



MIU 2025 | VOL. 48

MiU

2025 | VOL. 48

technology
in motion™

technology *in* motion™





ACCESS

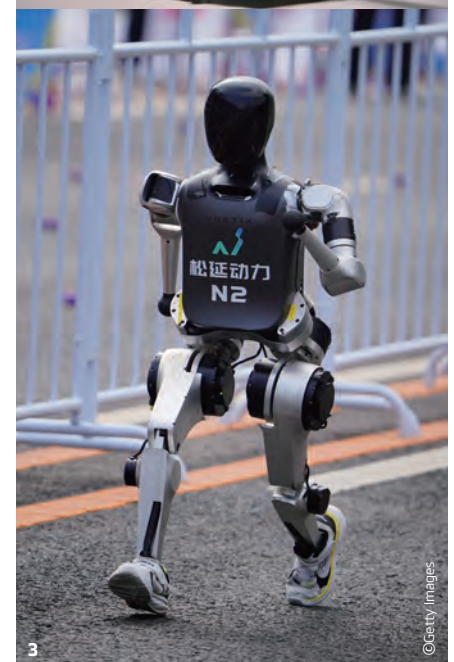


Cover Story

하이테크 매거진 <뮤>는 한국엔컴퍼니그룹이 사회공헌 활동의 일환으로 무료 제공하는 계간지로서 매호 한 가지 테마를 선정해 표지를 디자인합니다. 이번 가을호는 150년 전의 '미터협약'이 국제 표준으로 지정한 두 가지 기준 중 하나인 킬로그램원기에서 모티프를 얻어 천칭에서 사용하는 서로 다른 무게의 분동을 평면적으로 시각화했습니다.

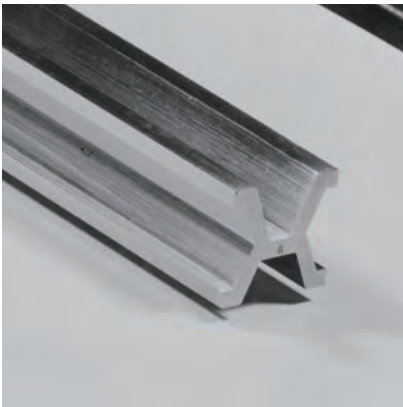
<< (왼쪽 페이지) 지난 6월 국내 최고의 레이싱 팀 한국컴퍼니 선이 뉘르부르크링 24시 내구 레이스에 참가했습니다. '녹색 지옥'으로도 불리는 노르트슐라이페를 포함한 장장 25km의 트랙을 밤새 136랩이나 달린 그들은 완주를 넘어 141대에 달하는 전체 참가 차량 중에서 종합 9위를 차지했습니다.

- 1 동물과 사람, 자연의 힘이 아닌 원동기를 이용한 교통 수단 중 처음으로 실용화된 모명이 철도입니다. 실용적인 증기기관차의 역사는 200년에 달합니다. 미래 철도는 진공 튜브 속을 시속 1000km로 달릴 수도 있을 것입니다.
- 2 자동차의 에너지 효율, 즉 연비(전비는 엔진(모터)의 연료(전기) 소모에만 달린 문제가 아닙니다. 자동차 효율을 향상시키는 세 가지 주요 부품에 대해 살펴봤습니다.
- 3 사상 최초의 휴머노이드 로봇 마라톤 대회가 중국에서 열렸습니다. 마라톤에 참가한 로봇들 중 일부는 성공적으로 결승선을 통과했습니다.
- 4 멸종한 고대 동물의 화석에서 DNA를 추출해 현존 친척 동물의 유전자와 조합해 '복원' 또는 '복제' 또는 '창조'하는 회사가 있습니다. 의견은 분분하지만, 분명한 것은 생명과학 기술의 현재가 30여 년 전 SF 영화 <주라기 공원>에 가까워졌다는 사실입니다.



technology *in* motion™

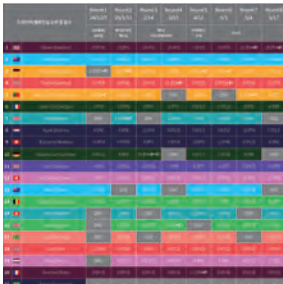
CONTENTS



06
Standards & Foundations



14
Twists and Turns



20
Formula E Standings



22
Approaching the Climax



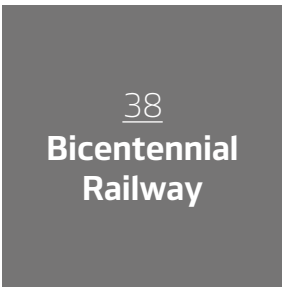
26
Ongoing Challenges



30
Double-handed Round the World



34
Decarbonizing Flight



38
Bicentennial Railway



40
Inspired by Sanskrit



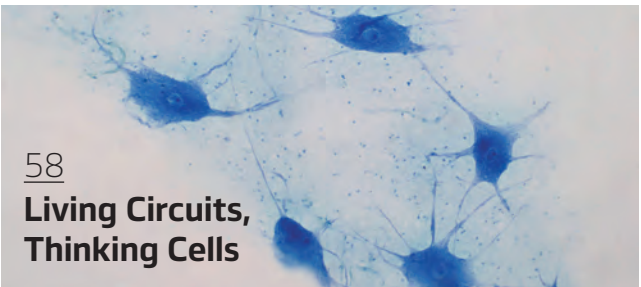
44
The Three Musketeers



50
Fly Underwater



54
Questions, not Answers



58
Living Circuits, Thinking Cells



60
Disable is Nothing



62
Contributors

technology in motion™

MASTHEAD

기간 <유> 2025년 가을호, 통권 제48호, 2025년 9월 8일 발행
정보간행물 등록번호 성남 바 00038, 2016년 8월 18일 등록
발행 한국엔컴퍼니(주) 경기도 성남시 분당구 판교로 286 담당 커뮤니케이션팀 박진만, 윤혜영
편집 제작 (주)가야미디어 유 편집부 02-317-4921
구독 신청 miusurvey.com 주소 변경 및 기타 문의 miu@kayamedia.com
<유>에 실린 모든 콘텐츠의 무단 전재와 복제를 금지합니다.



64
Can We Bring Back



68
The Next, 6G



70
Cellular on the Moon



72
Take Only Good Traits



74
MiU's Choice



SPECTRA

Standards & Foundations

과학기술의 근간은 일단 재는 것부터다. 로빈슨 크루소처럼 혼자 사는 게 아니라면 내가 잴 값이 다른 이가 잴 값과 일치한다는 보장이 있어야 하기에 측정 체계를 통일시켜야 한다. 현대 기술과 문명의 기초가 된 150년 역사의 미터협약을 비롯해 몇 가지 표준 이야기를 간추렸다.

WORDS 안준하 PHOTOGRAPHS 게티이미지, 셔터스톡

01 Metre Convention

2025년은 미터협약(Metre Convention) 150주년이 되는 해다. 기원전 221년 중국을 통일한 진나라 시황제는 폭정으로 악명이 높았으나 일부 긍정적인 평가에 빠지지 않는 것이 도량형 통일이었다. 그만큼 측정 기준의 표준화가 문명의 초석이라는 뜻이기도 하다. 1875년 프랑스 파리에서 각국 대표단이 서명한 미터협약은 국가별·지역별·시대별로 혼재했던 측정 기준을 국제적으로 통일한 도량형 국제조약이다. 미터협약을 통해 측정 분야의 최고 의사결정을 내리는 국제기구인 국제도량형총회(CGPM), 연구와 자문을 담당하는 국제도량형위원회(CIPM), 그리고 실무적으로 표준을 확립하고 보존하는 국제도량형국(BIPM)이 설립됐다. 이때 참가한 나라는 17개국. 현재 회원국은 우리나라를 포함해 64개국이며 준회원국이 37개국이다.

1875년 미터협약에 의거해 제작된 미터원기. 백금(90%)·이리듐(10%) 합금으로 만들어졌다.

◀(앞 페이지) 1967년부터 '1초'는 세슘 원자시계로 측정한다. 앞으로 이터븀이나 스트론튬을 이용한 광학 원자시계(사진)로 대체될 가능성이 높다.

©Ullstein Bild/Getty Images

02 Weights and Measures

미터협약으로 설립된 3대 기구

CGPM, CIPM, BIPM에 공통적으로 들어가는 글자가 P와 M이다. 이는 프랑스어 'Poids et Mesures'의 약자로 영어로는 'Weights and Measures'에 해당하며 우리말로 번역하면 '도량형'이 된다. 1875년 최초의 미터협약에서 규정한 표준은 길이와 질량 두 가지였으며, 길이의 표준인 1m는 지구 자오선을 따라 북극에서 적도에 이르는 거리의 1000만 분의 1로, 질량의 표준인 1kg은 최대 밀도(최소 부피)인 4°C에서 순수한 물 1ℓ의 무게로 정했다. 표준을 실물로 구현한 것을 원기(原器, Prototype)라 하는데 미터원기는 백금 90%, 이리듐 10%의 합금으로 잘 구부러지지



©World News/Getty Images

않도록 단면을 X자처럼 만들었다. 1m를 표시하기 위해 실제 길이는 약간 긴 102cm였으며, 측정 환경의 온도 변화에 따라 미세하게 길이가 변형될 수 있다는 점에서 정확한(당시로서는) 온도계가 함께 제공됐다. 킬로그램원기 역시 동일 소재로 제작된 직경·높이 39mm의 원기둥 형상이었다.

최초의 킬로그램원기는 이중으로 씌운 유리 종 안에 보관했으며 일종의 상징적인 존재로 기능했다. 가끔 있는 실제 측정(저울 보정)용으로도 복제품이 사용됐다.



04 SI Derived Units

기본단위가 고작 7개라고? 아니 그럼 넓이나 부피나 속도나 전압은? 걱정하지 마시라. 표준이자 기초는 단순할수록 효율적이므로 최소한으로 한정했을 뿐이다. 방금 언급한 넓이라든가 부피는 각각 두 변(m²) 세 변(m³)의 길이를 곱해 나타낼 수 있고, 속도는 길이와 시간(m/s)을 바탕으로 표시하며, 전압은 질량·길이(면적)·시간·전류를 이용해 kg·m²·s⁻³·A⁻¹이라는 식으로 계산할 수 있다. 이처럼 7개의 SI 기본단위에서 수식을 이용해 도출되는 파생 단위를 SI 유도 단위(Derived Unit)라고 한다. 과학이나 공학 관련 전공자가 아닌 우리도 딱히 의식하지 못한 채 일상적으로 유도 단위를 사용하고 있는 것이다. 참고로 100여 개의 SI 유도 단위 중 22개는 볼트(V·전압), 섭씨(°C·온도), 라디안(rad·각도), 헤르츠(Hz·주파수), 뉴턴(N·힘), 와트(W·일률)처럼 특별한 이름을 갖고 있다.

포르쉐 카이엔의 계기반에 표시된 단위 중 주행거리(km)는 SI 기본단위고 온도(°C)와 전압(V)은 SI 유도 단위다. 시속(km/h)과 바(bar)는 SI 단위가 아니다.

03 International System of Units

CGPM이 최초의 미터협약에서 규정한 표준은 길이와 질량뿐이었고, 다른 물리량의 표준은 각기 다른 기관이 관리했다(예를 들어 시간은 천문학회가 담당). 1901년에는 미터, 킬로그램에 더해 시간 및 전기 관련 단위 하나를 추가하자는 의견이 나왔다. 그리하여 세 번째 표준 단위로 초(s)가 1921년 채택했으며, 1933년에는 전기 관련 단위를 추가하기로 합의했고 이후 국제전기기술위원회(ICEC)와 협의를 통해 암페어(A)로 결정했다. 다섯 번째 단위 칸델라(cd)는 1948년, 여섯 번째 단위 켈빈(K)은 1954년 비준됐다. 이들 여섯 가지 표준 단위에 국제단위계(SI)라는 이름을 붙인 것은 1960년이며 1971년에는 마지막으로 몰(mol)이 추가됐다. 현재 7개의 SI 기본단위는 미터(m·길이), 킬로그램(kg·질량), 초(s·시간), 암페어(A·전류), 칸델라(cd·광도), 켈빈(K·열역학 온도), 몰(mol·물질량)이다.

암페어(A), 볼트(V), 옴(Ω) 중 하나를 표준 전기 단위로 선정하자는 제안으로부터 실제 암페어가 결정되기까지 50년 가까이 걸렸다. 빈티지 아날로그 전류계.

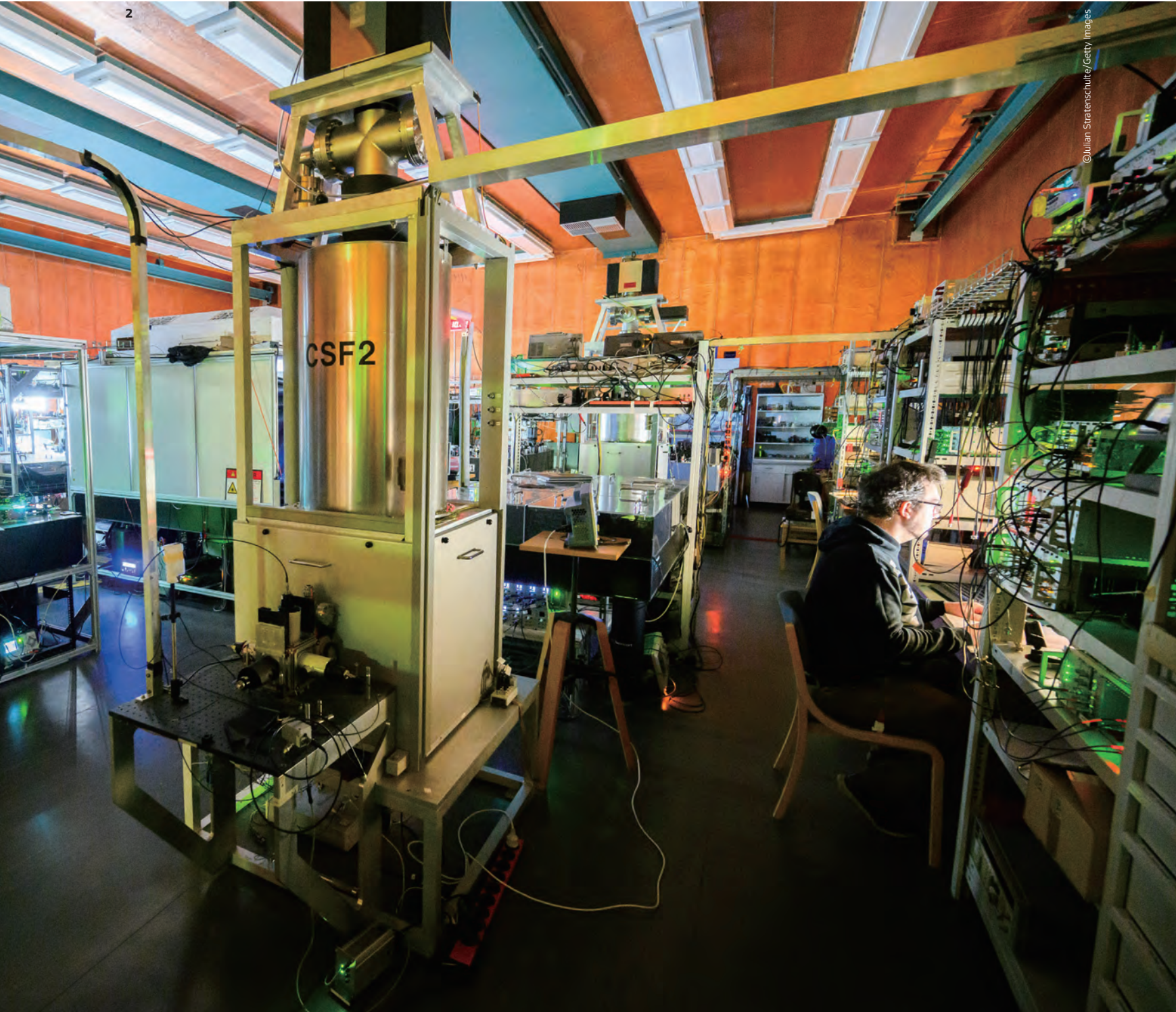


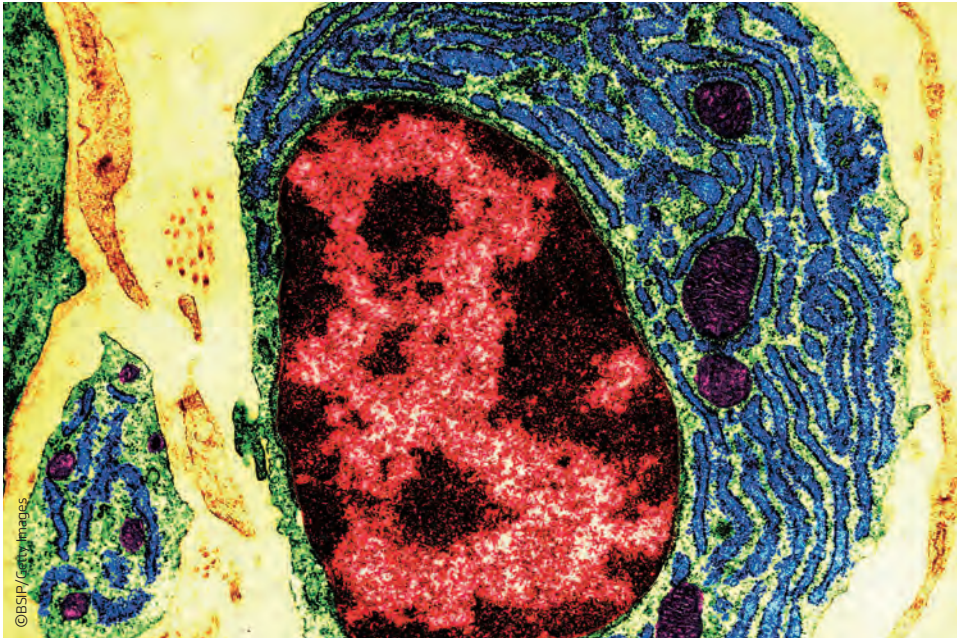
05 Cutting Edges

SI 기본단위는 일단 비준된 뒤에도 과학기술의 발달에 의해 그 정의가 개정되곤 했다. 가장 극적인 변화를 보인 단위가 초(s)다. 처음 비준된 100여 년 전에는 하루를 24시간으로, 1시간을 60분으로, 1분을 60초로 나눠 얻은 단위였다. 즉 1초는 1태양일의 8만 6400분의 1이었다. 이후 천문 관측을 바탕으로 지구의 자전보다 태양을 공전하는 주기가 더 정확하다는 사실에 힘입어 1956년에는 1초를 태양년의 3155만 6925.9747분의 1로 정의했다. 여기엔 1940년대 후반에 개발된, 작동 주파수가 약 100kHz인 쿼츠 시계의 정밀성이 기여했다. 원자시계가 등장한 이후인 1967년에는 세슘 133 원자가 91억 9263만 1770번 진동하는 시간을 1초로 정의했다. 1999년과 2019년 CGPM은 1초를 측정하는 환경과 방법에 대해 좀 더 정밀한 주석을 추가했지만 정의의 기반은 아직 세슘 원자의 진동수다. 빠르면 10여 년 후에는 진동수가 각각 518조·429조 번이 넘는 이터븀 또는 스트론튬 원자시계로 대체될 가능성이 크다.

1 열화상 및 레이저 거리계가 쌍안경 형태로 통합된 제품. 빛의 이동 시간(Time to Flight)을 측정해 거리를 잰다는 원리는 미터를 정의한 기술과 같다.

2 최신(2019년) 개정된 미터의 정의는 빛이 2억 9979만 2458분의 1초 동안 진행한 거리다. 즉 미터를 정의하는 데는 1초를 그만큼 잘게 쪼갤 수 있는 정밀한 시간 계측 기술이 바탕이 된다는 의미다. 독일 연방공과대학(PTB)의 세슘 원자시계.





07 Avoid Confusion

엄밀한 과학 분야인 의학에서도 당연히 SI 규정에 맞는 접두사를 약어 기호로 사용해야 하지만, 의외로 표준 기호—특히 약수—를 일부 무시하는 분야가 의학계다. 아니, 오히려 비표준 기호가 권장되거나 의무화됐다. 의료진 및 환자와 보호자가 혼동을 일으켜 심각한 약물 투여 오류를 겪었기 때문이다. 이에 따라 미국의 의료기관인증위원회(JCAHO)는 의료 종사자에게 마이크로그램을 의미하는 SI 약어 μg 대신 mcg라는 비표준 약어를 공식적으로 사용하도록 의무화했다. μg 과 mg·ng은 쉽게 혼동할 수 있지만 약물의 양은 μg 대비 1000배나 많게·적게 차이 나기 때문이다. 심지어 영국에서는 아예 μg (또는 mcg)와 ng라는 약어를 사용해서는 안 되고 반드시 ‘microgram’과 ‘nanogram’이라고 전체 철자를 적어야 한다. 생명을 다루는 분야라서 그렇다.

과학기술의 발달에 따라 mg(밀리그램: 1000분의 1g), μg (마이크로그램: 100만 분의 1g)을 넘어 ng(나노그램: 10억 분의 1g)이라는 단위로 익숙해졌다. 일반적인 사람의 세포 하나 무게가 1ng이라고 한다. 사진은 섬유아세포.

