리로는 늘 병사들이 지나다녔으며, 그날 아침에도 이미 2개 대대가 통과했던 것으로 알려져 있다.

그러나 세 번째 대대가 군가를 부르며 발 맞춰 다리 초입에 들어서자 때마침 강한 바람이 불더니 대책 없이 흔들리기 시작한 다리는 이윽고 무너져버린다. 이 사고로 술 취한 듯 비틀거리던 모든 병사 중 226명이 다리 밑으로 사라진다.

사건 5.

2011년 서울 테크노마트의 흔들림

서울 광진구에 위치한 테크노마트, 지하 6층~지상 39층짜리 복합 전자유통센터인 이 건물은 12층 높이의 '판매동'과 39층 높이의 '사무동'이 연결된 구조다. 1994년 10월 착공해 1998년 3월 완공된 이래 서울 동부 한강변의 '랜드마크 빌딩'으로 떠오른 바 있다.

지난 2011년 7월 5일에 있었던 테크노마트의 흔들림은 수 천 명의 상인들과 소비자들을 대피시키며 불안에 떨게 했다. 전문가들은 이 소동의 원인을 사무동에 입주해 있던 운동시설에서 비롯된 것으로 봤는데, 그 시각 12층에 위치해 있던 피트니스센터가 '태보' 수업을 진행한 것으로 밝혀졌기 때문이다. 태보란 태권도 동작을 응용한 운동으로, 당시 해당 시설에서는 수강생 23명이 강사의 구령에 맞춰 태보를 하면서 발 구르는 동작을 반복하고 있었다고 한다.

외력 진동수와 고유 진동수가 일치할 때 커지는 힘

이 사건들의 범인이 모두 공명(共鳴)이다. 공명이란 '특정의 고유 진동수를 지닌 물체가 그와 같은 진동수를 가진 힘을 주기적으로 받을 경우 진폭과 에너지가 크게 증가하는 현상'을 뜻한다. 다시 말하면 다리나 건물이 주기적인 힘을 받아 고유 진동수만큼 진동하게 되면 소리나 바람과 같은 요인도 건물을 무너뜨릴만한 힘을 발휘하게 된다는 얘기다. 결국 여리고성의 함성과 나팔소리, 브로턴다리-앙제다리 위 병사들의 발맞춤, 타코마대교 주변의 별 것 없던 바람, 테크노마트 수강생들의 발 구름의 진동수가 각 구조물의 고유

진동수와 일치를 이루게 되다 세기가 약했던 파동이 갑자기 큰 힘으로 증폭됐던 것이다.

생활 속 공명

위의 예들을 보면 공명현상은 교량, 건물 등을 위협하게 만들거나 사람들에게 불편을 끼치는 것으로만 생각하기 쉽지만 그렇지 않다. 세탁물의 탈수 과정에서 그 예를 볼 수 있다고 한다.

세탁기의 통은 회전속도에 따라 본체에 규칙적인 충격을 가하게 된다. 그런데 빠르게 회전할 때(세탁기의 고유진동수와 달라서) 세탁기에 별다른 영향을 주지 못하던 세탁통은 탈수가 마무리 되어 회전 속도가 줄어들면 심하게 흔들리면서 충격을 가하게 된다. 왜냐하면 바로 이때가 세탁통의 진동수가 세탁기의 고유 진동수와 일치하는 순간이기 때문이다. 바이올린 등과 같은 현악기의 연주에도 공명의 원리는 적용된다. 즉 현악기는 울림통의 재질과 형태에 따른 고유 진동수와 그 줄의 진동수가 일치될 경우 서로 공명, 더욱 크고 아름다운 소리를 내게 되는 원리다. 고가의 악기로 연주하는 소리가 보다 좋게 들리는 이유가 바로 여기에 있다.

텔레비전이나 라디오 역시 공명의 원리가 없다면 제대로 들릴 수 없다. 방송국들의 고유한 주파수(진동수)에 각자의 라디오나 TV의 주파수(진동수)를 맞춰 공명해야만 비로소 우리는 방송국이 고주파에 실어 송출하는 음성이나 영상 신호를 받을 수 있기 때문이다. **IK**



새로운 세상으로 열리는 '변화'의 문 어떻게 열고 들어갈 것인가?