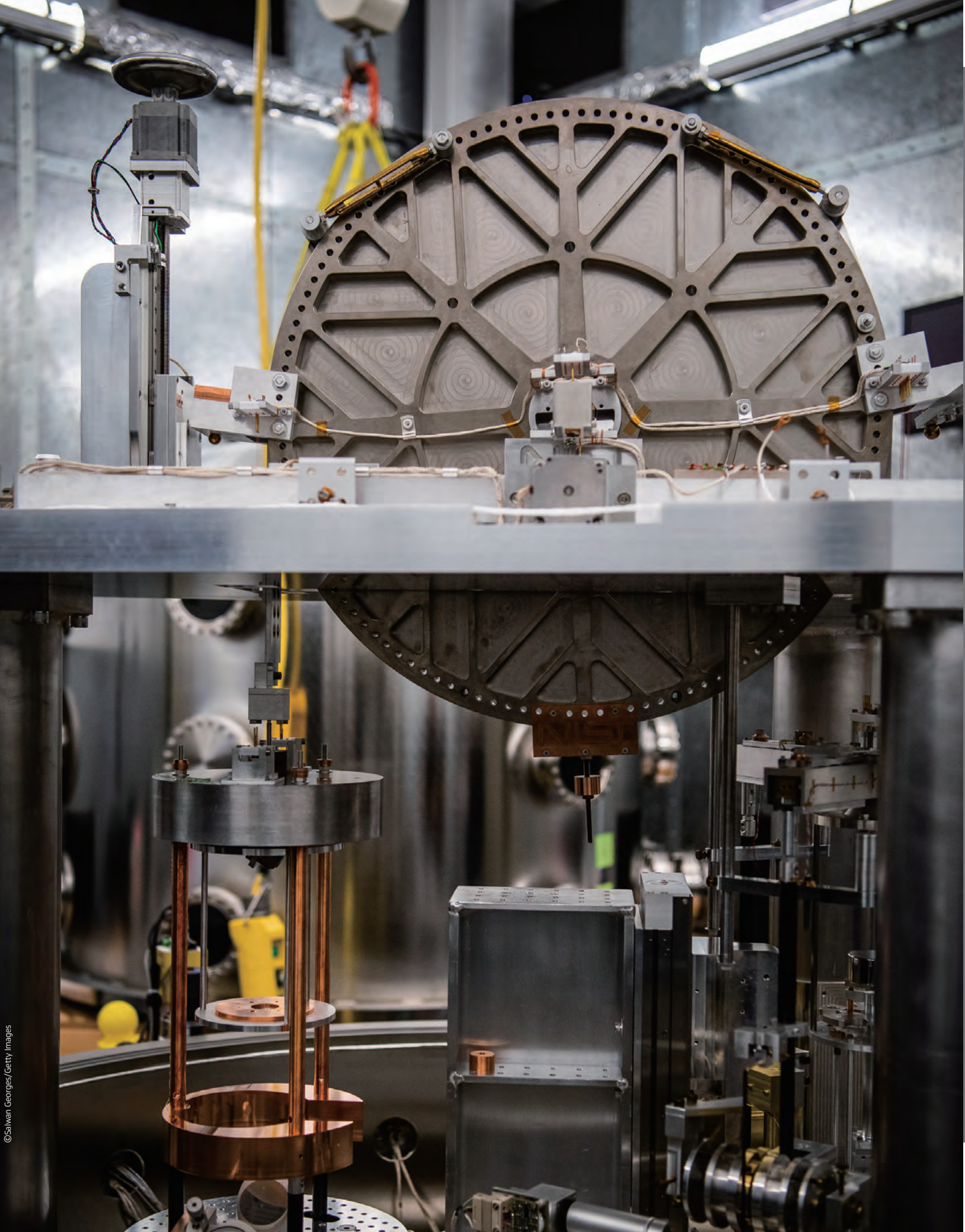


08 For Effect or Biological Activity

약품, 영양제, 건강기능식품의 성분표를 보면 ‘IU’라는 단위가 종종 눈에 띈다. 국제단위(International Unit)를 가리키는 약어인데, 약리학의 표준 체계 중 하나인 것은 맞지만 SI 단위 체계와는 거리가 멀다. IU는 비타민과 호르몬, 백신 등의 일부 생물학적 제제의 정량화를 위해 제정된 단위로, 질량이나 부피 기준과 달리 각기 일정량의 물질이 나타내는 생물학적 효능(활성)을 기준으로 삼기 때문에 물질의 종류마다 1IU의 용량이 다르다. 극단적으로 표현하면 삼겹살 ‘1인분’과 비슷한 개념이다(식당에 따라 1인분이 130g, 150g, 180g, 200g인 것처럼). 같은 1IU라 해도 비타민 A 레티놀이라면 0.3 μg (mcg), 비타민 D는 0.025 μg (mcg), 비타민 E dl-알파토코페롤이라면 0.9mg이다. IU에는 나름대로 존재 의의가 있으니 헷갈린다고 분개하지는 말고, 물리량 대신 효능 단위라고 이해하면 된다.

당뇨병 환자의 혈당 조절을 위해 사용되는 휴몰린 R 인슐린 주사제 앰플 100단위(IU) 제품.

©Salwan Georges/Getty Images



06 Metric Prefix

SI 기본단위는 킬로(10^3), 밀리(10^{-3})처럼 10진수의 배수·약수를 접두사(Prefix)로 붙여 크거나 작은 양을 표현한다. 이 또한 문명의 발달에 따라 인류가 다루는 수의 크기가 점점 커지고 또 작아졌기 때문에 BIPM이 지정한 접두사는 계속 늘어났다. 배수·약수는 미터협약 이후 지금까지 네 번 추가되어 현재 총 24개의 접두사가 지정돼 있다. 지난 2022년에 추가된 배수 2개는 로나(R, Ronna= 10^{27}), 퀼타(Q, Quetta= 10^{30})이며 약수 2개는 롬토(r, Ronto= 10^{-27})와 퀼토(q, Quecto= 10^{-30})다. SI 배수 관련해 재미있는 사실은 유일하게 질량의 단위만큼은 미터협약의 처음부터 킬로(k= 10^3)라는 접두사를 더한 채로 사용해왔다는 점이다. 그렇다면 1킬로그램(kg)의 1000배는 1킬로킬로그램(kkg)일까? 비록 질량의 SI 기본단위가 kg이지만 배수·약수는 어디까지나 그램(g)을 기준으로 붙는다. 따라서 1kg의 1000배인 100만 g은 1메가그램(Mg)이다. 메가그램이라니 어째 낯설다. 우리는 보통 톤(ton)이라고 한다. 

오늘날 킬로그램원기는 표준의 상징으로 물러났고, 실질적인 킬로그램의 정의는 중력과 전자기력을 바탕으로 극도로 정밀하게 질량을 측정하는 킬블 저울(아트 저울)의 몫이다.



Hankook

ABB ENGINEERED TO OUTFIT



Twists and Turns

ABB FIA 포뮬러 E 월드 챔피언십 열한 번째 시즌이 세 주인공을 배출했다.
드라이버를 제외하고 팀과 제조사 챔피언십은 지난 여름호에 실은 9라운드까지의
리포트와 달라졌다. 과연 나머지 6번의 레이스에서 어떤 일이 있었던 걸까?

WORDS 박충제 PHOTOGRAPHS 한국타이어엔테크놀로지, FIA 포뮬러 E





1

Round 10, 11 Shanghai

주춤한 닛산, 올라오는 포르쉐

한국(Hankook) 상하이 E-프리 더블헤더 첫 경기. 하늘은 잔뜩 흐렸지만 다행히 트랙은 적당히 말랐다. 오프닝 랩에서 막시밀리안 쿼터(DS 펜스키)와 테일러 바너드(네옴 맥라렌 포뮬러 E 팀)의 승부는 의외로 싱겁게 끝났다. 올리버 롤랜드(닛산 포뮬러 E 팀)가 빠르게 2위로 올라오면서 바너드가 밀려나 많은 차가 뒤엉켜 있던 중위 그룹에 휘말리며 순식간에 10위로 떨어졌다.

크고 작은 사고가 일어나기 시작하자 니코 뮐러(안드레티 포뮬러 E)가 먼저 피트 부스트를 마쳤고, 이 대로는 중위권에서 탈출할 수 없다고 판단했는지 레이스 반환점인 14랩에 이르자 여러 대의 레이스카가 속속 피트로 들어왔다. 나중에 롤랜드가 피트 부스트를 진행하는 사이 쿼터, 파스칼 베를라인(태그 호이어 포르쉐 포뮬러 E 팀), 로빈 프린스(인비전 레이스)가 차례로 앞질러 갔지만 트랙에 복귀한 롤랜드는 자신이 왜 챔피언십 포인트 1위인지 증명하러

는 양 순식간에 선두를 차지했다. 하지만 그 자리를 오래 지키지는 못했다.

3랩을 남겨두고 어택 모드에 들어간 쿼터가 치열한 싸움에서 승리해 맨 먼저 들어왔고, 장-에릭 베르뉴(DS 펜스키)와 바너드가 그 뒤를 이었다. 4위는 놀랍게도 21번 그리드에서 출발한 댄 틱텀(쿠프라 키로)이 차지했고, 롤랜드는 5위에 그쳤다. 쿼터와 베르뉴가 1·2위로 더블 포디엄을 달성한 펜스키의 완벽한 승리였다.

다음 날 트랙에는 비가 잔뜩 뿌려져 세이프티카와 함께 레이스가 시작됐다. 무려 7랩이나 돌고 세이프티카가 퇴장했지만 모두가 조심스러운 수밖에 없었다. 폴 포지션이었던 닉 캐시디(재규어 TCS 레이싱)가 아이온 타이어로 트랙에 고인 물을 퍼내며 페이스를 올리는 동안 몇몇 드라이버는 미끄러운 트랙 밖으로 나가떨어졌다. 그럼에도 리타이어한 드라이버는 어제의 우승자 쿼터 한 명뿐이었다.

트랙은 좀처럼 마르지 않았고, 타이어가 흠뻑리는 물보라로 시야는 극도로 제한됐다. 레이스는 누군가

를 추월하기보다 트랙션을 붙들고 버티는 자기와의 싸움으로 바뀌었다. 추가로 3랩이 더 주어졌지만, 결국 캐시디가 이번 시즌 첫 승을 굳혔고 3·2번 그리드에서 출발한 포르쉐 듀오가 2·3위를 차지하며 팀 챔피언십에서 닛산을 앞섰다. E-프리 중에서는 드물게 출발 순위와 엇비슷하게 끝난 레이스였다.

Round 12 Jakarta

댄 틱텀의 첫 E-프리 우승

습기와 열기로 가득한 사리나(Sarinah) 자카르타 E-프리의 주인공은 틱텀이었다. 출발과 동시에 5위에서 4위로 순위를 끌어올린 그의 앞에서는 닉 더프리스(마힌드라 레이싱), 제이크 데니스(안드레티 포뮬러 E)가 올 시즌 데뷔한 막강 루키 바너드와 자리다툼을 하고 있었다. 18랩 무렵 변화가 생겼다. 바너드가 벽에 충돌하면서 순위가 급격히 떨어졌다. 게다가 23랩으로 접어들면서 데니스와 더프리스가 서로 충돌하고 말았다. 더프리스는 일단 1위를 지켰으나 데니스는 프런트 윈그이 망가져 뒷줄로 물러났다.



앞에서 두 명이 바뀌는 동안 틱텀은 여전히 자리를 지키며 신중하게 기회를 엿보고 있었다. 레이스 후반 30랩부터 드디어 우승으로 향하는 길이 열리기 시작했다. 그는 우선 에두아르도 모르타라(마힌드라 레이싱)를 밀어내며 2위에 올라섰다. 더프리스가 패스티스트 랩을 기록하며 철저히 경계했지만 틱텀은 서두르지 않았다. 32랩에서 더프리스의 차에 문제가 생겨 트랙 밖으로 물러나자 그는 자연스럽게 1위로 올라섰다.

이번엔 모르타라가 사납게 추격했지만 그는 흔들리지 않았고, 두 번째의 폴코스 옐로 플래그가 지나간 뒤에도 집중력을 잃지 않았다. 시즌 8에 데뷔한 틱텀은 개인 통산 60번째 E-프리 출전이었던 자카르타에서 비로소 첫 우승의 영광을 안았다. 포뮬러 E 데뷔 후 거의 4년간 하위권에서 맴돌던 영국 출신 드라이버에게 영원히 기억될 순간이 각인됐다.

Round 13, 14 Berlin

월드 챔피언 올리버 롤랜드

최근 주춤하고 있지만 롤랜드는 여전히 드라이버 챔피언십 포인트 69점이라는 큰 차이로 2위 베를라인을 따돌리고 있었다. 반면 그가 속한 닛산 포뮬러 E 팀은 이미 팀 챔피언십을 기대하기 힘들어졌고, 다만 닛산이 제조사 챔피언십에서 가까스로 3점을 포르쉐에 앞서고 있었다. 이런 상황에서 한국(Hankook) 베를린 E-프리 더블헤더의 첫 번째 예선에서 미치 에번스(재규어 TCS 레이싱)가 폴 포지션을 차지했다.

데니스가 차량 문제로 출발하지 못한 사이 에번스, 프린스, 쿼터, 안토니오 펠릭스 다코스타(태그 호이어 포르쉐 포뮬러 E 팀), 롤랜드가 선두 그룹을 이루며 첫 번째 랩을 소화했다. 베를라인은 다소 떨어진

- 1 드라이버는 레이스 전에 트랙을 직접 걸어보며 노면 상태를 체크한다. 마세라티 MSG 레이싱의 엔지니어와 협의하는 스토펠 반도른(오른쪽에서 두 번째).
- 2 배터리 용량의 10%를 급속 충전하는 피트 부스트가 올 시즌부터 더블헤더 첫 번째 경기에 적용됐다.
- 3 다른 선수들이 레코드 라인을 따라 코너를 도는 동안 에두아르도 모르타라는 멀찍이 어택 모드 활성화 구간을 통과하고 있다. 50kW의 추가 출력과 사륜구동을 제공하는 어택 모드는 포뮬러 E만의 특징이다.
- 4 베를린 E-프리에서 우승한 미치 에번스. 포뮬러 E는 타이어를 교체하지 않기 때문에 한국타이어가 공급하는 아이온 레이싱 타이어는 젖은 노면에 대응하기 위한 배수성도 갖추고 있다.
- 5 9라운드까지 워낙 큰 차이로 포인트 경쟁에서 앞선 덕분에 후반 7개 레이스에서는 포디엄에 한 번도 오르지 못했음에도 챔피언에 등극한 올리버 롤랜드(맨 앞).

11위를 달리고 있었다. 하지만 5랩이 지나자마자 베를라인이 도약했다. 그는 어택 모드를 활용해 단숨에 5위로 올라왔고, 11랩이 지날 무렵에는 프린스를 밀어내고 2위까지 올라왔다.

하지만 롤랜드는 순위를 유지하지 못했다. 4번 그리드에서 출발했지만 피트 부스트 타이밍도 좋지 못했고, 33랩에서는 흠뻑린 비로 인해 스핀 아웃하면서 뒤쪽으로 물러나더니 결국 프런트 서스펜션의 손상으로 레이스를 포기해야만 했다. 에번스, 베를라인, 모르타라가 포디엄에 올랐고, 챔피언십 포인트에서 롤랜드와 베를라인의 차이가 50점으로 좁혀졌다. 한편 포르쉐는 팀·제조사 챔피언십 포인트 모두 닛산을 앞서기 시작했다.

이틀날 E-프리는 화창한 날씨 속에 시작됐다. 흥경을 맞이한 포르쉐의 베를라인이 가장 먼저 첫 번째 코너로 향했고 틱텀이 뒤따랐다. 반면 롤랜드는



5



에선에서 3위를 차지했지만 지난 레이스에서의 실수로 페널티를 받고 8번 그리드에서 출발해야 했다. 가뜰이나 갈 길이 바쁜 그의 팀과 닷산에는 아쉬운 상황이었다. 23랩 무렵 샘 버드(네옴 맥라렌 포뮬러 E 팀)의 사고로 세이프티카가 나오긴 했지만 롤랜드와 닷산에게 큰 도움이 되지 못했다. 만약 베를라인이 이번 레이스를 포함해 남은 경기를 석권한다면 롤랜드의 코앞에 다가온 챔피언십 타이틀이 떠날 가능성이 생길 수도 있었다. 그래서 롤랜드는 그 어느 때보다 레이스에 집중했다. 후반에 접어들며 4위까지 순위를 끌어올린 그는 더 욕심을 부리지 않고 전략적인 판단을 내렸다. 베를라인을 멀찌감치 따돌린 것으로 만족하고 더 이상 캐시디, 데니스, 베르뉴가 우승을 두

고 경쟁하는 틴바구니에는 끼어들지 않기로 한 것. 사실 그래야만 했다. 이대로 레이스를 끝낼 수 있다면 그에게 생애 첫 번째 포뮬러 E 월드 챔피언이 주어지기 때문이다. 그렇게 암전히 피니시 라인을 통과한 롤랜드는 팀 라디오를 통해 아빠의 시즌 우승을 축하하는 딸의 목소리를 들었다. 감동적인 순간이었다.

Round 15, 16 London

두 개의 트로피를 행진 포르쉐

드라이버 챔피언십은 롤랜드가 일찌감치 확정했지만 아직 두 개의 챔피언십이 남아 있는 이번 시즌을 마무리하는 런던에서 닷산이 타이틀을 하나라도 더 딸 가능성은 더욱 희박해졌다. 더블헤더 첫 번째 경

- 1 신작 영화 <판타스틱 4: 새로운 출발>이 런던 E-프리의 타이틀 스폰서로 참여했다.
- 2 시즌 후반 3연승을 차지한 닉 캐시디는 그 자신을 드라이버 챔피언십 2위로 급부상시킨 것은 물론 재규어 TCS 레이싱과 재규어를 각각 팀·제조사 챔피언십 2위로 끌어올렸다.
- 3 2024/25 시즌 포뮬러 E를 개최한 10개 도시 중 6개가, 16개 라운드 중 11개가 시가지에서 치러졌다. 런던 E-프리의 시가지 서킷을 달리는 테일러 바너드.

기에서 롤랜드는 12번, 노먼 나토는 16번 그리드에 서 출발해야 했으니 말이다. 레이스 초반과 후반에 각각 사고 여파로 퇴진길 지하 주차장처럼 트랙이 혼잡해져 순위를 끌어올릴 수 있는 기회가 있었지만 끝내 나토가 9위, 롤랜드가 12위로 경기를 마치며 닷산에 유리한 상황으로 이끌진 못했다. 오히려 캐시디가 연속 우승을 차지하며 재규어가 닷산의 자리를 넘볼 수 있게 됐다. 포르쉐는 베를라인의 3위 피니시로 사실상 팀 챔피언십을 확정했고, 제조사 챔피언십도 닷산에 23점이나 앞섰다. 마블 판타스틱 4 런던 E-프리 더블헤더 두 번째 레이스이자 시즌 마지막 레이스에서 흥미로운 반전이 일어났다. 1위 애기가 아니다. 포르쉐는 어렵지 않게

더블 타이틀을 유지하는 데 성공했다. 반면에 그나마 제조사 챔피언십에 기대를 걸었던 닷산은 롤랜드가 리타이어, 나토가 11위로 포인트 피니시에 실패하는 동안 시즌 후반 놀라운 저력을 선보인 캐시디의 또 한 차례 우승으로 재규어가 급부상했다. 캐시디와 에번스의 활약으로 재규어 TCS 레이싱은 팀 챔피언십에 36점, 캐시디와 함께 역시 재규어 파워트레인을 사용하는 세바스티앙 부에미(인비전 레이싱)가 3위로 들어온 덕분에 재규어는 제조사 챔피언십에 40점을 보탤다. 결국 팀·제조사 챔피언십 포인트에서 3위였던 재규어가 닷산을 따돌리고 각각 2위에 등극한 것. 이렇게 포뮬러 시즌 11이 대단원의 막을 내렸다. 드라이버 챔피언십은 올리버 롤랜드(닛산 포뮬러 E

팀), 팀 챔피언십은 태그호이어 포르쉐 포뮬러 E 팀, 제조사 챔피언십은 포르쉐가 차지했다. 한 가지 주목할 만한 기록도 탄생했다. 2014년 포뮬러 E가 시작된 이래 E-프리 3연승은 2019/20 시즌의 다코스타(당시 DS 테치타)가 유일했지만, 이번 2024/25 시즌의 마지막 3개 라운드를 닉 캐시디가 휩쓸면서 그 또한 3연승 드라이버의 반열에 올랐다. [\[2\]](#)

Formula E Standings

최초이자 최강 전기차 레이스 시리즈인 ABB FIA 포뮬러 E 월드 챔피언십의 2024/25 시즌에서 E-프리 우승을 경험한 드라이버는 8명이나 된다. 시즌 14위에 머무른 선수도 우승한 적 있다거나, 포뮬러 E 역사상 두 번째의 3연승이나, 이번 시즌 막 데뷔한 루키가 챔피언십 4위를 차지했다는 것도 눈길을 끈다.

EDIT 유정석 INFOGRAPHIC 김완태 SOURCE FIA 포뮬러 E

Drivers Standings

드라이버 챔피언십 순위 및 점수			Round 1	Round 2	Round 3	Round 4	Round 5	Round 6	Round 7	Round 8	Round 9
			24/12/7	25/1/11	2/14	2/15	4/12	5/3	5/4	5/17	5/18
			상파울루/ 브라질	멕시코시티/ 멕시코	제다/ 사우디아라비아		마이애미/ 미국	모나코		도쿄/ 일본	
1		Oliver Rowland	0 (P14)	25 (P1)	18 (P2)	25 (P1)	1 (P10)	25 (P1)	21 (P2+P)	18 (P2+P)	28 (P1+P)
2		Nick Cassidy	0 (P15)	0 (P12)	0 (P11)	10 (P5)	0 (P15)	0 (P18)	15 (P3)	2 (P10+F)	6 (P7)
3		Pascal Wehrlein	3 (DNF+P)	18 (P3+P)	0 (P15)	4 (P8)	26 (P1+F)	9 (P6+F)	6 (P7)	0 (P13)	18 (P2)
4		Taylor Barnard	15 (P3)	0 (P14)	15 (P3)	21 (P2+P)	0 (P20)	3 (P15+P)	0 (P16)	15 (P3)	DNF
5		António Félix Da Costa	19 (P2+F)	18 (P2)	2 (P9)	DNF	15 (P3)	DNF	13 (P4+F)	6 (P7)	DNF
6		Jean-Éric Vergne	2 (P9)	10 (P5)	8 (P6)	6 (P7)	0 (P12)	0 (P12)	8 (P6)	4 (P8)	8 (P6)
7		Jake Dennis	DNF	13 (P4+F)	DNF	12 (P4)	2 (P9)	15 (P3)	2 (P9)	DSQ	12 (P4)
8		Nyck De Vries	8 (P6)	4 (P8)	12 (P4)	0 (P13)	0 (P11)	18 (P2)	10 (P5)	0 (P11)	0 (P15)
9		Edoardo Mortara	10 (P5)	0 (P19)	6 (P7)	1 (P10)	10 (P5)	12 (P4)	0 (P12)	8 (P6)	0 (P12)
10		Maximilian Günther	0 (P11)	8 (P6)	29 (P1+P+F)	DNF	0 (P17)	1 (P10)	4 (P8)	DNF	1 (P10)
11		Dan Ticktum	4 (P8)	0 (P16)	0 (P18)	2 (P9)	6 (P7)	6 (P7)	0 (P15)	10 (P5)	15 (P3)
12		Sébastien Buemi	6 (P7)	0 (P17)	0 (P12)	0 (P19)	0 (P13)	0 (P19)	25 (P1)	12 (P4)	2 (P9)
13		Mitch Evans	25 (P1)	DNF	0 (P19)	DNF	0 (P16)	0 (P20)	0 (P18)	DNF	DNS
14		Stoffel Vandoorne	1 (P10)	6 (P7)	1 (P10)	8 (P6)	0 (P14)	2 (P9)	1 (P10)	25 (P1)	DNF
15		Nico Mueller	DNF	2 (P9)	DNF	0 (P11)	12 (P4)	10 (P5)	DNF	0 (P12)	0 (P11)
16		Jake Hughes	DNF	1 (P10)	10 (P5)	16 (P3+F)	DNF	0 (P16)	0 (P17)	0 (P19)	0 (P18)
17		Lucas Di Grassi	DNF	0 (P20)	DSQ	0 (P16)	18 (P2)	0 (P13)	DNF	0 (P17)	10 (P5)
18		Sam Bird	12 (P4)	0 (P18)	4 (P8)	0 (P12)	0 (P18)	0 (P11)	0 (P20)	0 (P14)	5 (P8+F)
19		Robin Frijns	DNS	0 (P11)	0 (P13)	0 (P14)	4 (P8)	4 (P8)	0 (P11)	2 (P9)	0 (P16)
20		Norman Nato	0 (P13)	0 (P13)	0 (P17)	0 (P15)	11 (P6+P)	0 (P14)	0 (P13)	0 (P15)	0 (P17)
21		Felipe Drugovich	x	x	x	x	x	x	x	x	x
22		Sérgio Sette Câmara	x	x	x	x	x	x	x	x	x
23		David Beckmann	-	DNF	0 (P14)	0 (P17)	-	0 (P17)	0 (P19)	0 (P18)	0 (P13)
24		Zane Maloney	0 (P12)	0 (P15)	0 (P16)	0 (P18)	0 (P19)	0 (P21)	0 (P14)	0 (P16)	0 (P14)

1위 25점 | 2위 18점 | 3위 15점 | 4위 12점 | 5위 10점 | 6위 8점 | 7위 6점 | 8위 4점 | 9위 2점 | 10위 1점
+P 폴 포지션 3점 | +F 패스터스트 랩 1점 | DNF Did Not Finish | DSQ Disqualified | DNS Did Not Start | ✖ Driver Excluded

Round 10	Round 11	Round 12	Round 13	Round 14	Round 15	Round 16	총점
5/31	6/1	6/21	7/12	7/13	7/26	7/27	
상하이/ 중국		자카르타/ 인도네시아	베를린/ 독일		런던/ 영국		
10 (P5)	0 (P13)	1 (P10)	DNF	12 (P4)	0 (P11)	DNF	184
0 (P21)	25 (P1+P)	8 (P6)	10 (P5)	26 (P1+F)	25 (P1)	26 (P1+F)	153
0 (P12)	19 (P2+F)	0 (P11)	19 (P2+F)	3 (P15+P)	16 (P3+F)	4 (P8)	145
16 (P3+F)	1 (P10)	6 (P7)	12 (P4)	8 (P6)	0 (P13)	DNF	112
0 (P13)	15 (P3)	10 (P5)	1 (P10)	4 (P8)	0 (P14)	8 (P6)	111
18 (P2)	10 (P5)	0 (P15)	DNF	15 (P3)	10 (P5)	0 (P15)	99
0 (P17)	0 (P17)	3 (P17+P)	DNF	18 (P2)	4 (P8)	12 (P4)	93
4 (P8)	0 (P12)	DNF	x	x	18 (P2)	18 (P2)	92
DNF	0 (P19)	18 (P2)	15 (P3)	0 (P11)	8 (P6)	DNF	88
28 (P1+P)	DNF	DNF	8 (P6)	DNF	DNF	6 (P7)	85
12 (P4)	0 (P16)	25 (P1)	2 (P9)	0 (P14)	DNF	3 (P14+P)	85
2 (P9)	0 (P18)	16 (P3+F)	6 (P7)	DNF	0 (P16)	15 (P3)	84
0 (P20)	0 (P14)	0 (P12)	25 (P1+P)	10 (P5)	4 (P10+P)	10 (P5)	74
0 (P11)	6 (P7)	DNF	0 (P12)	0 (P13)	12 (P4)	0 (P12)	62
0 (P15)	8 (P6)	12 (P4)	4 (P8)	0 (P17)	0 (P15)	DNF	48
0 (P16)	12 (P4)	DNF	0 (P14)	1 (P10)	DNF	0 (P17)	40
0 (P18)	2 (P9)	0 (P13)	0 (P18)	0 (P12)	0 (P17)	2 (P9)	32
6 (P7)	0 (P15)	4 (P8)	0 (P11)	DNF	-	DNF	31
1 (P10)	4 (P8)	2 (P9)	0 (P13)	DNF	6 (P7)	0 (P13)	23
8 (P6)	0 (P21)	0 (P14)	x	x	2 (P9)	0 (P11)	21
x	x	x	0 (P17)	6 (P7)	x	x	6
x	x	x	0 (P15)	2 (P9)	x	x	2
0 (P14)	0 (P20)	0 (P16)	DNF	0 (P16)	0 (P12)	1 (P10)	1
0 (P19)	0 (P11)	0 (P18)	0 (P16)	0 (P18)	DNF	0 (P16)	0

Teams Standings

팀 챔피언십 순위		총점
1	TAG Heuer Porsche Formula E Team	256
2	Jaguar TCS Racing	227
3	Nissan Formula E Team	207
4	Mahindra Racing	186
5	DS Penske	184
6	NEOM McLaren Formula E Team	143
7	Andretti Formula E	141
8	Envision Racing	107
9	Maserati MSG Racing	102
10	Cupra Kiro	86
11	Lola Yamaha ABT Formula E Team	32

Manufacturers Standings

제조사 챔피언십 순위		총점
1	Porsche	383
2	Jaguar	350
3	Nissan	342
4	Stellantis	274
5	Mahindra	213
6	Lola	54

Approaching the Climax

거칠기로 유명한 이탈리아와 그리스에서 6·7라운드를 치른 WRC는 북쪽으로 이동해 에스토니아와 핀란드의 고속 그래블에서 8·9라운드를 진행했다. 드라이버 챔피언십 포인트 1위부터 4위까지의 차이가 13점에 불과할 정도로 타이틀 경쟁이 가열됐다.

WORDS 이수진 PHOTOGRAPHS 레드불 콘텐츠 풀/WRC, 한국타이어엔테크놀로지



핀란드 랠리 하면 단연 점프다. 날아간 거리를 쉽게 알아보기 위해 아예 표지를 세워놓 정도다.

Round 6 Rally Italia Sardegna

포디엄과 추가 득점으로 추격에 나선 타낙

이탈리아 제2의 섬에서 열리는 사르데냐 랠리는 WRC를 통틀어 가장 힘든 경기 중 하나로 악명이 자자하다. 항구도시 올비아를 중심으로 숲과 언덕을 가로지르는 구불구불하고 거친 자갈길은 흙먼지 아래 날카로운 바위를 숨기고 있으며, 무더운 날씨까지 합세해 드라이버는 물론 랠리카와 타이어의 한계를 시험하는 탓에 리타이어가 많기도 하다.

6월 6일 금요일 경기 시작과 함께 선두에 오른 것은 토요타 가주 레이싱 월드 랠리 팀의 세바스티앙 오지예였다. 하지만 현대 쉘 모비스 월드 랠리 팀의 트리오 역시 시즌 초반에 비해 강력해진 모습으로 상위권에 포진했다. 티에리 누빌(현대)이 SS5에서 뒷바퀴 파손을 당했지만 오토 타낙(현대)과 아드리안 포모(현대)가 오지예를 근소한 차이로 추격했다.

토요일에도 선두 오지예를 쫓는 포모와 타낙의 치열한 추격전이 이어졌다. 하지만 SS8에서 타이어 펑크로 포모가 뒤처지면서 타낙이 2위가 되었다. SS9에서는 타낙마저 슬로 펑처를 당해 오지예와의 간격이 벌어졌다. 포모는 오후의 SS11에서 다시 펑크가 나면서 포디엄 희망이 완전히 사라졌다. 반면 타낙은 SS10~11 연속 톱 타임으로 오지예를 따라붙었다. 일요일은 이번 경기에서 두 번째로 긴 산지아코모-플레비 스테이지에서 시작했다. 오프닝 톱 타임으로 선두 자리를 굳건히 지킨 오지예가 결국 우승컵을 차지했고 타낙이 2위, 칼레 로반페라(토요타)가 포디엄 마지막 자리를 차지했다. 포르투갈 랠리에 이어 2연속 2위에 슈퍼 선데이 및 파워 스테이지 추가 득점까지 싹쓸하게 챙긴 타낙은 챔피언십 선두 엘핀 에번스(토요타)가 4위에 머무른 덕분에 점수 차를 34점에서 25점으로 좁혔다.

Round 7 EKO Acropolis Rally Greece

현대 팀의 시즌 첫 우승

WRC 시즌 전반을 마감하는 그리스 아크로폴리스 랠리는 아테네 북부 산악 지대에서 열리기 때문에 흔히 ‘신들의 랠리’로 불린다. 포르투갈, 이탈리아에 이어 무더위 속 거친 자갈길을 달려야 하는 극한의 생존 게임이라는 점은 동일하다. 그리스 랠리는 1951년 시작해 1973년 조직된 WRC의 첫 시즌부터 함께했던 역사와 전통의 이벤트다. 2000년대 초



반 그리스 경제 위기로 잠시 캘린더에서 빠졌다가 8년 만인 지난 2021년 복귀에 성공했다. WRC 캘린더 중에서 거칠기로 이름 높은 랠리로 평가받는 만큼 랠리카는 별도의 보강과 전용 세팅이 필요하다. 더위도 지옥을 선사한다. 한여름의 피약별을 받으면 랠리카 안이 70°C까지 치솟는다. 올해는 아테네 시내, 근대 올림픽 발상지인 파나티나이코 스타디움에서 개막식을 치렀다. 인근에 마련된 SSS1에서는 타낙과 오지예가 동일한 기록으로 선두에 올랐다. 금요일에는 아테네 서쪽으로 이동해 코린토스 운하 근처에서 경기가 이어졌다. 누빌과 타낙, 포모, 오지예가 초반 선두권을 형성한 가운데 많은 선수가 코스의 악명에 걸맞은 펑크에 시달렸다. 누빌과 에번스 또한 피해자였다.

6월 28일 토요일에는 타낙이 선두를 유지한 가운데 누빌은 다시 한번 타이어 공기압이 빠지는 공포를 맛보았다. SS10에서는 포모의 서스펜션이 파손되어 3위로 밀려났다. 토요일을 마감하는 시점에 종합 선두는 여전히 타낙이었다. 오지에, 포모가 뒤를 이었고 에번스, 누빌, 그레고와 윈스터(M-스포츠 포드 월드 랠리 팀)가 그다음이었다. 타낙은 일요일 오프닝인 SS15까지 잡으며 추격자들의 의지를 꺾었다. 타낙과 현대 팀은 그리스에서

비로소 시즌 첫 번째 트로피를 손에 넣었다. 추가 득점은 2위 오지예가 가장 많이 가져갔지만 마지막 스테이지까지 안정적으로 달린 포모가 3위로 들어오며 현대 팀은 더블 포디엄 또한 달성했다. 30점을 적립한 타낙은 챔피언십 포인트 순위에서 로반페라를 밀어내고 선두 에번스와 12점 차로 3위가 되었다. 시즌 전반 리타이어가 많았던 포모 역시 오랜만의 포디엄 피니시에 만족했다.

Round 8 Delfi Rally Estonia 신에 솔베르그의 깜짝 우승

시즌 후반을 시작하는 WRC 8라운드에는 에스토니아 랠리. 서쪽으로는 발트해, 동쪽으로는 러시아와 인접한 작은 나라 에스토니아는 현대 팀 소속 오토 타낙의 고향이기도 하다. 2020년 코로나19 팬데믹으로 WRC 일정에 큰 구멍이 생겼을 때 처음 캘린더에 이름을 올린 에스토니아 랠리는 이후에도 WRC 유치를 이어갔다. 다만 국가 경제 규모에 비해 부담이 큰 국제 이벤트라 지난해부터는 인접한 라트비아와



번갈아 개최하고 있다. 평균 시속 120km를 넘나드는 데다 점프 구간도 많기 때문에 약간의 실수만으로도 돌이킬 수 없는 상황에 처할 수 있는 코스다. 놀랍게도 에스토니아에서 오프닝을 잡은 것은 WRC2 카테고리에서 1위를 달리는 선수로서 토요타에 의해 임시로 랠리1에 승격한 올리버 솔베르그였다. 2003 WRC 월드 챔피언에 오른 페터 솔베르그의 아들로, 2022년에 현대 팀에서 랠리1 레이스 카를 운전할 기회를 얻었지만 잦은 사고와 성적 부진으로 한 시즌 만에 방출되어 WRC2로 내려갔던 선수다. 결국 금요일은 솔베르그가 선두, 타낙과 누빌이 뒤쫓으며 마무리했다. 솔베르그의 스피드는 토요일에도 줄지 않았다. 범퍼가 파손돼 다운포스를 잃은 타낙은 선두와의 간격이 21초로 벌어졌다. 7월 20일 일요일에는 비 예보가 있었지만 큰 변수가 되지는 않았다. 솔베르그는 일요일 오프닝 SS18까지 잡으며 우승컵에 한 발짝 더 다가섰고, 막판까지 이번은 없었다. 솔베르그는 개인 통산 첫 우승을 차지하며 감격의 눈물을 감추지 못했다. 타낙 2위, 누빌 3위로 현대 팀은 우승을 놓치긴 했지만 다시 한 번 더블 포디엄으로 실리를 챙겼다. 솔베르그는 이번 시즌 랠리1 첫 엔트리라서 드라이버 타이틀 향방에 영향을 주기 힘들다. 게다가 그는 토요타 팀의 제조사 챔피언십 포인트 담당 선수도 아니었기에 현대 팀에도 문제가 되지 않았다. 우리가 흔히 WRC 챔피언십으로 이해하는 최상위 랠리1 클래스는 경기 전에 팀당 3명의 포인트 담당 선수를 등록하고, 경기 후 상위 2명의 점수를 제조사 포인트로 합산하는 방식이라서 솔베르그의 우승은 토요타의 포인트에 누적될 수 없다. 덕분에 타낙은 드라이버 포인트에서 에번스보다 1점 앞섰으며, 제



- 1 그리스에서 우승하며 추격의 발판을 다진 오토 타낙(오른쪽)의 드라이버 챔피언십 순위는 8월 초 현재 4위다.
- 2 에스토니아 랠리에서 시종일관 앞서 달린 올리버 솔베르그가 랠리1 첫 우승의 감격을 만끽했다.
- 3 그리스 랠리의 첫 스테이지(SSS)는 근대 올림픽의 랜드마크 중 하나이자 웅장한 이벤트 홀인 자페이온 앞에서 열렸다.
- 4 최근 5경기 연속으로 포디엄에 오르지 못한 앨빈 에번스. 하지만 시즌 초의 우수한 성적에 힘입어 8월 초 현재 드라이버 챔피언십 1위를 달리고 있다.

조사 챔피언십에서는 현대 팀이 토요타 팀과의 점수 차를 52점으로 좁혔다.

Round 9 Secto Rally Finland 5위까지 토요타 팀의 싸늘이

핀란드는 토요타 팀의 본거지가 자리 잡고 있으며 WRC 4회 챔피언인 토미 마키넨과 유하 칸쿠넨, F1 챔피언인 케케 로스베르크와 미카 하키넨의 모국이기도 하다. 1973년 WRC 시작부터 캘린더에 포함되

어온 역사를 자랑하는 핀란드 랠리는 빠른 스피드와 역동적인 점프로 변함없는 인기와 사랑을 누리고 있다. 통상 20개의 스테이지가 핀란드 남부 이위베스퀼레를 중심으로 마련된다. 현대 팀은 핀란드 랠리를 앞두고 2026년 WRC 잔류를 공식 발표했다. 제네시스 브랜드를 통해 내년부터 세계 내구 챔피언십(WEC)에 진출할 계획인 현대가 선택과 집중을 위해 WRC에서 손을 뗄 수도 있다는 소문이 지속적으로 제기되던 상황이었기에 많은 WRC 팬이 안도했다. 홈그라운드에서 아직 우승 경력이 없는 로반페라가 8월 1일 금요일 초반 선두를 달렸다. 타낙은 비가 내리는 SS7에서 레이스카의 타이어를 검사하던 검사관을 다치게 하는 사고로 5분 페널티를 받았다. 챔피언십 포인트 경쟁이 치열한 상황에서 뼈아픈 실책이었다. 대신 누빌과 포모가 로반페라를 바짝 추격하며 기회를 노렸다.

토요일 오전에도 로반페라의 페이스는 거침없었다. 누빌과 포모는 2, 3위 자리를 지키다가 호우 속에 열린 SS16에서 최악의 상황을 맞이했다. 두 선수 모두 펑크로 타이어를 교환하느라 1분 30초가량 손해를 본 것이다. 결국 로반페라가 홈경기에서의 첫 우승컵을 들어 올렸고 다카모토 가츠타, 오지에, 에번스, 사미 파야리까지 세컨드 팀을 포함해 토요타가 1~5위를 싸늘이했다. 누빌은 6위로 밀려났으며 타낙은 10위로 1점을 챙기는 데 그쳤다. 이에 따라 드라이버 포인트에서 에번스가 다시 1위가 됐고 로반페라가 3점 차 2위로 부상했다. 오지와 타낙은 선두와 13점 차이로 동점이지만 순위로는 승수가 많은 오지예가 3위다. 타낙은 에번스와의 점수 차를 5라운드 직후의 34점보다는 크게 줄였다. WRC 도전자들은 이제 파라과이(10라운드)와 칠레(11라운드)에서 열릴 남미 라운드를 위해 지구 반대편으로 떠났다. **17**

Ongoing Challenges

어떤 일이 일어나도 이상할 게 없는 25km의 거대 트랙 위에서 펼쳐진 내구 레이스에서 우리나라 대표 레이싱 팀이 136랩, 3400km를 달려 종합 9위를 차지하는 기염을 토했다. 한국컴피티션의 2025 뉘르부르크링 24시를 살펴보자.

WORDS 박종제 PHOTOGRAPHS 한국타이어엔테크놀로지



©hankook

지난 6월 19~22일, 뉘르부르크링 24시에 두 번째 도전한 한국컴피티션은 최상위 SP9 클래스로 참가해 좋은 성적을 거두며 유익한 경험을 쌓았다.



1

©Hankook



2

- 24시간 내구 레이스인 만큼 밤새 차를 달리는데, 조명 하나 없는 깊은 숲속 트랙 또한 헤드라이트에 의지해 달려야 한다.
- 타이어와 휠을 살펴보는 한국컴피티션 엔지니어. 뉘르부르크링 24시는 드라이버와 팀, 레이스카와 타이어까지 모든 요소에 걸친 내구(Endurance)의 총합이다.

첫 번째 코너는 맑은데, 중간쯤에는 안개가 끼어 있고, 어딘가는 비가 내리는 레이스가 있다. 한낮엔 30℃가 넘지만 밤이 되면 기온이 15℃ 아래로 뚝 떨어지기도 한다. 하나의 서킷에서 어떻게 이런 일이 일어날 수 있겠나 싶겠지만, 어지간한 소도시 외곽을 순환하는 것과 같을 정도로 긴 코스를 달리는 레이스라면 충분히 그럴 만하다.

뉘르부르크링 24시—정식 대회 명칭은 아데아체라베늘 24시 뉘르부르크링(ADAC RAVENOL 24H Nürburgring)—은 르망 24시와 함께 내구 레이스의 양대 산맥으로 손꼽힌다. 특히 뉘르부르크링 24시는 150개가 넘는 코너와 300m의 고도차를 자랑하는 25km짜리 트랙에서, 적을 때도 120대가 넘는 레이스카가 20개의 클래스로 참가해 밤을 지새워 달린다. 사람, 자동차, 타이어 모두에게 매우 힘든 일일 수밖에 없다. 한국엔컴퍼니가 후원하는 한국컴피티션은 기어코 이 힘든 레이스를 다시 찾아갔다.

한국컴피티션은 2020년 24시 두바이 GT4 클래스 우승을 시작으로 세계 무대에 나서기 시작했다. 특히 2023년 24시 시리즈(24H Series Powered by Hankook) 유러피언 시리즈에 참가해 GT4 클래스 부문 우승과 시즌 챔피언 타이틀을 획득한 한국컴피티션은 2024년 뉘르부르크링 24시에 처음 참가했다. 지난해에는 SPX 클래스로 달렸지만, 그동안 ‘녹색 지옥’에 도전한 국내 팀 최초로 올해는 과감히 최상위 클래스인 SP9에 도전했다. 지난 몇 년간의 국제 레이스 경험을 바탕으로 이제는 최상위 클래스에 출전하는 게 옳다고 판단했기 때문이다.

돌이켜보면 지난해 뉘르부르크링 24시는 아쉬움이 남을 수밖에 없었다. 더 많은 경험과 데이터를 축적했으면 좋았겠지만 믿기 힘든 정도로 짙은 안개가 끼면서 고작 7시간 24분 만에 레이스가 종료됐으니 말이다.

반면 올해는 적어도 날씨로 인해 레이스가 장시간

중단되는 사태는 벌어지지 않았다. 대신 다른 종류 의 믿기 힘든 일이 생겼다. 이번에는 정전이 문제였다. 피트 빌딩의 에어컨 과부하로 인해 전력 공급이 중단된 것. 그 탓에 피트 레인과 개라지에 있던 모든 전자기기를 사용할 수 없게 됐다. 특히 레이스카의 상태를 체크할 수 없었던 탓에 결국 레이스는 약 2시간 30분가량 멈춰야 했다.