<메타버스 비긴즈>



‘메타버스’란 ‘3차원의 가상 세계’를 의미하는 신조어다. 이는 1992년 닐 스티븐슨(Neal Stephenson)이 출판한 SF소설 ‘스노우 크래쉬(Snow Crash)’에서 처음 등장한 것으로 알려져 있지만 코로나19로 인한 비대면 문화의 확산으로 요즘 더욱 이슈화되고 있는 용어이기도 하다. 다만 스노우 크래쉬에서는 고글과 이어폰을 쓰고 접속하는 ‘3차원 가상세계’가 ‘메타버스’로 묘사되는 반면 요즘의 ‘메타버스’는 가상현실보다 더 확장된 개념을 뜻한다.

스노우 크래쉬 이후 메타버스는 2003년 린드 랩(Lindn Lab)에서 발표한 게임 ‘세컨드 라이프(Second Life)’가 인기를 끌면서, 2008년 구글이 메타버스 서비스 ‘라이브리(Lively)’를 운영하면서 다시 한 번 주목을 받게 된다. 짧은 기간이었지만 사용자들은 아바타를 통해 다양한 장소에서 타인과 소통할 수 있는 플랫폼을 경험했던 것으로 평가되고 있다.

이렇듯 ‘가상현실 게임’의 인상이 강했던 메타버스가 이제는 현실세계와 같은 사회·경제적 활동이 통용되는 ‘또 다른 공간’으로 떠오르는 추세다. 그러나 코로나 상황에 급하게 떠밀리는 감이 없지 않다보니 누군가에게는 여전히 이해하기 어려운 개념이며 접근하기 두려운 대상인 게 사실이다.

<메타버스 비긴즈>는 우리에게 이렇듯 생소한 메타버스의 모든 것을 분야별로 간명하게 풀어내며 산업 및 사회 혁신의 방향을 제시하고 있다. 기존의 책들과 달리 메타버스를 개별 비즈니스에서 각각의 산업과 공공 및 사회의 영역으로까지 확장, 기술적·경영학적 분석을 시도함으로써 차별화된 새로운 내용을 담아내고자 했다. 소프트웨어정책연구소에서 메타버스, 가상융합(eXtended Reality), 인공지능 연구에 매진하고 있는 저자는 이를 위해 풍부한 메타버스 혁신 사례와 이론, 분석을 바탕으로 메타버스의 기원과 성장 과정, 미래의 변화, 메타버스 이면까지의 전방위적 조망을 시도한다.

특히 메타버스로 인한 가상융합경제의 도래, 산업지형의 변화와 함께 경제가치의 진화 등을 다양한 각도에서 분석하며, 전 산업에 걸쳐 메타버스 전환 전략을 체계적으로 안내하고 있다. 국내외 사례를 통해 플랫폼, 기술혁신, 투자 측면에서도 메타버스가 어떻게 비상할 것인지에 대해 살펴보는 것은 물론이다. 특별히 인간과 공간, 시간을 재구성해 사업 기회를 창출하는 법, 미래 경쟁력 확보의 길을 제시하고 있는 것이 인상적이다.

책은 ‘진짜 메타버스를 만나는 시간’, ‘메타버스의 빛과 그림자를 함께 이야기하는 시간’, ‘모두를 위한 메타버스를 이야기하는 시간’이라는 내용으로 구성되어 있다. 이를 통해 저자는 유한한 현실 너머의 메타버스에서 새로운 것을 경험하며 새로운 희망을 품고 성취함은 물론, 그 성취가 다시 현실로 이어지는 선순환을 말하려는 것이다. 곧 특정 개인이나 기업이 아닌 ‘모두가 함께’ 공감하며 이야기하고 꿈을 이룰 수 있기를 희망하는 것이며, 경계도 없고 한계도 없는 메타버스로의 승선을 제안하는 것이다.