매우 당황스러운 상황이지만 24시간 내구 레이스에서는 이보다 더한 일도 일어날 수 있으니, 드라이버와 팀 모두가 묵묵히 레이스가 다시 시작되기를 기다릴 뿐이었다.

이번 레이스에서는 아예 출발조차 하지 못했거나 경기 중에 크고 작은 사고와 이런저런 문제로 완주할 수 없었던 레이스카가 30여 대에 달했다. 이런 사고와 기계적 문제들은 클래스를 가리지 않고 일어난다. 아무리 준비를 많이 한다고 해도 피할 수 없는 상황은 항상 나타난다. 실제로 SP9 클래스에서 가장 멀리 달린(내구 레이스는 정해진 시간 동안 누가 더 트랙을 많이 달리느냐를 겨룬다) 만타이 EMA 팀은 레이스 도중 하위 클래스 차량과 충돌하는 바람에 100초 추가라는 잔혹한 페널티를 받으며 로베 레이싱 팀에 우승을 내줘야 했다. 모르긴 몰라도 사고를 일으킨 드라이버는 결코 고의가 아니었을 것이다. 그럼에도 규정을 위반한 건 사실이니, 억울하지만 내년을 노릴 수밖에 없다.

반면 한국컴피티션의 이번 레이스는 대단히 성공적이었다. 비록 22번 그리드에서 출발했지만 24시간 내구 레이스에서 예선 순위는 생각보다 큰 의미를 갖진 않는다. 그들은 평균 143.4km/h의 속도로 지옥 같은 트랙을 무려 136랩이나 달렸다. 만약 2시간 30분간의 레이스 중단만 아니었다면 150랩 이상도 가능했겠지만, 그건 스스로 통제할 수 있는 일은 아니었다.

무엇보다 고무적인 것은 SP9 참가자 26대 중 무려 11대나 리타이어하는 상황에서 3400km를 달리는 동안 페이스를 유지하면서도 레이스카와 타이어 어디에도 문제가 없었다는 점이다. 그렇게 한국컴피티션은 클래스 9위로 완주하는 데 성공했고, 최상위 클래스였기에 이는 곧 종합 9위로 기록됐다. 그만큼 레이스 운영이 안정적이었다는 뜻이고, 최상위 클래스에서도 두각을 드러낼 만큼 충분한 경험과 기술을 쌓았다는 뜻으로 해석해도 좋다. **12**



3
©Hankook

4

- 24시간 내구 레이스는 3~4명의 드라이버가 교대로 운전한다. 한국컴피티션은 올해 조항우, 김종겸, 최명길(Bruins Roelof), 홀저 마르코(Holzer Marco)가 출전했다.
- 뉘르부르크링 그랜드 스탠드 앞을 통과하는 선수들. 5km의 GP-슈트레케(GP-Strecke)를 지나면 21km의 노르트슐라이페(Nordschleife)에 돌입한다.

Double-handed Round the World

대서양에서 남극해까지, 여섯 개의 구간으로 구분한 세계 일주 레이스 글로브40. 요트마다 두 명씩 타는 참가자들은 오대양에 면한 항구와 섬을 조우하며 한계에 도전하는데, 이 여정은 단순한 항해를 넘어 용기와 인내로 자신만의 위대한 역사를 써 내려가는 과정이다.

WORDS 김선관 PHOTOGRAPHS 게티이미지, 글로브40



©Jean-Marie Liot/Getty Images

1

누군가 “당신에게 도전이란 무엇입니까?” 하고 묻는다면 답은 사람마다 다를 것이다. 일상의 작은 변화를 위해 한 발 내딛는 것부터 미지의 세계를 향한 과감한 여행까지 그 스펙트럼은 다양하다. 하지만 8개월에 걸쳐 두 명이 요트를 타고 3만 해리(약 5만 5000km)의 세계 일주 항해에 도전한다는 이야기를 들으면, 도전이라는 단어에 투영된 범위와 깊이가 단숨에 바뀐다. 이 극한의 서사를 펼치는 요트 대회가 글로브40(Globe40)이다. 글로브40은 여러 명의 선원이 탑승하는 요트 레이

스 및 단독 항해와는 결이 다르다. 요트에서는 두 명을 의미하는 ‘더블 핸드드(Double-handed)’ 규칙을 채택한 이 대회는 12m급 클래스40 요트를 두 명이 번갈아 지키면서 운항한다. 각 구간(Leg)이 끝날 때마다 전략적으로 한 명의 선원을 교체할 수 있다. 프로 선원과 베테랑, 그리고 오랜 꿈을 안고 나온 아마추어까지 참가 자격의 문도 넓어 실제로 첫 대회에는 프랑스, 일본, 미국, 남아프리카공화국 등 다양한 국적과 경력을 지닌 이들이 한 팀을 꾸려 진정한 ‘지구촌 무대’를 만들었다.



©Jean-Marie Liot/Getty Images

4



©Globe40

2

- 1 2022년 첫 대회에서 제5 구간(남태평양 파페에테-아르헨티나 우수아이아) 항해에 나서는 글로브40 참가자들.
- 2 지난해 발표된 글로브40 두 번째 대회 2025/26 에디션의 세계 일주 코스.
- 3 글로브40은 12m급 요트에 두 명이 탑승한다. 2022년 암하스호의 경우 구간에 따라 두 명의 선장과 네 명의 부선장이 교대로 승선했다.
- 4 2022년 글로브40 첫 대회의 제4 구간 기항지인 프랑스령 폴리네시아의 수도인 파페에테에서 위스키책호의 선장 멜로디 새퍼가 환영받고 있다.

글로브40 참가자들은 세계 3대 곳(남아프리카공화국 희망봉, 칠레 혼곶, 호주 리우윈곶)을 끼고 대서양, 인도양, 태평양을 돌며 혹독하고 예측할 수 없는 바다를 누빈다. 구간마다 상황이 달라 전략 선택이 경기의 흐름을 바꾼다. 물론 이 여정의 진짜 매력은 ‘바다’ 그 자체에 있다. 적도를 중심으로 종단하는 대서양, 칼날 같은 바람이 부는 남극 해역, 아프리카와 남미를 가르는 인도양, 끝없는 수평선의 태평양까지. 우리 같은 사람들의 머릿속에 그려지는 평화로운 바다와는 차원이 다르다. 때론 몇 시간째 이어지는 풍랑, 때론 완벽에 가까운 일출, 때론 끝이 보이지 않는 고요함이 반복된다. 자연이 주는 벅참, 두려움, 회복, 그리고 환희 등 모든 감정을 매일같이 마주하게 된다. 그러니 누구나 바다 앞에서는 겸손해질 수밖에 없다. 하지만 글로브40은 그저 극한의 대결만이 있는 건 아니다. 한 구간을 끝내고 다음 구간 항해를 시작하는 항구도시마다 축제가 열린다. 대회 공식 미디어 팀은 참가자와 현지인, 해양환경단체, 예술가, 등대

지기, 어부, 지역 어린이들이 주고받는 다양한 스토리를 기록해 콘텐츠를 만든다. 선수들은 그 도시에 바다를 지키는 사람들과 이야기를 나누고, 바다와 환경, 인간과 미래에 대해 배운다. 덕분에 교류의 본질이 자연스럽게 스포츠와 연결되어 단순한 도전을 넘어선 삶의 경험치를 쌓게 된다. 대회 전체를 관통하는 가장 큰 메시지는 ‘지구에는 하나’라는 사실이다. 글로브40은 친환경적 요트 레이스임을 강조하고, 각 기항지에서 해양 생태와 플라스틱 저감, 지역 해양 문화 보존 캠페인 등 다양한 환경 프로젝트를 동시에 펼친다. 레이스에 참가하는 것만이 아니라, 바다라는 공통의 자원과 책임 의식을 전 세계 관객에게 각인시키는 것까지 담당한다. 흥미로운 것은 참가자와 협력사, 미디어 역시 매우 다양하다는 점이다. 각 팀마다 국적과 성별, 경력도 다르고, 대회 운영진, 후원사, 공식 미디어 파트너, 글로벌 브랜드까지 가장 창의적이고 열린 인적 네트워크가 구성되어 있다. SNS와 사이트 생중계, 다큐멘터리 영상까지 총체적 미디어 이벤트로도 확장된다. 자동차, 여행, 라이프스타일 브랜드와 크리에이터 등 업계의 혁신가들이 여기에서 많은 영감을 얻고 있다. 참고로 2022~2023년 첫 대회 기간 동안 웹사이트 트래픽은 누적 조회 수 140만을 넘겼고 수천 건의 기사와 수백만 부의 미디어 노출이 이어졌다. 첫 대회가 세계 각지에서 주목을 받은 뒤, 글로브40은 2025~2026년 두 번째 시즌을 앞두고 도전의 가치를 한층 더 넓히고 있다. 코스를 압축해 더 많은 팀이 참여할 수 있게 개편됐고, 새로운 도시와 국가가 기항지로 추가됐다. 각 구간을 완주하는 것만으로도 큰 도전이지만, 의미는 단지 최종 우승이 아니라 한계를 넘는 경험에 있다. 레이스와 모험, 교류와 사회 메시지, 그리고 무한한 가능성 등 모든 것이 한데 섞이는 독보적 이벤트인 셈이다. 어떤 이는 묻는다. 왜 이렇게까지 고생하며 거친 바다를 떠도는 것이냐고. 참가자들에게 글로브40은 누구보다 먼저 도착해야 하는 단순한 경주가 아니다. 인생의 경계를 넓혀줄 가장 위대한 모험이다. 바다는 똑같은 듯 보이지만, 그 위를 지나는 사람마다 서로 다른 모습과 이야기가 다채롭게 펼쳐진다. 오늘도 글로브40은 푸르른 바다의 거친 파도 속에서 더 단단해지고, 더 깊어지며 더 아름답게 빛날 누군가의 도전을 기다린다. **TM**



Decarbonizing Flight

개발 중인 전기 항공기가 점차 커지고 있다. 11인승의 예비에이션 앨리스가
가시화된 이래 하트 에어로스페이스의 30인승 전기 항공기 ES-30이 단거리 지역
항공 노선을 노리고 날아오고 있다. 항속거리도 점차 늘어날 예정이다.

WORDS 안준하 PHOTOGRAPHS 하트 에어로스페이스

얼마 전 울릉도를 다녀온 지인에게서 바닷길 왕복의
애로 사항과 함께 공항 건설 현장을 봤다며 하늘길
이 열리면 같이 가자는 희망 사항을 들었다. 그렇다.
울릉도에 공항이 건설되고 있다. 지난 2020년 착공
했으며 2027년 완공하고 2028년 개항할 예정이다.
울릉공항은 입지의 한계로 활주로 길이가 1200m
에 불과해 노선 여객기 중에서는 소형 기종만 이착
륙 가능하다.
울릉공항 운항 기종으로는 우선 프랑스·이탈리아
합작사 ATR의 ATR 42, 드하빌랜드 캐나다의 DHC

-8과 같은 50인승 내외의 터보프로펠러 항공기가 물
망에 올랐다. 항공업계의 수익성 우려를 반영해 국
토교통부가 활주로 양쪽 안전 구역인 착륙대 폭을
140m에서 150m로 넓히는 방안을 추진한다는 보
도도 있었다. 그렇다면 잠재적으로는 브라질의 엠
브라에르 E175-E2 같은 80인승 제트 여객기도 취항
가능성이 열릴 수 있다.
울릉공항 소식을 들을 때마다 (적어도 아직은) 뜬금
없는 생각을 해본다. 새 시대 새로운 공항은 전기 항
공기 전용 공항으로 자리매김하면 어떨까? 공항 신

설로 울릉도에 가해질 환경 부담을 줄이는 동시에
친환경 비행의 시험장으로 활용할 수도 있을 텐데.
사실 전기 항공기 시대도 머지않았다. 도심 내 초단
거리 항공 시장을 노린 2~6인승 소형 수직 이착륙기
를 개발하는 회사가 전 세계적으로 수십 개가 넘는
다. 전기 항공기는 아무래도 에어 택시가 먼저겠지
만 바로 그 뒤를 이어 자가용 항공기 및 소형 여객기
가 속속 등장할 것이다.
현재로서 운항 허가를 받은 고정익 전기 항공기는
슬로베니아의 피피스트렐 벨리스 일렉트로가 유일

ES-30은 날개 폭 30.1m,
동체 길이 22.7m,
동체 폭 2.2m의 30인승
전기 항공기다.

©Heart Aerospace



하고, 이 2인승 경비행기는 주로 비행 교육에 투입되고 있지만 조만간에 이륙할 태세를 갖춘 전기 항공기도 여럿 있다. 그 가운데 가장 실현 가능성이 높은 것으로 점쳐지는 것은 2015년 이스라엘에서 설립된 항공 스타트업 에비에이션(Eviation)의 앨리스(Alice)다. 승무원 2명과 승객 9명을 태울 수 있는 자가용 및 단거리 지역 항공기(Regional Airliner)로, 2024년 업데이트된 목표 사양은 항속거리 460km, 순항 속도 407km/h다. 물론 활주로 하나와 제한적인 주기장을 갖춘 울릉공항을 다니기에 앨리스는 너무 작아 비효율적이다. 그렇다면 여기 30인승 전기 여객기가 있으니, 2019년 스웨덴에서 창업했다가 올해 미국으로 이전한 하트 에어로스페이스(Heart Aerospace)가 개발하는 ES-30이다. 항공 여행의 탈탄소화를 목표로 하트가 개발하는 전기 여객기는 지속 가능한 수익 창출의 어려움으로 제약받고 있는 지역 항공 시장을 되살릴 수 있을 것으로 기대된다.

하트의 창업자 안데르스·클라라 포르슬룬드는 꿈만 앞세우는 타입이 아니라 진중하고 합리적인 사람들이다. 그들은 현존 배터리의 에너지 밀도를 무시한 희망을 화려하게 포장해 내세우지 않았다. ES-30은 처음부터 순수 전기 항공기만을 노리지 않고 하이브리드 버전을 매력 포인트로 삼았다. 지나치게 짧은 항속거리는 항공사가 외면할 수 있기 때문이다. 이에 따라 30인승의 3열 좌석을 배치한 ES-30은 네 개의 전기모터를 구동하는 전기 비행으로 200km의 항속거리를 목표로 한다. 지속 가능한 항공 연료(SAF)를 사용하는 두 개의 터빈엔진을 가동하는 하이브리드 비행이라면 항속거리는 400km로 늘어난다. 승객 수를 25명으로 줄이면 항속거리를 800km까지 늘릴 수 있다.

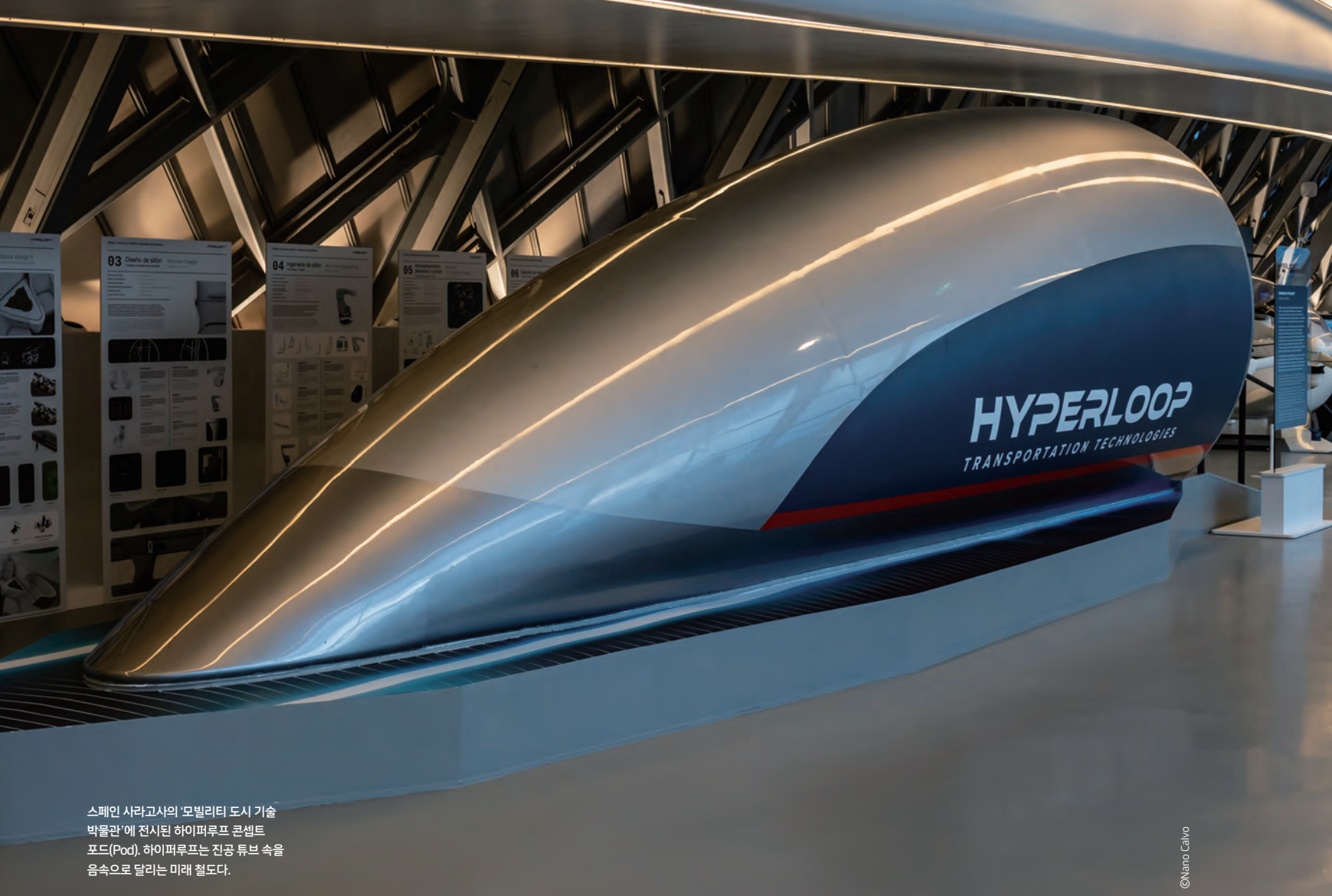
지난해 실물 프로토타입을 공개한 ES-30을 보면 주 날개 형상이나 윙렛(Winglet)의 변화 외에도 흥미로운 점이 하나 있다. 동체 하단의 불룩한 부분이 바로 영국 BAE 시스템스가 공급하는 배터리 탑재부인데, 하트가 기존에 선보인 기체의 렌더링 이미지보다 사뭇 작아졌다. 몇 년 사이 배터리 기술의 발달로 에너지 밀도가 증가한 덕분이다. 하트는 첫 프로토타입 X1을 이용해 충전 작업, 택싱 및 턴어라운드 절차에 중점을 두고 지상 기반 테스트를 진행하고 있다. 전기 동력의 첫 비행은 올해 내로 예정됐으며, 내년에 계획 중인 하이브리드 비행을 위한 두 번째 프로토타입 X2 또한 제작 중이라고 밝혔다. 2020년대 말까지 ES-30의 형식 인증을 획득하는



- 1,2 ES-30의 조종석과 3열로 배치된 30인승 표준 객실의 모습.
- 3 BAE 시스템스가 공급하는 배터리 팩은 동체 하단의 불룩한 부분에 탑재된다. ES-30의 배터리 충전 시간은 30분을 목표로 한다.
- 4 하트 에어로스페이스는 지난해 9월 완성한 ES-30의 실물 크기 프로토타입(X1)으로 충전 및 공항 내 테스트를 진행 중이다.
- 5 ES-30은 유나이티드 항공, 에어 캐나다, 메사 항공(미국의 지역 항공사), 룩던(스웨덴의 항공기 임대 회사) 등으로부터 선주문을 받았다.

것을 목표로 삼은 하트는 출시 이후에도 성능이 개선된 배터리로 교체하면 항속거리가 늘어날 것이라 예상한다. 하트의 예상치는 2030년대 중반 순수 전기 비행 300km, 하이브리드 비행 500km에서 2030년대 후반이면 각각 400·600km를 내다본다(30인승 기준). 단거리 지역 항공사들은 다른 무엇보다 운항 비용이 저렴한 비행기를 원한다. 하트는 ES-30의 비행당 직접 운영비(DOC)가 기존 항공기에 비해 훨씬 낮아, 수익성이 없었던 노선에서도 경제성을 취할 수 있다고 주장한다. 항공사와 승객의 입장에서 전기 여객기의 장점은 저렴한 비용이지만, 사회적으로는 소음과 공해가 거의 없다는 것이 가장 큰 매력이다. 새로운 시대의 항공 서비스는 전기 항공기가 대세가 될

것이라는 주장은 여기서 출발한다. 실제로 지난해 8월 북유럽 교통부 장관 회의에서 스웨덴은 2030년대까지 국내선 항공편에 화석연료를 사용하지 않고, 노르웨이는 2040년까지 모든 단거리 항공편을 전기 항공기로 전환할 계획이라고 발표했다. 유럽환경청의 2021년 발표에 따르면 운송 수단별 여객 1인/1km당 온실가스 평균 배출량은 항공기가 160g으로 버스(80g)와 열차(33g) 대비 2~5배에 달한다. 이러한 문제의식 자체는 자동차 시장이 이미 겪었던 것으로, 항공기 역시 탄소 배출을 줄이는 방향으로 가야 한다. 울릉공항이 예정대로 건설되기를, 또 ES-30이 예정대로 개발되기를, 그리하여 울릉도에 조용하고 배출가스 없는 항공기가 뜨고 내리는 모습이 보고 싶다. **12**



스페인 사라고사의 '모빌리티 도시 기술 박물관'에 전시된 하이퍼루프 콘셉트 포드(Pod). 하이퍼루프는 진공 튜브 속을 음속으로 달리는 미래 철도다.

©Nuno Calvo

Bicentennial Railway

증기기관차에서 하이퍼루프까지. 철도 200년의 질주는 세상을 움직이고 하나로 묶어온 위대한 여정이다. 철도의 역사와 미래를 간략히 훑어본다.

WORDS 이경섭 PHOTOGRAPHS 게티이미지

1825년 9월 27일, 영국 북부의 스톡턴과 달링턴 사이 40km 구간에 인류 최초의 공공 철도 노선이 개통됐다. 이날 열차를 끌고 달린 기관차는 조지 스티븐슨이 제작한 ‘로코모션 1호’였다. 얼마 지나지 않아 철도는 사람과 세상을 움직이는 주역으로 떠올랐다. 그로부터 200년. 철도는 어떻게 달려왔고 지금 어디를 향하고 있을까.

19세기 초 철도의 시작과 발전은 증기기관과 함께였다. 석탄을 때 끓인 물의 증기압으로 철제 레일 위에 얹은 철제 바퀴를 굴리는 증기기관차는 산업화 시대를 이끌었고, 수많은 도시와 항구, 공장과 광산을 연결했다. 1869년 완공된 미국 대륙 횡단철도나 1891년 구간별 개통을 시작해 1916년 완전 개통한 러시아의 시베리아 횡단철도 같은 주요 교통망은 대륙을 가로지르며 문명의 거대한 혈관이 됐다. 20세기 초에 들어서면서 철도는 디젤엔진 시대로

접어들었다. 유지·보수 비용이 높고 연료 효율이 형편없는 증기기관차는 점차 디젤기관차에 자리를 내주기 시작했다. 특히 미국에서는 적극적인 디젤화가 이뤄졌고, 1950년대 중반이 되자 증기기관차는 더 이상 볼 수 없게 됐다.

이후 철도는 전기기관차의 대중화로 또 한 번 획기적으로 도약하게 됐다. 19세기 후반부터 실험 운영되던 전기철도는 20세기 중반에 이르러 주요 도시의 교외선, 광역선, 고속선으로 확산 운행되기 시작했다. 출력이 높고 환경오염이 적은 전기철도는 현대 철도의 주력으로 활약하고 있다.

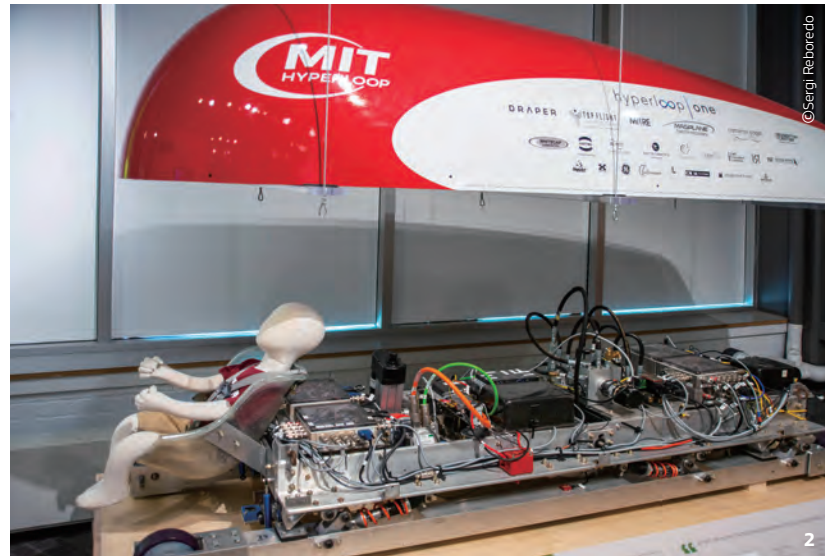
전 세계 철도망 역시 다양한 양상으로 진화했다. 수많은 나라가 밀집한 유럽은 국경을 넘나드는 정교하고 촘촘한 네트워크를 구축했으며, 영국·프랑스·독일·이탈리아·스페인 등 주요국을 잇는 국제 고속철도 노선도 활발히 운영 중이다. 반면 미국은 도시 간 여객보다는 화물 운송에 특화된 철도망을 중심으로 발전했다. 세계적으로 자동차와 항공의 급성장 이후에는 철도망 확장이 다소 둔화됐지만, 도시철도와 고속철을 중심으로 재도약 흐름은 ‘현재 진행형’이다. 20세기 중반, 철도는 다시 한번 속도의 장벽을 허물었다. 1964년 일본에서 세계 최초의 고속철도 신칸센(新幹線)이 개통되며 시속 200km를 넘는 기차 시대가 열린 것이다. 이후 지금까지 전 세계 각국은 앞다퉈 고속철을 도입하며 기술력 경쟁을 벌여왔다. 현재 상용 기준 가장 빠른 고속철은 시속 350km에 달하는 중국의 푸싱호(復興號)다. 프랑스의 떼제베(TGV), 일본의 최신형 신칸센(N700S) 역시 시속 320km의 속도로 운행한다. 독일의 이체예(ICE), 이탈리아의 프레치아로사(Frecciarossa: 붉은 화살), 스페인의 아베(AVE), 한국의 KTX도 시속 300km 안팎의 속도로 달린다.

상용 운행이 아닌 시험 운행 기준으로는 일본의 주



©Heritage Images

1



©Sergi Reboredo

2

오 신칸센(リニア中央新幹線, 리니어중앙신간선)이 시속 603km로 세계 최고 속도 기록을 보유했다. 이 자기부상열차를 이용한 도쿄-나고야 상용화 프로젝트가 2030년대 개통을 목표로 진행 중이며 상용 운행 속도는 시속 505km로 예상된다. 우리나라에서도 차세대 고속열차 ‘해무’를 개발 중이다. 운행 속도 목표는 시속 400km다.

그렇다면 고속철보다 더 빠른 열차는 무엇일까? 과학자들과 사업가들은 이 물음에 ‘하이퍼루프(Hyperloop)’라고 대답한다. 음속을 뛰어넘는다는 의미의 ‘하이프ersonic’과 고리 형태로 운행한다는 개념으로 제안됐기에 ‘루프’를 합친 단어인 하이퍼루프는 진공에 가까운 튜브 안에서 자기부상열차를 띄워 주행하는 초고속 교통 시스템이다. 일반 열차와 달리 선로와의 마찰과 공기저항을 받지 않아 이론적으로는 최고 시속 1280km로 달릴 수 있다. 이는 통상적인 제트여객기 속도인 시속 900km보다 40% 빠른 속도다.

하이퍼루프의 개념은 간단하지만 현실화는 갈 길이 멀다. 그럼에도 최근 몇 년 사이 하이퍼루프는 점점 구체적인 모습으로 다가오고 있다. 최근 사례 중 하나가 인도공과대학교(IIT) 마드라스 캠퍼스에서 진행 중인 하이퍼루프 실증 사업이다. 인도 철도청의 지원을 받은 IIT 마드라스는 지난해 말 422m 길이의 시험 튜브를 완공했으며, 올 초 인도 정부는 50km 규모의 세계 최장 시험 노선을 구축할 계획이라고 발표했다. 하이퍼루프는 델리-자이푸르 간 300km

- 1 지금으로부터 꼭 200년 전인 1825년 9월 27일 세계 최초의 공공 철도에서 석탄과 승객을 실은 열차를 끌고 운행한 증기기관차 로코모션 1호.
- 2 하이퍼루프 개념은 2012년 일론 머스크가 발표했다. 2017년 스페이스 X 하이퍼루프 경진 대회에 참가했던 미국 MIT 학생들의 콘셉트 포드.

구간을 30분 안에 연결할 수 있다고.

네덜란드의 하이퍼루프 선도 기술 업체 하르트(Hardt) 역시 2024년 네덜란드 빈담에 위치한 유럽 하이퍼루프 센터(EHC)에서 첫 번째 테스트를 성공적으로 마쳤다. 이 회사는 2030년 승객을 태우고 공항과 도시 사이 등 5km가량의 노선에서 운영을 시작하는 것을 목표로 하고 있다.

미국, 영국, 스페인, 아랍에미리트, 사우디아라비아 등도 하이퍼루프 관련 프로젝트를 앞다퉈 추진하고 있으며, 일부는 상용화 예비 단계에 들어섰다. 아직 기술과 안전, 비용 등 모든 면에서 해결할 과제가 남아 있어 단기간 내 상용화는 쉽지 않겠지만, 이론 상으로는 제트기보다 빠르고 친환경적인 교통수단이 될 수 있어 미래 교통수단의 개념을 바꿀 후보로 주목받고 있다. 1825년 로코모션 1호는 평균 시속 12.9km로 달렸다. 그것이 인류가 처음 철길 위에서 경험한 ‘속도’였다. 그로부터 200년이 지난 지금, 철도는 시속 1000km 이상을 논하고 있다. 철도는 사람과 기술, 도시, 사회를 바꾸고 인류 문명의 속도를 이끌어온 거대한 견인차다. 그 도도한 여정은 여전히 진행 중이다. **12**

Inspired by Sanskrit

카베야는 고성능 전기 쿠페다. 미국의 친환경차 제조사 카르마 오토모티브의 기함이다. 과감한 면 처리와 우아한 버터플라이 도어가 시선을 사로잡는다. 사륜구동 기준 1000마력의 막강한 스포츠카이면서도 400km 이상의 주행 거리를 뚫아냈다. 가격은 4억 원 이상.

WORDS 김기범 PHOTOGRAPHS 카르마 오토모티브

Karma Kaveya

전장·전폭·전고	4,768×2,002×1,255mm
축거	2,718mm
배터리 용량	120kWh
충전 시간(10-80%)	45분
1회 충전 주행 거리	400km 이상
최고 출력	1,000hp
최대 토크	176kg·m
0→60mph	3초 미만
최고 속도	290km/h
공차 중량	2,404kg



©Karma

카베야는 카르마를 미국산 호화 전기차 브랜드로 자리매김하기 위한 재도약의 신호탄이 될 플래그십 모델이다.

산스크리트어에 뿌리를 둔 이름

카르마 카베야는 전기 쿠페다. 성능과 장르로 구체화하면 ‘하이퍼 그랜드 투어러(Hyper GT)’다. 눈썹 휘날리게 빠르면서도 쾌적하고 편안해 장거리 여정과 공합이 좋은 고급차다. 미끈한 스타일과 화끈한 버터플라이 도어 덕분에 어딜 가든 시선 집중이다. 부자들의 호기심을 자극할 요소로 가득찬 차를 만드는 카르마는 스스로를 ‘울트라 럭셔리 자동차 제조사’로 정의한다.

그런데 브랜드와 차명이 낯설다. 카르마(Karma)는 고대 인도의 산스크리트어(범어, 梵語)다. 현재는 과거의 결과이자 미래의 원인이란 의미다. 우리는 보통 ‘업보(業報)’라고 한다. 힌두교 사회에 뿌리내린 카스트 제도의 명분이기도 하다. 산스크리트어는 삼국시대 때 우리나라에도 들어와 아주 오래된 외래어로 남기도 했다. 건달, 우담바라, 절, 수리수리마수리, 시달리다 등이 대표적이다.

모델 이름인 카베야(Kaveya) 또한 산스크리트어 ‘카브야(Kavya)’에서 영감을 받아 지었다. 카브야는 고대 인도 궁정 시인들이 애용했던, 특유의 감정적 효과를 만들어내는 시와 산문을 모두 아우르는 문학 양식이다. 여기에 전기차라는 정체성을 부여하기 위해 ‘e’를 끼워 넣었다고 소개한 제조사 카르마 오토모티브는 미국 캘리포니아주 어바인에 본사, 모레노밸리에 조립 공장을 갖춘 회사다. 이 회사의 전신은 피스커 오토모티브로, 2007년 창업해 2014년 파산했다.

전 회사 창업자는 자동차 디자이너 헨릭 피스커. 1963년 덴마크 출생으로 스위스의 아트 센터 칼리지 오브 디자인(ACCD) 졸업 후 BMW와 애스턴 마틴, 포드를 거쳐 2007년 테슬라 모델 S를 그렸다. 포드 퇴사 이후 사업가로 변신한 그의 시작점은 캘리포니아주 오렌지 카운티에 세운 맞춤 자동차 회사 피스커 코치빌드였다.

2007년 그는 애너하임에서 피스커 오토모티브를 창업했다. 양산차 개조 사업에서 독립 모델 제작으로 방향을 바꿨는데, 그 신호탄이 카르마였다. 2009년 선셋, 2011년 서프 모델을 공개하며 화려한 쇼카를 앞세운 헨릭은 투자금과 정책 지원금을 한껏 끌어모았다. 그런데 2011~2012년, 배터리 공급사 A123 시스템이 두 차례 리콜 끝에 파산해버렸다.

중국 자본의 품에 안긴 미국 전기차 회사

결국 사달이 났다. 예약은 잔뜩 밀렸는데, 생산이 멈춰 출고를 하지 못한 탓이었다. 2013년 3월, 헨릭이 CEO에서 물러났다. 같은 해 말 회사는 자발적으로 파산을 선언했다. 2014년 헨릭은 ‘피스커’ 브랜드 자체를 제외한 모든 자산을 매각했다. 인수한 회사는 한 발 앞서 파산 경매로 나온 A123 시스템을 사들였던 중국 자동차 부품업체 완상(万向, Wanxiang) 그룹이었다.

완상 그룹의 루관추 회장은 1945년 중국 저장성 항저우 인근 농가에서 태어났다. 가난에서 벗어나기 위해 중학교 1학년을 중퇴하고 철공소에 들어갔다. 3년 뒤 귀향해 친구들에게 돈을 빌려 정미소를 차렸지만 파산 직전까지 갔다. 1969년 작은 수리 공장을 차렸는데, 우연한 기회로 인민공사 농기계 수리 공장을 인수하면서 제조업과 인연을 맺었다.

그는 과감하면서도 근면했다. 당시 농기계용 부품 재고로 골머리를 앓았는데, 자동차 부품 교역호가 열린다는 소식을 듣고 찾아가 20% 할인으로 단숨에 처분했다. 그는 자전거를 타고 다니며 인근 공장에서 버린 고철을 주워 모아 농기구 회사가 주문한 부품이라면 무엇이든 만들어 납품했다. 1978년 설립 10년 만에 회사는 직원 400명 규모로 성장했다. 완상은 농기계, 베어링, 체인, 주강(鑄鋼) 제품에 이어 유니버설 조인트를 생산했다.

축의 회전을 각도를 바꿔 전달하기 위해 사용하는 부품 유니버설 조인트를 중국어(간체)로 ‘완상제(万向节)’라고 하는데, 영어 유니버설에 해당하는 중국어 완상은 만 가지 방향이란 의미다. 완상 그룹의 이름을 여기서 따왔다. 완상은 중국 최초로 미국 GM에 부품을 공급한 회사다. 창립 56주년을 맞은 완상 그룹은 10개국에 30개 지사, 40여 개의 공장, 직원 2만 명을 거느린 중국 최대의 자동차 부품 회사다.

완상 그룹은 피스커 오토모티브를 인수해 카르마 오토모티브로 이름을 바꿨다. 기존 피스커 카르마는 카르마 GS-6으로 거듭났다. 현재 카르마의 라인업은 GS-6의 후속인 PHEV 세단 레베로와 고성능 버전인 인빅투스, 전기 세단 기세라, 전동화 크로스오버 이바라, 주행거리 연장 전기차(EREV) 쿠페 아마리스, 그리고 카베아까지 여섯 가지다.

카르마의 화려한 재건 이글 신포탄

2023년 11월 카르마 오토모티브는 양산형 카베아의 실물 공개와 더불어 2025년 4분기 출시를 공식 예고했다. 같은 해 3월 CEO로 취임한 마르케스 매캐먼은 “지난 10년간 부침을 거듭했던 카르마를 재건할 임무를 맡았으며 카베아는 카르마를 미국의 초호화 자동차, 고품격 브랜드로 자리매김하기 위한 첫걸음”이라고 선언했다.

기계공학을 전공한 그는 크라이슬러에서 파워트레



1

- 1 그랜드 투어러(GT)의 본령을 표방한 카베아의 실내는 호사스러움과 편안함 또한 추구했다.
- 2 현재 카르마의 글로벌 디자인 부사장이자 10년 전 혼다 NSX 2세대 모델의 수석 디자이너였던 미셸 크리스텐슨이 뽑아낸 디자인.
- 3, 4 일단 올라온 다음 좌우 끝단이 확장되는 2단식 리어 스포일러는 평소엔 지붕에서부터 이어진 공무니 사면, 즉 브레이크등 사이에 압전히 접혀 들어가 있다.

2



©Karma

인 개발을 시작으로 고성능 브랜드 SRT 출범을 도왔다. 이후 ASC와 설린(Saleen), 전기차 스타트업 애피테라(Aptera)를 거쳐 인텔 회사사 윈드 리버에서 자율주행차 소프트웨어 개발, 마케팅 및 엔지니어링을 총괄했다. 나중엔 영국 회사 리카르도로 옮겨 글로벌 자동차 사업을 통합하고 수익성을 회복할 수 있도록 지원했다.

카르마는 카베아를 ‘EV 슈퍼 쿠페 GT’로 정의한다. 차체 길이는 4768mm로 애스턴 마틴 DB12보다 약간 길다. 반면 휠베이스는 2718mm로 조금 짧다. 나비가 날갯짓하듯 양쪽 도어를 활짝 펼쳤을 때의 너비는 3.2m 이상. 1255mm로 빠듯하게 욕진 높이와 더불어 환상적인 비율을 뽐낸다. 차체의 골격은 알루미늄 스페이스 프레임, 패널은 탄소섬유로 짚다. 카베아는 카르마의 플래그십 모델이다. 최고 출력

536마력(hp)의 후륜구동을 시작으로, 내년 1000마력의 사륜구동까지 두 가지 버전으로 나온다. 120kWh 용량의 배터리를 얹어 400km 이상 주행거리를 약속한다. 0→시속 60마일(96.5km/h) 가속 시간은 3초 미만, 최고 속도는 약 290km/h다. 디자인은 2세대 혼다(어큐라) NSX를 담당했던 미셸 크리스텐슨이 맡았다.

카르마 카베아는 압도적 디자인과 성능만큼 두뇌도 명석할 전망이다. 인텔이 야심 차게 준비한 ‘소프트웨어 정의 자동차(SDV)’의 첫 고객인 까닭이다. 일명 ‘인텔 오토모티브 솔루션’으로, GPU는 1초당 1조 회 연산이 가능하고 AI의 기반이 되는 거대 언어 모델(LLM)을 인터넷 접속 없이 실행할 수 있다. 카베아는 2027년 생산에 들어갈 예정이다. 가격은 4억 원 이상으로 점쳐진다. **12**



3

4

©Karma

©Karma



고효율 자동차를 위한 숨은 공신 중 하나가
컴프레서다. 자동차 열 관리 분야의 리더
한온시스템이 생산한 컴프레서.

©Hankook

The Three Musketeers

에너지 효율이 중요한 세상이다. 자동차 카탈로그에도 사양별로 연비/전비가 빼곡히 적혀 있다. 그런데 자동차의 에너지 효율은 엔진과 모터만으로 달성하는 수치가 아니다. 당신이 몰랐던 자동차 효율 개선의 숨은 공신 삼총사 얘기를 해보자.

WORDS 나운석 PHOTOGRAPHS 한국엔컴퍼니, 한국타이어엔테크놀로지, 한온시스템

이율배반을 만족시켜야 하는 요즘 자동차
자동차 만들기가 점점 어려워진다. 사람들이 자동차에 원하는 것이 너무 많기 때문이다. 일단 자동차가 점점 커지고 무거워지고 있다. 세단보다 크고 무거운 SUV가 대세다. 충분한 힘이 필요하다. 그것도 여유롭게. 따라서 엔진이나 모터 출력이 이전보다 높아지고 있다. 게다가 요즘 차는 정말 똑똑해졌다. 경차조차도 준수한 능동 주행 보조 기능을 제공한다.

그리고 ‘바퀴 달린 스마트폰’이라든가, 아지트·은신처를 의미하는 ‘맨 케이브(Man Cave)’라는 말이 설 명하듯 요즘 차는 교통수단이면서도 머물고 쉬고 즐기는 공간 자체로서의 역할도 점점 커지고 있다. 그런데 세상에 공짜가 없다. 더 여유로운 공간, 더 강력한 힘, 다양한 기능을 가지려면 차 값도 비싸지지만 한 가지가 더 필요한데 그것은 바로 ‘더 많은 에너지’다. 하지만 세상은 자동차에 다시 한번 요구한다.

에너지를 덜 사용하라는 것이다. 더 강력하고 더 편리해진 차에 더 많은 일을 하라면서 말이다. 가장 중요한 이유는 지구온난화. 화석연료를 사용하는 내연기관차는 물론이고 전기차도 재생에너지가 아직 주류가 아닌 현실에서는 결국 이산화탄소를 발생시키기 때문이다. 그래서 탄소 배출량은 다양한 제도를 통해 차량 가격에 영향을 미친다. 소비자가 차를 타는 동안의 연료(충전)비는 물론이고.



1

©Hankook

자동차 카탈로그에는 이전보다 훨씬 상세하게 자동차의 에너지 효율에 관한 정보가 수록되는데, 그 연비(전비)는 오로지 엔진(모터)의 연료(전기) 소모에만 좌우되지 않는다. 자동차의 효율은 외관에서부터 각종 부품에 이르기까지 모든 요소의 영향을 받는다. 그중에서도 자동차 효율을 향상시키는 세 가지 주요 부품에 대해 살펴보자.

타이어: 성능과 효율을 동시에

결국은 타이어다. 자동차와 지구가 맞닿은 지점은 타이어밖에 없다. 차량의 성격과 성능, 효율에 가장 큰 영향을 미치는 부품일 수밖에 없는 타이어는 자

동차와 발전의 역사를 공유하는 독특한 부품이다. 마차 바퀴나 자전거 타이어와 비슷했던 얇은 고압 타이어에서 공기를 더 많이 담을 수 있는 두툼한 저압 타이어로의 진화는 자동차가 마차와 확실히 구분되는 안락한 승차감을 제공했다.