메타버스는 어떻게 산업과 사회를 변화시키는가? 메타버스의 그림자는 무엇인가? 개인과 기업, 정부는 무엇을 해야 하는가? 이에 대한 답변과 함께 독자는 혁명 시대를 기회로 만들 아이디어를 기대해도 좋다.

〈NFT 레볼루션〉



‘블록체인’, ‘암호화폐’라는 이름에 어느덧 익숙해지는가 싶더니 ‘NFT’라는 새로운 용어가 등장했다. ‘Non-Fungible Token’의 머리글자로 조합된 NFT는 말 그대로 ‘대체불가의 토큰’을 말한다. 지난 3월 디지털 아티스트 비플(Beeple)의 NFT 콜라주 작품이 세계적인 경매 업체 크리스티에서 무려 800억 원 넘는 금액에 낙찰돼 화제가 된 데다(본지 192호 ‘포커스’ 내용 참조), JYP 등 엔터 업계에서도 NFT를 활용해 다양한 콘텐츠를 내놓았다. 국민 서비스로 통하는 카카오 역시 블록체인 자회사인 그라운드X를 통해 NFT 거래 플랫폼을 구축하고 일반 대중을 모으는 중이다. 문화재와 유물 5,000여 점을 보유한 것으로 알려진 간송미술관도 지난 8월말 ‘훈민정음해례본’을 100개의 NFT로 만들어 개당 1억 원에 판매한 것으로 전해진다. 디지털 아티스트나 마니아들 사이에서 유행하던 NFT가 점점 다양한 영역으로 뻗어가며 주류 트렌드로 자리 잡고 있는 것이다. 미술, 음악, 게임, 부동산 등 유·무형의 다양한 자산들의 소유권과 거래내역을 블록체인에 저장한 디지털 파일을 뜻하는

NFT는 1:1 맞교환이 가능하다. 하지만 기존 화폐나 암호화폐 등과 달리 NFT는 각각의 자산이 고유의 값을 지니고 있어 상호 대체할 수 없는 데다 원본 증명도 할 수 있다. 일반인도 쉽게 거래할 수 있으며 현금화 가능한 것도 투자 수단으로 각광 받는 이유다.

종류도 활용도 무궁무진하다. 디지털 세상에만 존재하는 자산(디지털 미술 작품, 디지털 음반, 모바일 이벤트 티켓 등)과 실물로 존재하는 자산(갤러리에 전시된 작품, 금, 빌딩 등)은 물론 개념적 자산(투표권, 관심이나 주목, 평판 등) 모두 NFT로 제작하고 거래할 수 있다. 게다가 메타버스가 경제 시스템으로 NFT를 적용하고 있어 해당 시장은 앞으로 더욱 활성화될 것으로 기대된다. 다만 전 세계의 돈이 몰리는 급성장 시장이다 보니 각종 소문과 괴담이 존재하는 것이 사실이다. 예술부터 유통, 금융 분야의 산업까지 아우르고 있어 꼭 맞는 정보를 찾는 것도 쉽지 않다.

〈NFT 레볼루션〉은 이렇듯 정의할수록 복잡해지는 NFT의 의미를 다양한 관점에서 쉽게 풀어내고 있다. 이 책의 저자들은 먼저 블록체인·암호화폐 등 새로운 기술에 대한 해설을 제공한 뒤 비즈니스 접목 사례와 시장 전망을 제시하고자 한다. 아울러 그림·오디오·영상 등 다양한 분야 창작자들이 이 새로운 기술로 어떤 트렌드와 새로운 가치를 만들고 있는지에 대한 설명을 더한 것이 인상적이다. 따라서 이 책은 NFT를 둘러싼 현상뿐만 아니라 그 이면의 가치 변화까지 함께 살펴보기에 좋다. 제목처럼 NFT를 혁명(Revolution)이라 부를 만한 거시적인 전망과 분석도 꼼꼼하게 들을 수 있다. 혹자는 NFT가 소유권이 발생할 수 있는 모든 분야에서 거래 혁명을 일으킬 거라고 말한다. 또 다른 이는 디지털 자산 시대의 신흥토큰이라 하고, 누군가는 NFT 덕분에 거대 유통사나 플랫폼을 거치지 않은 순수 창작자 시대가 열릴 것이라고도 한다. 그러나 저자들은 말한다. “아직 우리는 NFT가 제시하는 수많은 가능성 중 일부만을 보고 있을 뿐”이라고.