이후 자동차 역사의 중간쯤 되는 시점에 보급된 래디얼(Radial) 타이어는 일일생활권을 수백 km 이상으로 넓힐 수 있는 원천 기술이 되었다. 래디얼 타이어는 높은 속도에도 형태를 유지할 수 있어 고속 주행에도 훌륭한 조종 성능, 내구성, 그리고 높은 연료 효율까지 실현했기 때문이다. 고성능 타이어는 빨리 닳고 빗길에 약하다는 고정관

- 1 전기차 타이어는 매끈한 회전 질감과 정숙성은 물론 에너지 효율이 중요하다. 한국타이어 아이온 에보 AS를 장착한 고성능 전기 SUV.
- 2 ISG 시스템이 탑재된 자동차의 배터리는 주행 중 충전, 정차 중 방전을 거듭한다. 무엇보다 높은 방전 부하가 걸리는 시동이 반복되기 때문에 우수한 성능이 요구된다.

념을 깨뜨린 것은 실리카(Silica)의 공이었다. 컴파운드 소재로 실리카를 배합해 넣자 타이어의 마찰열이 줄어들어 수명이 길어졌고 젖은 노면에서도 우수한 제동 성능을 보인 것. 게다가 마찰저항이 줄어들어 에너지 효율에도 커다란 도움이 됐다. 드디어 고성능과 고효율을 동시에 가질 수 있다는 희망이 싹튼 것이다.

양립하기 어려운 사항을 극단적으로 많이 요구하는 타이어가 바로 전기차 전용 타이어다. 전기차는 무거우면서도 강력한 토크를 발휘하기 때문에 타이어의 우수한 조종 성능과 접지력이 필수다. 반면 엔진이라는 커다란 소음 및 진동의 원천이 없기 때문에 노면 소음이 더 부각되므로 전기차의 타이어는 매끈한 회전 질감과 정숙성이 매우 중요하다. 가장 중요한 점은 역시 높은 에너지 효율이다. 전기차의 가장 큰 가치는 환경에 미치는 영향이 작다는 것이다. 한국타이어의 최신 전기차 전용 타이어인 아이온 에보 AS는 고효율 타이어 기술로 빛어낸 대표적 사례다. 결론부터 말하자면, 독일 인증기관인 티유브이슈드(TÜV SÜD)에 의뢰한 전기차 타이어 비교 테스트에서 아이온 에보 AS는 경쟁사 성능 평균치 대비 뛰어난 평가 결과를 보였다.

그중에서도 가장 인상적인 것은 전반적인 항목에서 고르게 우수한 성능을 발휘한 아이온이 특히 에너지 효율에 직접적으로 영향을 미치는 ‘구름 저항(Rolling Resistance)’ 항목에서 월등한 성능

(+26%)을 냈다는 점이다. 이전에 접지력의 대척점으로 여겨졌던 구름 저항이 낮아졌음에도 다양한 상황에서 접지력과 조종 성능을 동시에 만족시키는 경지에 도달한 것이다.

배터리: AGM으로 진화한 납축전지

요즘은 배터리, 특히 충·방전이 가능한 이차전지 이야기를 하면 모두들 삼원계 혹은 LFP 등 리튬-이온 배터리를 이야기한다. 현재로서는 리튬계 배터리가 높은 에너지 밀도와 긴 수명이 필요한 전기차에 유일한 선택지기 때문이다. 차세대 배터리 기술로 주목받고 있는 전고체 배터리 역시 리튬계 배터리라는 점에는 차이가 없다.

하지만 일반적인 자동차의 전장 전원에 리튬계 배터리를 사용하는 것은 아직은 쉽지 않다. 가격이 비싸기 때문이다. 그램(g) 단위로 측정할 정도의 경량화가 절실한 슈퍼카나 하이퍼 스포츠 모터사이클 등에만 아주 제한적으로 리튬계 배터리가 사용되는 이유다. 그래서 내연기관차뿐 아니라 심지어 전기차를 포함해 거의 대부분의 자동차는 12V 배터리—보통 ‘시동용 배터리’ 또는 ‘저압 배터리’라고 부른다—로 납축전지를 애용하고 있다. 안정성과 ‘가성비’에서 여전히 최고의 밸런스를 갖고 있기 때문이다.

물론 납축전지도 진화를 요구받았다. 이유는 크게 두 가지. 첫 번째는 마이크로 하이브리드다. 순수 전기차나 하이브리드차까지는 아니더라도 이제는 상당수의 내연기관차도 마이크로 하이브리드를 기본 탑재하기 때문이다. 바로 ISG(Idle Stop & Go) 시스템이다. 신호 대기 등의 상황에서 차량이 일시적으로 정지했을 때 일단 엔진을 꺼 불필요한 공회전을 방지하고, 다시 출발하려고 운전자가 브레이크 페달에서 발을 떼는 순간 엔진을 재빠르게 시동하는 기능을 말한다. 여기에 더해 자동차가 속도를 줄이거나 정지할 때 버려지는 운동에너지를 회수하는 회생 제동까지 마이크로 하이브리드 개념에 포함시키기도 한다.

이 경우 12V 배터리는 이전에는 없었던 새로운 부담을 지게 된다. 당연하게도 훨씬 자주 엔진을 시동해야 하기 때문이다. 배터리가 가장 큰 힘을 내야 하는 경우가 바로 엔진을 시동할 때다. 따라서 ISG가 적용된 자동차의 12V 배터리는 최대 부하가 자주 걸린다. ‘그렇다면 용량이 큰 납축전지를 달면 되잖아?’



2

©Hankook



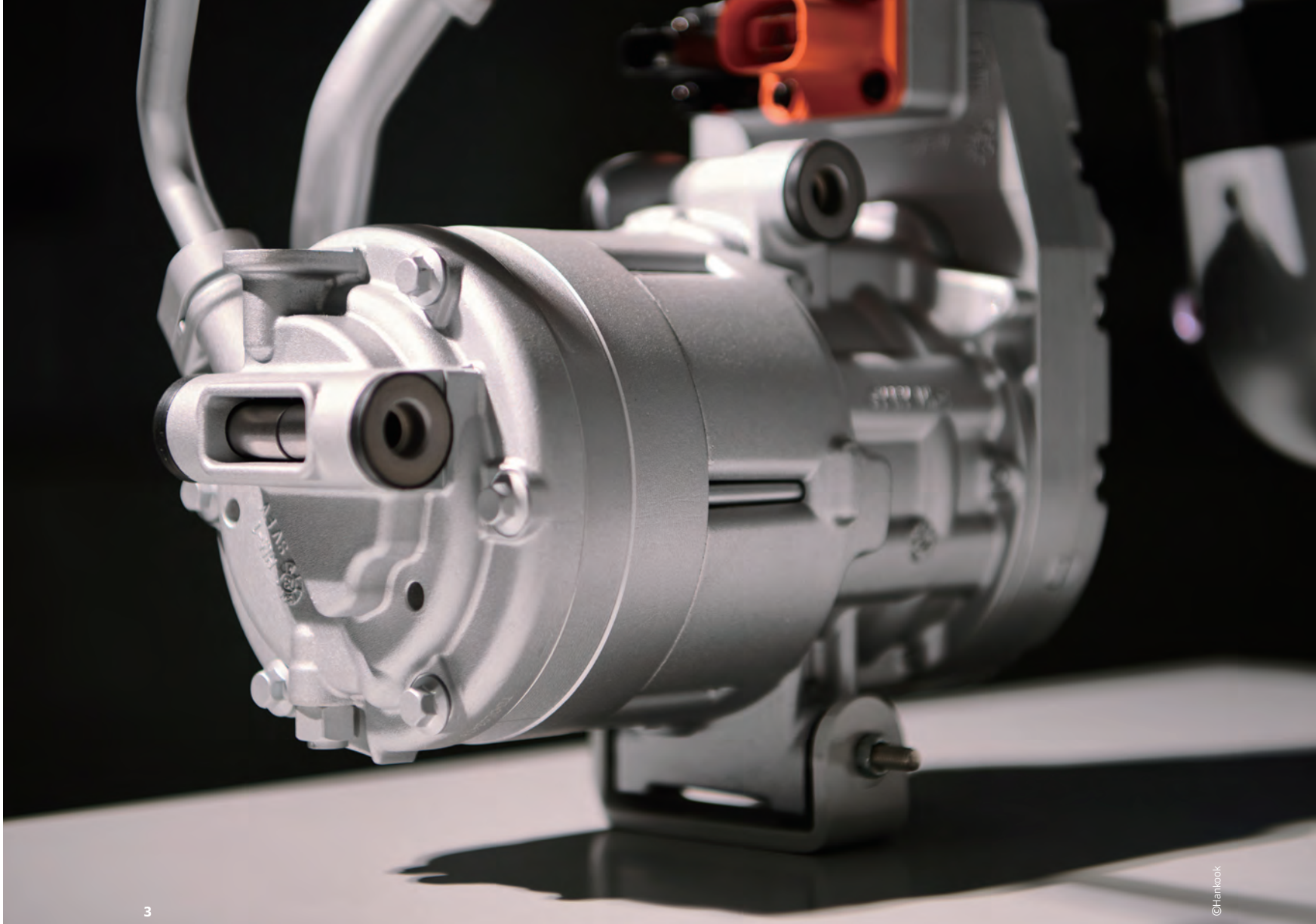
- 1 국내 최고의 레이싱 팀 한국컴퍼티션의 레이싱카도 한국(Hankook) AGM 배터리를 사용한다.
- 2 실리카의 분산도를 높인 '프로 커플링 컴파운드'와 균일한 저온 경화 기술 '옵티 큐어' 등으로 에너지 효율을 높인 한국타이어 아이온 에보 AS.
- 3 고효율 자동차를 위한 e컴프레서의 핵심은 전기모터다. 전기차의 냉방은 물론 난방도 가능한 한온시스템 히트 펌프에 적용되는 e컴프레서.

하고 생각할 수 있다. 하지만 무게와 효율의 밸런스 외에도 단순히 용량이 큰 것만으로는 부족하다. 우선 순간 방전량이 높아야 하며, 이에 더해 언제 다시 ISG가 작동할지 모르기 때문에 기회가 있을 때마다 최대한 짧은 시간에 배터리를 다시 충전할 수 있어야 한다. 이게 두 번째 이유다. 바로 이런 성능을 가진 진화한 납축전지가 AGM 배터리로, AGM은 흡수성 유리섬유 매트(Absorbent Glass Mat)를 의미한다. 일반 납축전지 대비 AGM 배터리는 내부 저항이 작아서 약 5배 수준의 높은 충·방전 성능을 갖고 있다. 그리고 안전하다. 부식성이 강한 묽은 황산 기반의 전해액을 액체 상태로 담아 놓은 일반 납축전지와 달리 AGM 배터리는 전해액을 머금은 유리섬유 매트를 극판 사이에 끼워둔 구조라서 진동과 충격에 강하며 만에 하나 사고가 크

게 나 배터리 케이스가 파손돼도 전해액이 흘러나오지 않는다. 앞에서 말했듯 요즘 자동차는 많은 기능을 갖고 있으며 그 모두가 전기를 동력원으로 사용한다. AGM 배터리는 에너지를 충분히 공급하면서도 전압이 매우 안정적이다. 즉 양뿐만 아니라 질까지 우수하다는 뜻이다. 이런 면에서 최신형 자동차라면 AGM 배터리가 아주 잘 어울린다고 할 수 있다. 예컨대 한국(Hankook) AGM 배터리는 극판에서 전기화학적 반응을 일으키는 활물질에 프리미엄 카본 물질을 첨가해 전기 전도도를 높인 '카본 플러스 테크놀로지'를 적용했으며, 그 밖에도 100% 유리섬유를 사용한 고순도 격리판, X-프레임(저저항 그리드), 고용량 설계, 극판셀 압축 기술 등으로 수명(내구성)과 성능을 크게 향상시켰다. 특히 자사의 기존 아트라스비엑스(ATLASBX) AGM 배터리 대비 저온 시동 성능(CCA)은 110%, 급속 충전 회복 성능(DCA)은 175% 끌어올렸다. ISG를 포함해 최신 자동차의 다기능 전장 시스템을 더 원활하게 작동할 수 있게 하는 AGM 배터리는 자동차의 에너지 효율을 향상시키는 숨은 공신이다.

e컴프레서: 열 관리는 효율 관리의 핵심

‘올해 여름이 앞으로의 여름 가운데 가장 시원한 여름’이라는 말이 있을 정도로 여름은 끝없이 뜨거워지고 있다. 이런 여름이면 자동차의 엔진은 달리는 것이 아니라 에어컨을 돌리는 것이 주목적이라고 할 수 있을 정도다. 여기서 ‘에어컨을 돌린다’는 말은 컴프레서(냉매 압축기)에서 유래한 말이다. 컴프레서는 에어컨의 핵심 부품이다. 요즘 전기차에서는 히트 펌프라는 것이 새롭게 대두되고 있는데, 히트 펌프도 여전히 컴프레서를 필요로 한다. 컴프레서가 냉매를 고온·고압으로 압축하는 것이 냉매의 기화와 액화를 통한 열 교환 사이클의 시작이기 때문이다. 따라서 전기차의 e컴프레서는 공조 장치(HVAC: 히터, 환기, 에어컨) 자체의 효율뿐 아니라 결국 전비 향상에도 크게 관여하는 부품이다. 잠시 다른 이야기를 해보자. 한여름에는 전기차가 최고라는 말을 종종 듣는다. 전기차는 주차된 상태에서 마음껏 에어컨을 틀 수 있는데, 내연기관차는 엔진을 켜지 않으면 에어컨을 사용할 수 없기 때문이다(엔진 공회전은 지역과 장소에 따라서 법령



으로 제한된다). 이 차이를 만드는 것이 무엇일까? 바로 컴프레서의 구동 방식이다. 기존의 내연기관차는 엔진의 크랭크축에 연결된 벨트로 컴프레서를 돌린다. 즉 컴프레서 구동이 엔진 회전에 종속된다는 뜻이다. 하지만 전기차의 e컴프레서는 전기로 직접 구동하는 독립된 장치다. 그래서 전기차는 주행 구동계의 전원을 차단한 소위 ‘유틸리티 모드’ 등으로 에어컨을 비롯한 편의 장치를 자유롭게 사용할 수 있는 것이다. 요즘은 내연기관차도 e컴프레서를 적극적으로 채택하는 추세다. 앞서 설명한 ISG 시스템 탑재 차량이 여름철 신초대기 중 엔진을 끄면 컴프레서 역시 멈추기 때문에 실내 온도가 높아질 수 있다. 그러면 차량은 에어컨을 작동시키기 위해 자동으로 엔진에 시동을 건다. 효율을 높이는 기능이 제 역할을 하지 못

하는 것이다. e컴프레서를 사용하면 이러한 상황을 방지할 수 있다. 한온시스템은 벌써 5세대까지 e컴프레서를 발전시킨 자동차 열 관리 솔루션의 선두 주자다. 처음에는 컴프레서의 전동화 자체에 집중했다면 이제는 고효율과 저소음, 그리고 다양한 전원에 대응할 수 있는 유연성까지 포괄하는 모든 종류의 e컴프레서 라인업을 갖췄다. 특히 48V 마일드 하이브리드 자동차에도 사용할 수 있는 e컴프레서는 낮은 전압에도 충분한 출력을 낼 수 있도록 큰 전류량을 견디는 특화된 회로 설계를 적용, EHC(Extra High Current)라는 분류를 차지하고 있다. 300~400V 고전압 배터리를 사용하는 하이브리드/PHEV 또는 순수 전기차를 위해서는 EHV(Extra High Voltage) e컴프레서를, 나아가 800V 전기차의 특고전압 시스템에 대응하

는 UHV(Ultra High Voltage) e컴프레서까지 공급하고 있다. 요즘은 에너지 효율이 낮은 자동차는 설 자리가 없다. 기업은 페널티로, 소비자는 높은 비용으로, 지구는 온실효과로 피해를 보기 때문이다. 자동차가 높은 효율을 달성하려면 여러 가지 요소와 부품이 시너지를 일으켜야 가능하다. 자동차의 진화는 이처럼 속속들이 디테일하다. 공통점은 ‘풍요 속의 효율’이라는 것. **12**

Fly Underwater

수영을 전혀 하지 못하는 스쿠버다이버도 바닷속을 자유롭게 유영할 수 있는 시대가 열렸다. 이동의 어려움은 수중 스쿠터가 해결해줄 수 있는데, 두 손이 자유로워 더욱 편리한 수중 젯팩이라는 제품도 등장했다.

WORDS 박호준 PHOTOGRAPHS 샤오투ن, 셔터스톡

물속에서 인간은 느리다. 2017년 디스커버리 채널은 한 가지 흥미로운 대결을 펼쳤는데, 올림픽에서만 23개의 금메달을 딴 ‘수영 황제’ 마이클 펠프스와 상어의 수영 대결이었다. 신체적 한계를 극복하기 위해 펠프스는 두께가 1mm밖에 되지 않고 지느러미와 같은 미세한 물갈퀴가 붙어 있는 특수한 수영복을 착용했다. 덕분에 그는 전성기 시절 자신이 기록한 속도보다 훨씬 빠르게 헤엄칠 수 있었다. 하지만 상어를 이길 수는 없었다.

펠프스가 아니더라도, 심지어 수영을 전혀 할 줄 모르는 사람일지라도 물속에서 빨라질 수 있는 방법이 있다. 이른바 ‘수중 스쿠터’라고 부르는 탈것을 이용하면 된다. 하지만 단점이 있으니, 앞서가는 추진 장치를 손으로 잡고 끌러가는 방식이라서 두 손이 자

유롭지 못하다(한 손은 잠시 댈 수 있겠지만 보통은 안전을 위해 두 손으로 꼭 붙들어야 한다). 이런 한계를 극복하는 아이디어가 최근 킥스타터에 올라왔다. 홍콩의 스타트업 샤오투(Xiaotun)이 후원금 모집을 통해 만들겠다고 밝힌 수중 젯팩이다. 배낭처럼 생긴 수중 젯팩은 구멍조끼를 입듯 등에 메는 형태라 두 손으로 기계를 붙잡고 있어야 했던 수중 스쿠터와 달리 손이 자유롭다. 유영이나 이동 중 기계를 놓쳐 분실하는 일이 발생하지 않으며 남은 손을 활용해 사진을 찍거나 해양 조사를 하거나 장애물을 극복하는 등 다양한 활동이 가능하다.

성능을 조금 더 살펴보면, 샤오투 수중 젯팩은 1만 5000mAh 용량의 리튬인산철 배터리와 2개의 추진 장치로 최대 200N(뉴턴)의 힘을 발휘한다. 이는 지상에서 20kg짜리 물체가 중력에 의해 떨어지는 힘과 같은데, 동력 장치로서 그리 대단치 않은 힘이고 그마저도 물속에서 사용하는 제품이니 어디까지나 싸드락싸드락 유영하는 용도라는 것을 알 수 있다.

수중 젯팩을 사용하는 방법은 크게 두 가지다. 조이스틱으로 게임 속 캐릭터를 움직이듯 유선 컨트롤러를 이용해 전후좌우로 이동 방향을 설정할 수 있다. 매번 컨트롤러를 사용하는 것이 번거롭다면 크루즈 기능을 사용하는 것도 방법이다. 1단계 속도는 2.1km/h, 2단계는 3.6km/h, 3단계는 5.4km/h다. 수영장과 달리 시야 확보가 어렵고 어떤 장애물이 튀어나올지 알 수 없는 강이나 바다에서 사용하기에는 1·2단계가 적절하다.

샤오투이 수중 젯팩에 내장형 프로펠러를 장착한 것도 안전과 관련이 있다. 프로펠러가 장치 외부로 돌출되어 있으면 낚시줄이나 미역 등 바닷속의 예상치 못한 부유물이 엉키기 쉽다. 물속에서 젯팩이 고장나는 상황은 상상만 해도 아찔하다. 저출력 내장형



- 1 수중 젯팩은 배낭처럼 등에 메는 추진 장치다. 샤오투 제품을 사용하는 스킨다이버의 유영 장면.
- 2 샤오투이 킥스타터에 소개한 수중 젯팩 AJ-03은 스쿠버다이빙용 공기탱크를 장착할 수 있도록 가운데가 오목하다.
- 3 수중 스쿠터를 붙들고 이동하는 스쿠버다이버. 손이 자유롭지 못하다는 게 단점이다.

프로펠러를 이용해 얻는 장점은 하나 더 있다. 소음이 적다는 것이다. 젯팩은 고작 5데시벨 수준의 소리를 발생시킨다. 유유자적 산호초 사이를 누비며 열대어를 구경하고 싶은 사람에게 알맞다.

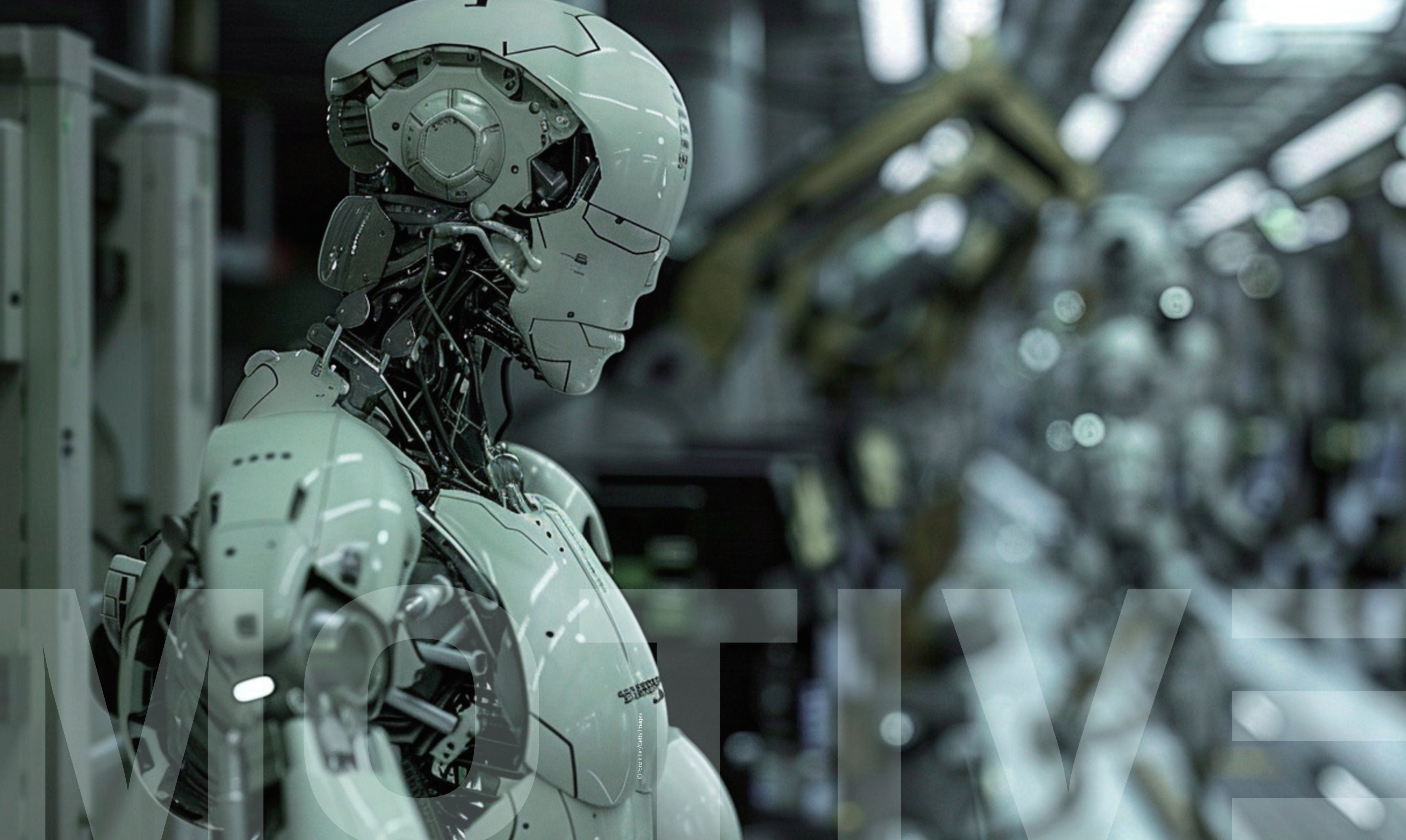
조금 더 본격적인 다이빙을 즐기고 싶은 사람을 위해 샤오투는 젯팩에 2ℓ 소형 공기탱크를 엮을 수 있도록 가운데를 오목하게 디자인했다. 사람마다 호흡량과 활동량에 따라 차이가 있지만 보통 2ℓ짜리 탱크라면 수심 10m에서 약 20~30분 다이빙을 즐길 수 있다. 젯팩의 최고 수심인 20m에선 10~15분 정도다. 하지만 숨을 참고 들어가는 프리다이빙이 아닌 스킨스쿠버의 경우 감압 과정을 거치지 않고 20m까지 깊이 들어가면 매우 위험하다. 젯팩의 성

능에 심취해 무작정 바닷속을 탐험하다간 감압병에 걸려 고생할 수 있다는 이야기다.

샤오투 제품이 첫 웨어러블 수중 젯팩은 아니다. 2023년에 등장한 쿼다젯(CudaJet)이 최초의 수중 젯팩이다. “수중 젯팩은 인간이 비행하는 것과 가장 유사한 감각 중 하나를 제공한다. 3차원 세계를 날아다니는 무중력 경험은 초인적인 느낌을 준다.” 쿼다젯을 만든 영국의 아치 오브라이언의 말이다. 하지만 우리 돈으로 4000만 원이 넘는 가격이 걸림돌이다. 혁신적인 기술에도 불구하고 출시 후 약 100대 밖에 팔리지 않은 까닭이다. 그에 비해 샤오투는 킥스타터에 수중 젯팩의 가격을 310만 원으로 제시했다. 쿼다젯이 좋기는 하지만 무엇이 문제였는지 잘

알고 있다는 뜻이다. 샤오투의 킥스타터 모금은 딱히 성공적으로 보이지 않지만, 꼭 샤오투가 아니더라도 쿼다젯에 이어 저렴한 가격을 내세운 후발 주자가 등장하리라는 점은 분명해 보인다.

잠시 수중 젯팩이 널리 보급화된 세상을 그려보자. 넓은 수영장에서 수중 젯팩을 이용해 경기를 펼치는 새로운 수상 스포츠가 탄생할 수도 있고, 물살이 거세 진입이 어려운 상황에 도움을 주는 인명 구조에 쓰일 수도 있다. 물론 먼저 보급된 수중 스쿠터가 일본과 필리핀 등 스킨스쿠버 시장에서 활발하게 사용되고 있는 점을 고려하면 누구나 레저용 수중 젯팩을 빌려 물속에서 맘껏 유영하는 날도 얼마 남지 않은 것 같다. **12**

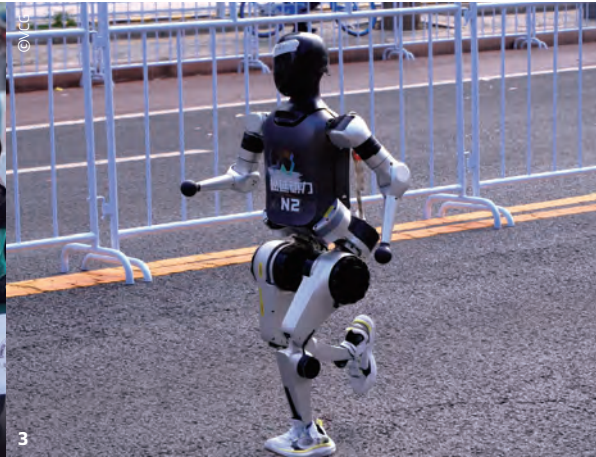


WOTV

Questions, not Answers

휴머노이드 로봇은 얼마나 빨리 달릴 수 있을까? 모델과 조건과 상황에 따라 다르겠지만 최근 확실한 기록이 하나 나왔다. 사상 최초의 휴머노이드 로봇 하프 마라톤 대회에서 우승한 로봇은 2시간 40분 동안 평균 시속 7.84km로 달렸다.

WORDS 조진혁 PHOTOGRAPHS 게티이미지



2025년 4월 중국 베이징 이창(亦庄, Yizhuang) 지구에서 열린 하프 마라톤 대회는 어쩌면 육상 역사상 가장 이질적인 경기였을 것이다. 1만 2000명의 인간 참가자와 21대의 휴머노이드 로봇이 출발선에 나란히 섰기 때문이다. 인간과 동일한 21.1km 코스를 달리는 휴머노이드 로봇들의 모습은 SF 영화의 한 장면처럼 보였다. 실제로 사람과 로봇이 섞여 달린 것은 아니었고, 안전을 위해 로봇 전용 레인이 따로 마련됐지만 달리는 환경과 조건, 레이스 규칙은 사람과 로봇이 동일했다.

인상적인 건 결과다. 완주에 성공한 로봇은 6대뿐이었고, 그중 우승 로봇의 기록은 2시간 40분 42초로 인간 우승자의 1시간 2분 36초와 비교하면 격차가 크다. 달리기 성적보다 주목할 메시지는 로봇공학, 인공지능(AI), 배터리, 자율 제어 기술의 집합체가 현실 세계에서 어떻게 작동하는지를 보여주었다는 점이다. 이 대회는 로봇이 연구실에만 존재하는 실험 도구가 아니라 인간의 생활공간 속으로 본격적으로 진입하고 있음을 알리는 신호탄이었다.

자, 마라톤이라는 경기를 생각해보자. 오랜 시간 먼 거리를 쉬지 않고 달리는 것은 사람에게도 어려운 일이다. 출발선에서 결승선에 이르기까지 여러 시간

동안 수천 번의 보폭을 조정하고, 노면과 환경에 맞춰 균형도 유지하며, 근육의 수축·이완을 반복하는 고도의 운동이다. 같은 일을 2족 보행 로봇이 해낸다는 것은 단순한 과정이 아니다. 인간에게 달리는 무의식적으로도 가능한 동작이지만, 로봇에게는 걸음걸음마다 일일이 계산과 제어를 거쳐야 하는 고난도의 과제다.

지구력·보행 대응 능력 테스트

이창 하프 마라톤 대회에 참가한 휴머노이드 로봇들은 각기 다른 기술적 배경을 가졌다. 제조사가 다른 만큼 센서의 구성이나 제어 알고리즘, 모터의 성능, 배터리 시스템 등 모든 것이 달랐다. 로봇들은 GPS 정보와 관성 측정 장치(IMU)를 이용해 위치를 추적하고, 관절 토크를 실시간으로 조절해 균형을 유지했다. 노면 상태 변화나 구부러진 구간의 코너링, 인접 참가자와의 간격 유지 등은 고성능 라이다(LiDAR)와 카메라가 담당했다.

대부분의 로봇 참가자에게 가장 큰 문제는 배터리였다. 인간은 지방을 태우며 에너지를 지속적으로 공급하지만, 로봇은 달릴수록 배터리 용량과 발열, 심지어 무게라는 물리적 도전에 직면하게 된다. 실제로 완주에 실패한 다수의 로봇이 배터리 방전이나 모터 과열로 멈췄다. 반면 완주에 성공한 로봇들은 에너지 회수 시스템과 고효율 제어 알고리즘을 활용해 제한된 전력으로 긴 거리를 버텼다.

물론 이번 대회의 목적은 속도가 아니었다. 마라톤의 본질은 장시간 지속되는 지구력과 환경 적응력 시험에 있다. 로봇에게는 이 의미가 훨씬 크다. 배터리 효율, 구동계 내구성, 제어 알고리즘, 현장 대응력

- 1 세계 최초의 휴머노이드 로봇 하프 마라톤 대회를 앞두고 훈련(?) 중인 로봇. 지금은 로봇이 사람의 부축을 받지만 머지않아 로봇이 사람을 돕는 시대가 올 것이다.
- 2 보통 사람이 천천히 달리는 속도와 엇비슷한 7.84km/h로 2시간 40분을 달려 우승한 '텐궁 울트라'의 키와 체중은 180cm, 55kg이다.
- 3 '송옌둥리 N2'는 120cm, 30kg으로 작달막한 체구지만 3시간 37분 50초의 기록으로 2위를 차지했다.

은 실험실에서 완벽히 검증하기 어렵다. 따라서 로봇의 달리기 자체에 초점을 맞춘 대회 규정은 배터리 교체 허용한 것은 물론 주행 자체도 완전 자율(AI), 반자율(위험 구간에만 인간 오퍼레이터 개입), 수동 제어(원격 조작)가 모두 가능했다. 심지어 페널티(실제 기록에 시간 가산)를 감수하면 부품과 본체를 교체할 수도 있었다. 우승을 차지한 베이징 휴머노이드 로봇 혁신센터(北京人形机器人创新中心)의 ‘텐궁 울트라(天工 Ultra)’는 경기 중 배터리 고장으로 한 차례 넘어지기도 했지만 세 번의 신속한 배터리 교체 끝에 완주에 성공했다.

로봇 제조사들의 마라톤 참여 목표가 장시간 운용 가능성 검증이었다는 점에서 이번 마라톤은 실제 환경에서 지속 가능한 작업 수행 능력, 즉 ‘체화지능(Embodied AI)’ 검증의 첫 사례로 남게 됐다. 마라톤 대회에서 드러난 사실은 기술적으로 더 정교한 로봇이 꼭 좋은 성적을 거두는 것은 아니라는 점이다. 복잡한 알고리즘과 고사양 하드웨어를 탑재한 로봇일수록 탈락 사례가 많았다. 대다수 로봇의 실패 원인은 하드웨어였다. 구동계 내구성 부족, 접지력 한계, 현장 대응력 미비 등이 발목을 잡았다. 일부 로봇은 출발 후 몇 분도 안 돼 쓰러졌고, 어떤 로봇은 구조물과 충돌해 산산조각 났다.

이러한 경험은 로봇 성능이 알고리즘의 정교함으로만 결정되지 않음을 보여준다. 오히려 무게 대비 출력, 충격 완충, 관절 회복력, 소재 피로도 같은 물리적



특성이 성능을 좌우한다. 복잡한 하드웨어와 알고리즘은 에너지 소비가 많고, 제어 실패 시 손상을 확대시킬 위험이 있다. 반면 단순하지만 견고한 구조를 가진 로봇은 극한 상황에서도 안정성을 유지하며 완주에 성공했다.

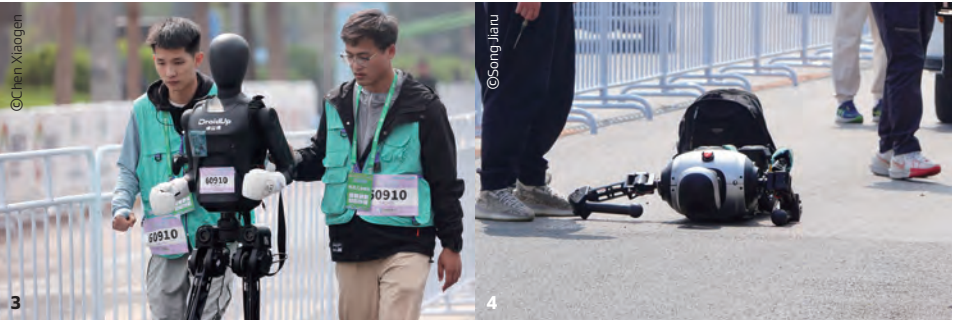
텐궁 울트라의 성공 배경에는 베이징 휴머노이드 로봇 혁신센터의 모션 제어 프레임워크 ‘텐궁-랩(Tien Kung-Lab)’이 자리 잡고 있다. 강화 학습과 모방 학습을 융합한 텐궁 울트라에 탑재된 시스템은 복잡한 지형에서도 안정적이고 자연스러운 보행을 가능하게 했다. 무엇보다 이를 뒷받침한 것은 튼튼한 구동계와 균형 잡힌 설계를 통한 무게 배분이었다. 결국 버티는 몸이 있어야 AI가 제 기능을 발휘할 수 있음을 증명했다.

마라톤 대회는 끝났지만, 상용화를 향한 휴머노이드 개발은 계속되고 있다. 대회에 참여한 제조사들은 서로서로 다른 모델들을 타산지식 삼아 보완 요

소들을 발견할 수 있었다. 먼저, 에너지 효율성이다. 2시간 40분 주행에 배터리를 세 번 교체해야 했다는 사실은 상용화 시 막대한 전력 소모가 발생함을 의미한다. 미래에는 10억 대의 휴머노이드가 연간 4000TWh의 전력을 소모할 수 있다는 얘기가 최근 나오기도 했는데, 이는 2023년 기준 미국 전체의 1년 전력 사용량에 맞먹는 수준이다.

또 상용화를 두고 가장 우려되는 점은 안전성이다. 적어도 50kg에 육박하는 로봇이 넘어지면 시설이나 재산 혹은 사람에게 피해를 줄 수 있다. 로봇에게는 돌발 상황에 대처하는 대응력도 아직 부족하다. 이번 대회에서도 로봇과 함께 달린 팀 스태프—엔지니어, 오퍼레이터, 러닝 가이드 또는 보조자 등—가 넘어진 로봇을 일으켜 세우는 장면이 여러 번 목격됐다.

대회가 열린 베이징 이창 경제기술개발지구에는 300여 개의 로봇 기업이 모여 있다. 샤오미, 유비테



크(UBTECH)를 비롯해 부스터 로보틱스(Booster Robotics)처럼 대기업뿐 아니라 수많은 혁신 스타트업도 여기에 등지를 틀었다. 최근에는 로봇 판매와 부품 A/S를 통합 제공하는 매장까지 등장해 연간 약 2조 원 규모의 산업 생태계를 이뤘다. 우승 로봇을 만든 베이징 휴머노이드 로봇 혁신센터는 중국 정부의 지원을 받아 설립됐으며, 2025년까지 대형 제어 모델 개발 플랫폼 구축을 목표로 연구를 이어가고 있다. 송연동리(松延动力)와 부스터 로보틱스도 설립 2년 만에 대규모 투자를 받고 월 100대 이상 휴머노이드 로봇 생산 체계를 확보했다.

결승선은 끝이 아니라 새로운 시작

휴머노이드 로봇 산업의 거점에서 열린 마라톤 대회에서 중국 정부가 기대하는 것은 무엇일까? 자국 내에서는 기술 자부심을 높이고, 국제적으로는 기술 패권 경쟁에서 우위를 점하는 수단이 된다. 산업용 로봇 세계 1위라는 기반 위에서 범용성과 체화지능을 갖춘 로봇을 국가 기술력의 상징으로 보여줄 수 있다. 명확한 사실은 기술력과 생산 역량을 전 세계에 알리고자 대규모 이벤트를 개최했고, 성공했다는 것. 여기서 더 예상해볼 수 있는 것은, 우승 업체의 기술인 ‘텐궁-랩’을 오픈소스로 공개해 시장 표준을 선점하는 것이다. 구글이 안드로이드를 오픈소스화해 모바일 생태계를 장악한 전략처럼 말이다. 과거 로켓 발사 장면이 국가 위신을 상징했던 것처럼, 로봇 마라톤 완주는 중국의 기술력이 앞서 있다는 것을 알리는 선언과 같다.

중국의 휴머노이드 로봇 전략은 크게 대량생산, 표준화, 생태계 장악에 있다. 정부와 산업, 학계가 힘을 모아 제품 개발에 박차를 가하고 있는 현재, 우리는 어떻게 대응해야 할까? 마라톤 대회에서 밝혀진 핵심 요소는 체화지능 구현의 필요성이다. 이와 함께

- 1 휴머노이드 로봇들은 일반 시민과 별도의 레인에서 달렸다. 로봇마다 최대 세 명의 팀 스태프와 한 대의 지원 차량이 동행할 수 있었다.
- 2 하프 마라톤 대회에 이어 중국은 지난 8월 육상, 축구, 격투기 등 20여 종목으로 '세계 휴머노이드 로봇 경기 대회(World Humanoid Robot Games)'도 개최했다.
- 3 1, 2위가 여러 번 배터리를 교체한 것과 달리 드로이드업의 '싱저2호(行者二号)'는 배터리 교체 없이 4시간 25분 56초로 완주해 3위에 올랐다. 170cm, 28kg의 가벼운 몸매 덕분이었을까?
- 4 휴머노이드 로봇 하프 마라톤 대회에 참가한 21대의 로봇 중 6대만이 완주에 성공했다.

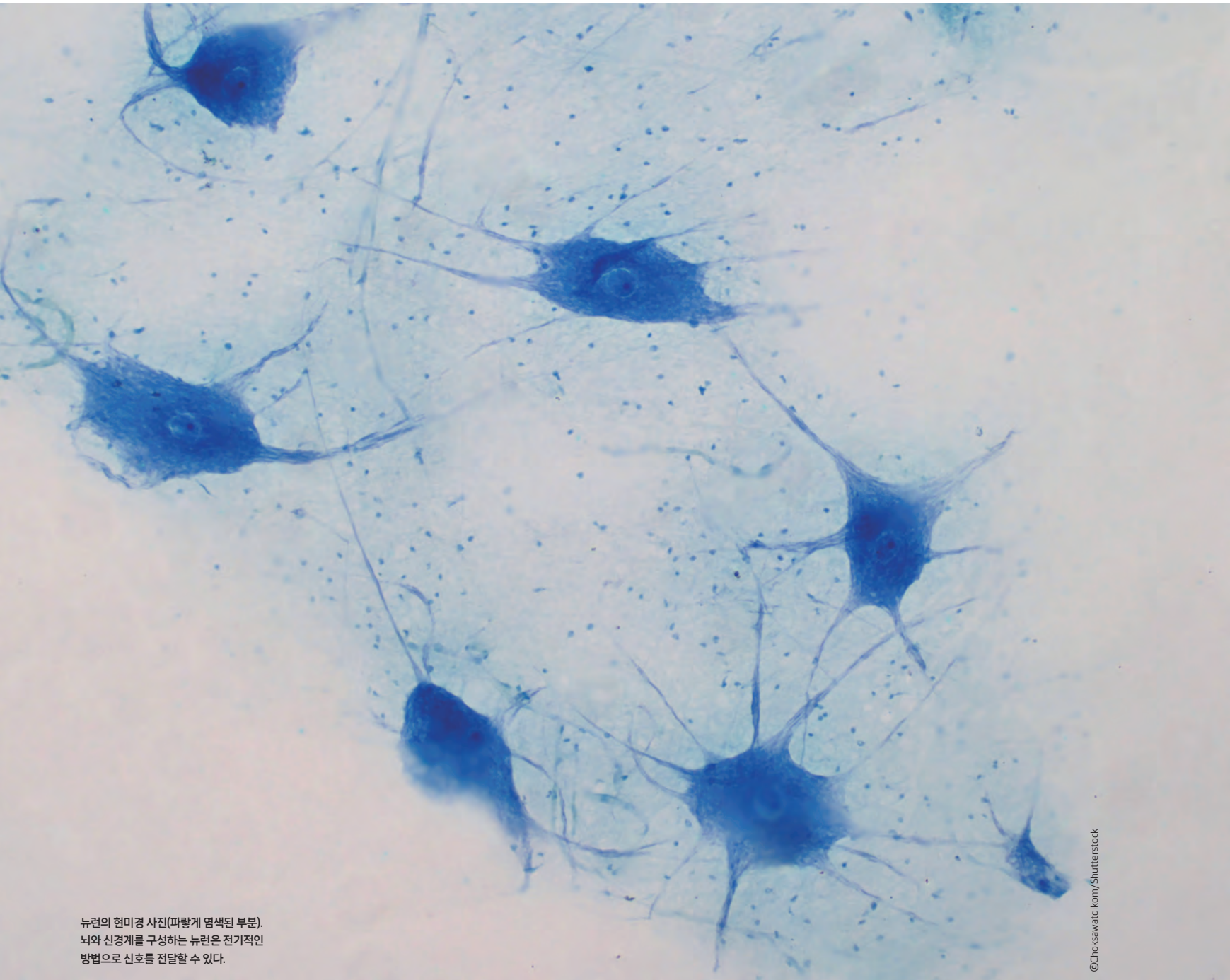
하드웨어와 배터리 기술 투자 없이는 상용화가 어렵다는 점도 명확해졌다. 따라서 우리는 배터리와 구동계 개발에 힘쓸 필요가 있는데, 2차 전지와 정밀 제조의 강점을 살려볼 수 있겠다. 또한 중국이 범용 로봇을 양산한다면 한국은 의료나 재활, 군수, 정밀 산업용 등 고부가가치 분야에 파고들어 틈새시장을 공략하는 전략을 펼칠 수도 있을 것이다. 로봇 개발을 위해선 실제 환경에서 장기간 성능 검증할 플랫폼도 갖춰야 한다. 테스트 시설이나 데이터 공유 체계를 만드는 것도 장기적 성장을 위한 요소다.