급변하는 세상 가운데 앞으로 어떠한 기회와 가치를 발견하면 좋을지 〈NFT 레볼루션〉이 제시하는 통찰을 따라가 보자.

〈변화는 어떻게 일어나는가〉



오랫동안 학자들은 인간 행동도 바이러스처럼 우연한 접촉을 통해 전파된다고 믿었다. 그러나 인간이 새롭게 가지게 될 믿음이나 따르게 될 행동, 그 가운데 지켜질 규범은 질병과는 전혀 다른 방식으로 확산된다. 더구나 이러한 변화들은 개인의 삶을 뒤바꿀 뿐 아니라 기업과 정부, 세계 질서에 거대한 전환을 불러오기 마련이다. 그리하여 우리는 아무도 경험하지 못한 대변혁의 길목에서 묻곤 한다. 도대체 “변화는 어떻게 일어나는가?”

책 〈변화는 어떻게 일어나는가〉는 우리 주변에서 발생하는 크고 작은 변화의 메커니즘을 과학적으로 밝히고 있다. 우리 삶 가운데 변화는 과연 어떻게 일어나는가? ‘찾잔 속 태풍(A Storm In The Teacup, 작은 공간에서 보면 태풍처럼 큰일이지만 주변에 미치는 영향력이나 파급은 거의 없다는 의미의 말)’으로 끝나는 일은 왜 그토록 많으며, 가망 없어 보이던 혁신이 흔들림 없이 자리 잡게 되는 비결은 무엇인가? 논란을 동반하던 홍보 캠페인이 승리를 거두게 되는 것, 비주류의 운동이 세상을 뒤흔들게 되는 것에는 과연 어떤 비밀이 있는가?

20년 넘게 방대한 연구를 이어온 저자는 그 핵심이 소셜 네트워크, 즉 사회적 연결망에 있음을 증명하고자 한다. 이를 위해 저자는 ‘복잡한 전염(complex contagion)’이라는 개념을 고안해낸다. 그리고 소수의 유명 인플루언서와 오피니언 리더가 다수를 움직인다는 통념을 과감하게 뒤집고 “기존의 믿음과 규범을 흔드는 변화일수록 가족이나 친구, 동료처럼 끈끈하게 연결된 관계가 확산의 성패를 좌우한다”고 주장한다. 아울러 “25%가 모이면 집단 전체를 바꿀 수 있다”는 ‘사회 변화의 티핑 포인트’를 통해 조직 문화와 인종 및 성 차별, 정치적 양극화 등 우리 사회의 뿌리 깊은 문제들에 대한 해법을 제시한다. 저자에 따르면 새로운 믿음이나 행동, 규범을 확산시키는 핵심은 소셜 네트워크(사회 연결망)에 있다. 결국 어떠한 혁신의 성패는 그 내용이나 매력도가 아니라, “그것이 얼마나 나의 가족, 친구, 이웃, 동료에게 인정받는가”하는 수용자 입장에서 판단에 달린 것이다. 그렇다면 “얼마나 많은 사람이 결집해야 전체를 변화시킬 수 있는 것일까?” 조직 문화와 인종 및 성 차별, 정치적 양극화, 사회 통제 등 우리 사회의 뿌리 깊은 문제에 대해 고민해 본 사람에게 이 책은 좋은 안내서가 될 것이다. **IK**

교정 품질

제품 신뢰

교정의 품질과 제품의 신뢰는 비례한다



KOLAS 공인교정기관은 교정 능력 및 기술 전문성
공인된 특별역량을 모두 갖추고 국가에서 인정받아
호환 가능합니다.

품질 높은 KOLAS 공인교정,
제품의 신뢰도가 높아집니다.