이번 로봇 마라톤은 그동안 중국이 개발해온 휴머노이드 기술력을 검증하는 자리였다. 일종의 쇼케이스이자 국가 전략이 집약된 이벤트였다. 로봇은 인간을 이기지 못했지만, 더 중요한 일을 해냈다. 21세기 기술 경쟁의 새로운 무대를 연 것이다. 중국의 성장을 바라보는 다른 국가들에게 중요한 교훈이 주어졌다. 속도 경쟁에서는 뒤처질 수 있지만, 방향을 선점하면 승부를 뒤집을 수 있다. 정밀 제조, 틈새시장, 안전성 등 남은 과제는 많다. 지금 가장 효율적이고 성장 가능한 좌표를 제대로 설정하지 않는다면 10년 뒤 우리는 출발선에 서보지도 못한 채 로봇들의 레이스를 지켜볼지도 모른다. 기억하자. 중요한 건 속도도 아니라 방향이다. **IT**

Living Circuits, Thinking Cells

세포가 연산을 시작했다. 인간의 사고 구조를 모사하는 ‘인공지능’이 아니라, 인간의 신경세포 자체를 연산 장치로 쓴다. 실제 뇌세포를 활용한 세계 최초의 컴퓨터라니. 이제 ‘컴퓨터’라는 단어의 정의를 다시 써야 할 때인가.

WORDS 이회욱 PHOTOGRAPHS 셔터스톡, 코티컬 랩스



뉴런의 현미경 사진(파랑계 염색된 부분). 뇌와 신경계를 구성하는 뉴런은 전기적인 방법으로 신호를 전달할 수 있다.

©Chokswatdikom/Shutterstock

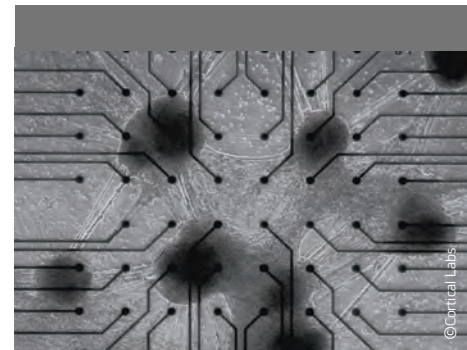
컴퓨터가 살아 움직인다면 어떤 모습일까. 정전기 가 도는 반도체 칩 대신 미세한 신경세포가 꿈틀대고, 전기 자극에 반응하며, 외부 자극에 스스로 학습해 반응한다면? SF 소설의 전유물 같던 이 상상이 현실이 됐다. 오스트레일리아의 바이오스타트업 코티컬랩스(Cortical Labs)가 세계 최초로 살아 있는 인간의 뇌세포를 이용한 컴퓨터 시스템 ‘CL1’을 개발했다. CL1은 단순한 생체 실험이 아니라, 전기적 입·출력, 정보 처리, 환경 적응 학습까지 수행할 수 있는 ‘합성생물지능(Synthetic Biological Intelligence)’의 실질적 구현체다. 긴 상자처럼 생긴 CL1의 구조는 크게 다섯 부분으로 나눌 수 있다. 먼저 중심부엔 살아 있는 뉴런이 존재한다. CL1의 핵심 구성 요소로서 실험실 환경에서 배양된 약 80만 개의 인간 혹은 생쥐 유래 뇌세포다. 두 번째는 고밀도 전극 어레이(HD-MEA)다. 수백 개의 미세 전극이 배치된 기판 위에 뉴런을 올려 자극을 전달하고, 세포에서 발생하는 전기 신호를 수집한다. 이때 신호는 고해상도 데이터로 실시간 전환돼 CL1의 핵심 ‘출력’ 역할을 한다. 세 번째는 인터페이스 회로, 즉 인간이 설계한 디지털 신호와 뉴런이 반응하는 아날로그 신호 사이의 통역자다. 사람이 입력한 명령어가 뉴런에 의미 있는 자극으로 전달되도록 변환하고 세포가 생성한 반응 역시 기계가 읽을 수 있는 신호로 바꿔준다. 네 번째는 생명 유지 시스템이다. 뉴런은 살아 있기 때문에 영양 용액을 공급받아야 하고, 생명 활동에서 발생하는 노폐물을 제거해야 하며, 산소와 이산화탄소의 교환도 필요하다. CL1에는 이를 위한 유체 공급 장치, 일종의 ‘인공 신장’과 ‘인공 방광’ 장비가 내장됐다. 마지막으로, 학습 피드백 알고리즘이다. CL1

은 단순히 신호를 주고받는 기계가 아니라, 입력과 출력 사이의 결과에 따라 반응 패턴을 조정한다. 이를 통해 반복 학습과 행동 수정이 가능하다. 실제 사례는 놀랍다. 2022년 코티컬랩스는 신경과학 저널 <뉴런>에 논문 한 편을 발표했다. 논문 내용은 CL1이 고전적인 비디오 게임 ‘퐁(Pong)’을 플레이하고 학습할 수 있다는 것이었다. CL1은 게임 규칙을 사전에 프로그래밍하지 않았다. 단지 공이 벽에 튕기고 점수가 오르거나 떨어지는 결과를 받아들이며 입력 자극에 대한 반응을 조정해 나갔다. 마치 인간이 시행착오를 통해 규칙을 깨닫고 행동을 최적화하듯, CL1의 뉴런도 학습 곡선을 그려가며 실시간 적응하는 모습을 보였다. 이런 특성은 기존 컴퓨터와 뚜렷한 차이를 만든다. 가장 큰 장점은 에너지 효율성이다. CL1은 수백만 개의 뉴런이 병렬로 작동할 때도 전체 소비전력은 수십 mW 수준에 불과하다. 이는 일반적인 고성능 그래픽처리장치(GPU)가 사용하는 수백 W에 비하면 말 그대로 ‘생물학적 저전력’의 경지다. 또한 CL1은 고정된 회로 구조가 아니라 시냅스의 연결 강도와 경로 자체가 가변적인 ‘가소성’을 가진다. 즉 연산 구조가 하드웨어가 아니라 생물의 반응성에 따라 변화하며 학습한다. 하지만 단점도 뚜렷하다. 세포는 생물이다. 온도, 습도, 산성도(pH), 산소 농도 등 다양한 조건에 민감하게 반응한다. 동일한 자극에도 항상 같은 반응을 보장하지 않는다. 세포의 노화, 감염, 배양 실패 등으로 인해 실험 결과의 재현성이 떨어질 수도 있다. 또 정밀한 제어나 계산은 여전히 실리콘 기반 컴퓨터가 월등하다. CL1은 대량 연산보다는 패턴 인식, 환경 반응, 유기적 연산에 강점을 갖는 컴퓨팅 방식이다.



코티컬 랩스가 개발한 생물학적 컴퓨터 CL1은 생물학 실험용 장치처럼 생겼다. 실제로 뉴런의 생명 유지 장치들이 내장됐다.

©Cortical Labs



미세 전극이 배열된 실리콘 칩 위에서 살고 있는 뇌세포는 실험실에서 배양한 뉴런이다.

CL1 외에도 세계 곳곳에서는 다양한 생체 기반 컴퓨팅 기술을 실험 중이다. 대표 사례가 영국 브리스틀 웨스트잉글랜드대학교(UWE)의 버섯 군사체 컴퓨터다. 버섯의 뿌리 조직인 군사체가 전기 자극에 반응하고 저항값을 변화시키는 특성을 활용해 ‘AND’ ‘OR’ 같은 논리 연산을 수행하는 장치를 개발했다. 미국 존스홉킨스대학교는 ‘오가노이드 인텔리전스’ 연구를 진행 중이다. 인간 줄기세포로부터 배양한 3차원 뇌 오가노이드(Organoid)를 이용한 생물학적 컴퓨터 프로젝트다. 연구진은 이 뇌 조직을 외부 센서와 연결하고 피드백 자극을 주는 방식으로 학습 능력을 실험했는데, 오가노이드가 단순한 자극에 반응할 뿐 아니라 그 경험을 기반으로 반응 패턴을 변화시키는 ‘학습’ 능력을 일부 보였다고 보고했다. 생체 컴퓨터는 단지 기이한 실험이 아니다. 그것은 ‘컴퓨터’라는 개념 자체를 재정의하려는 시도다. 물론 아직 상용화까지는 갈 길이 멀다. CL1은 과학적 가능성을 제시했을 뿐 대규모 데이터를 다루거나 정밀 연산을 요구하는 현대 컴퓨팅의 대안이 되기에는 부족하다. 윤리 논쟁도 피할 수 없다. 인간 뇌세포 기반의 ‘생각하는 컴퓨터’엔 생체 조직의 관리자와 허용 범위, 기증자의 책임, 연구 허용 범위와 책임에 대한 사회적 논의가 뒤따른다. 지금까지 우리는 컴퓨터를 실리콘 칩과 0·1의 디지털 세계로 이해해왔다. 세포 연산장치가 정보를 처리하고 반응하며 학습한다는 사실은 AI를 넘어 ‘지능의 본질’을 다시 묻게 한다. 우리는 지금 컴퓨팅 장치를 ‘제작’하는 시대를 넘어 ‘창조’하는 시대의 문턱을 넘는 중이다. **12**

Disable is Nothing

노화는 유보된 현재이자 예정된 미래다. 고령화에 동반하는 것이든 생래적이거나 사고에 의한 것이든 장애 역시 누구나 겪을 수 있는 삶의 질곡이다. 신체장애에 무관하게 컴퓨터에 접근하게 해주는 ‘에이블테크(Able-Tech)’가 주목받는 이유다.

WORDS 송지환 PHOTOGRAPHS 셔터스톡, 어그멘탈, 엑스퍼트아이앤씨



©Augmental

1

컴퓨터와 스마트폰을 위시한 디지털 기술의 발전은 우리 삶의 질을 부단히 향상시키고 있다. 현대인의 신경계라 할 만큼 닿지 않는 곳 없이 긴밀히 작동하고 있는 과학기술 덕이지만, 몸이 불편한 장애인은 그 혜택에서 소외되거나 배제되는 현실이 안타깝다. 이러한 현실을 타개할 대안이 속속 상용화하고 있다. 장애로 인해 결여된 신체 기능을 기술로 보완해, 불편을 개선하는 수준을 넘어 인간 고유의 존엄성을 복원하는 데 기여하는, ‘능력(Ability)’과 ‘기술(Technology)’을 합쳐 이르는 ‘에이블테크’ 얘기다. 의존형에서 자립형으로 지원의 패러다임을 바꾼

게임 체인저이자 신체장애에 대한 사회적 포용 역시 확장시키는 도구가 되고 있다. 놀랄 만한 두 사례가 에이블테크의 현주소를 가늠케 한다.

혀로 문지르는 트랙패드

세계 최대 규모의 소비자 가전 전시회(CES)는 2025년 ‘접근성 및 시대 기술 부문’ 수상자 중 하나로 핸드프리와 블루투스를 지원하는 구강 내 마우스를 개발한 MIT 미디어랩의 스피노프인 스타트업 ‘어그멘탈(Augmental)’을 선정했다. 이들이 내놓은 ‘마우스패드^’(MouthPad^)’는 혀를 굴리고 머리를 움직이

는 동작으로 마치 비장애인인 일상적으로 사용하는 마우스(Mouse)나 트랙패드처럼 여러 디지털 디바이스를 제어할 수 있게 한다. CES는 “장애가 있는 사용자의 접근성과 직관성을 높이고, 입을 기반으로 한 상호작용을 제공하도록 설계했다”고 제품을 설명했다. 세계적 테크 미디어 <와이어드> 역시 ‘인간성 향상에 필요한 기술’ 중 하나로 마우스패드^를 선정해 소개했다. “센서가 혀의 위치와 머리의 움직임을 추적해 착용자가 11번째 손가락을 얻을 수 있도록 한다”는 것이다. 혀를 11번째 손가락처럼 기능하게 한다는 마우스패드^는 수

- 1 어그멘탈 마우스패드^는 입천장에 부착해 혀의 움직임으로 포인팅과 클릭을 할 수 있게 하는 블루투스 트랙패드다.
- 2 소리를 잘 못 듣는 사람을 위해 상대방의 대화를 문자로 변환해(STT) 눈앞에 띄워주는 스마트 안경이 속속 개발되고 있다.
- 3 국내 기업 엑스퍼트아이앤씨의 씨사운드는 STT 기능뿐 아니라 번역 기능도 제공한다.



2



3

술적인 방법으로 뇌의 운동 피질에 칩을 심어 ‘생각’을 커서 이동이나 클릭, 문자 입력 등의 행위로 변환해주는 ‘뉴럴링크’의 BCI(뇌-컴퓨터 인터페이스)보다 인간적으로 느껴진다. 원리는 이렇다. 양쪽 뺨까지 덮으며 입천장에 부착하는 마우스패드^의 프로세서 내 머신러닝 알고리즘이 혀의 위치와 움직임을 분석해 데이터를 커서 명령으로 변환한다. 이를 무선 마우스처럼 블루투스를 통해 PC나 태블릿, 스마트폰 등으로 전송한다. 대개의 표준 운영체제와 직결되니 별도의 소프트웨어도 필요 없다. 좌·우 클릭, 클릭 앤 드래그, 스크롤이 다 된다. ‘혀를 사용하는 트랙패드’라고 해도 좋을 만큼 민감하게 작동하는 이 3D 프린팅 구강 보철 장치는, 사지 마비자는 물론 운동신경 질환자에게도 매우 큰 잠재 이득을 제공한다. 사진을 편집하고, 이메일을 보내고, 게임도 즐길 수 있다. 음식을 먹을 때는 빼야 하지만, 대화는 장치를 낀 채로도 가능하기 때문에 마우스패드^ 착용 사실을 모르는 사람이라면 착용자의 입천장에 무엇이 장착돼 있는지 눈치채지 못한다. 충전은 전용 케이스가 필요하며, 완충 시 최대 5시간까지 연속 사용 가능하다. 혀끝에서 무한의 가능성을 찾아 세계 최초의 핸드프리 터치패드를 내놓은 어그멘탈의 사명(使命)은 ‘기술을 더 인간 친화적으로 만들기’다. augmental.tech

소리를 보는 스마트 안경

드라마든 영화든 예능 프로그램이든, 국적을 불문한 자막 제공은 우리에게 꽤 익숙한 콘텐츠 향유 방식이다. 듣는 행위가 곤란한 사람에게는 더욱 필요한 서비스이기도 하다. ‘들어야 하는’ 소리를 ‘눈으로 보

는’ 안경이 있다면 훨씬 수월하고 편안한 시청이 가능하지 않을까. 일종의 증강현실(AR) 장치인 스마트 안경이 바로 그 해결책이 되고 있다. 이 분야의 에이블테크 기업 중 하나인 우리나라 ‘엑스퍼트아이앤씨’는 AI 스마트 자막 안경 ‘씨사운드(C-Sound)’를 내놨다. ‘소리를 본다’는 캐치프레이즈를 연상케 하는 발음의 스마트 안경은 영상 콘텐츠를 대사는 물론 상대방의 말을 글자로 변환해 눈으로 보게 해줌으로써 보다 자유로운 의사소통을 가능케 한다. 텍스트를 저장하고 재생하는 부가 기능도 있다. 보청기는 구시대적 유물이 된 셈이다. 씨사운드가 제공하는 양안(兩眼) 디스플레이는 음성을 실시간으로(발화 시점에서 0.3초 이내) 문자화해 눈앞에 투영한다. 이 회사는 음성 인식의 정확도가 98%에 달한다고 자신하는데, 2만 시간 이상 한국어 음성 데이터로 학습시킨 STT(Speech to Text)를 자체 개발한 결과다. 무려 8개국어(영어, 중국어, 일본어, 태국어, 베트남어, 대만어, 프랑스어, 스페인어)도 오번역 없이 전달한다. 5시간 연속 무선 작동 역시 대화 환경의 불편함을 획기적으로 줄여준다. 씨사운드는 노인성 난청자를 비롯해 청각장애로 어려움을 겪는 이들뿐 아니라 강의를 듣는 학생이나 외국인인과 대화나 회의가 잦은 직장인들에게도 매력적이다. 활용 가치는 물론 디테일도 좋다. 화면의 밝기, 글자의 색깔과 크기 등을 사용자의 편의에 맞춰 커스터마이징을 할 수 있다. 아직 값비싼 제품이지만 필요하다면 망설일 이유가 없다. ‘청각장애인 보조기기’로 여러 기관에 등록돼 있기에 정부 지원금 신청이 가능해서다. 홈페이지에는 혜택 안내, 사용법 동영상과 함께 씨사운드 취급점도 올라와 있다. xpertinc.co.kr 

Contributors

한 사람의 몸에서 비롯된 우연한 발견이 모든 인류의 치료법이 된 경우가 있는 것처럼 의학의 눈부신 도약 이면에는 평범한 이들의 헌신도 숨어 있다.

의학에 공헌한 환자들을 살펴보자.

WORDS 민소연 PHOTOGRAPHS 게티이미지

오랜 의학의 역사 이면에는
의사와 연구자는 물론 환자의
기여가 포함돼 있다.

©Shaith Nowak Jack

올 초 ‘황금 팔을 가진 사나이’로 불렸던 호주의 제임스 해리슨이 88세로 세상을 떠났다. 그는 18세부터 81세—호주 의료 정책에 따라 헌혈이 허용된 나이—까지 꾸준히 헌장을 기증했는데, 헌혈 횟수가 총 1173회에 이른다. 14세에 큰 수술을 받아야 했던 그 역시 수혈을 통해 살 수 있었다. 얼굴도 모르는 이들에게 받은 ‘생명의 빛’을 갚겠다고 다짐한 소년은 평생을 걸쳐 그 약속을 지켰다.

처음 몇 차례 헌혈 후, 그의 혈액에는 신생아 용혈성 질환(HDFN)을 예방할 수 있는 면역 글로불린 기반 약품을 만드는 데 사용 가능한 항체인 ‘항-D(Anti-D)’가 들어 있다는 것이 밝혀졌다. 그의 특별한 항체로 만든 항-D 주사는 곧 표준 치료가 되었고, 덕분에 Rh(D) 음성 산모가 임신한 Rh(D) 양성 아기가 안전하게 태어날 수 있었다. 그 수는 무려 240만 명이 넘는다. 해리슨은 의사도, 과학자도 아니다. 그럼에도 의학사에 깊은 족적을 남겼다. 이처럼 의학 발전에 공헌한 평범한 환자이자 영웅은 늘 존재해왔다. 때로는 개인의 지독한 불행과 고통이 의학적 희망으로 이어지기도 했다.

1822년 미국 미시간의 모피 교역소에서 총성이 울려 퍼졌다. 오발된 총알이 그 앞을 지나던 캐나다인 알렉시스 생마르탱의 옆구리를 관통했다. 갈비뼈는 부서졌고 폐와 위의 일부가 찢겨 나갔다. 모두가 그의 죽음을 예상했지만, 근처에 주둔하던 미 육군 부대의 군의관 윌리엄 보몬트는 포기하지 않았다. 보몬트의 적극적인 치료로 생마르탱은 기적적으로 살아남았다. 하지만 그의 왼쪽 복부에는 지름 2.5cm의 구멍, 즉 ‘위루’가 남았다. 상처가 아물면서 위벽과 복벽이 달라붙어 위 내부가 몸 밖으로 직접 연결된 것이다. 붕대를 풀면 위 안쪽이 흰히 들여다보였다. 환자에게는 끔찍한 후유증이었지만 의사들에게는 특별한 기회였다. 당시까지만 해도 위장의 소화



2018년 5월 11일 제임스 해리슨의 마지막 헌혈에는 그 덕분에 무사히 태어난 아기들과 안전하게 출산한 어머니들이 고마움을 표하기 위해 모였다.

과정이 정확히 어떻게 이루어지는지 명확하게 입증되지 않았기 때문이다.

보몬트는 10여 년 동안 생마르탱의 위루를 통해 소화 과정을 관찰했다. 명주실에 음식을 매달아 위 속에 넣었다 꺼내면서 소화 단계별 변화를 기록하고, 채취한 위액으로 시험관에서 소화를 재현하기도 했다. 덕분에 소화가 단순히 음식을 으개는 것이 아닌 화학적 과정이라는 사실이 입증되었다.

1848년에는 미국의 철도 노동자 피니어스 게이지가 직경 3.2cm, 길이 1.1m짜리 철봉이 머리를 관통해 좌측 전두엽이 크게 손상된 사고를 당했다. 기적적으로 생존한 그는 성격이 완전히 바뀌었다. 침착하고 성실했던 그가 충동적이고 무례한 사람으로 돌변한 것이다. 그의 치료 및 이후 연구 보고서는 뇌의 특정 부위, 특히 전두엽이 인간의 감정 조절, 의사 결정, 사회성과 같은 고차원적인 기능과 인격을 담당한다는 사실을 세상에 널리 알리는 계기가 됐다. 그의 말년 기록을 보면 칠레에서 장거리 역마차 마부로 일했다는 내용이 있어, 어느 정도 뇌 기능 회복이 있었음을 알 수 있다.

난치성 간질 치료를 위해 1953년 뇌의 해마와 내측 측두엽을 절제한 미국인 헨리 몰레이슨은 수술 후

얼굴도 모르는 이들에게 받은 생명의 빛을 갚겠다고 다짐한 소년은 평생을 걸쳐 그 약속을 지켰다. 63년 동안 거의 2~3주에 한 번꼴로 헌혈한 것이다. 자신의 몸을 바탕으로 의학사에 의미 있는 족적을 남긴 이는 수없이 많다. 그들의 고통, 희생 혹은 도전은 현대 의학의 초석이자 미래 세대를 위한 희망으로 남았으며, 우리 역시 그들의 기여를 기억해야 할 것이다.

새로운 기억을 거의 만들지 못하는 환자가 되었다. 그는 매일 비슷하고 낯선 풍경에서 깨어났다. 1953년 이후 저장을 멈춰버린 그의 뇌는 인류에게 기억의 신비를 푸는 단서가 되었다. 의학자들은 그의 상태를 연구하면서 단기 기억이 장기 기억으로 넘어갈 때 해마의 역할, 그리고 말로 설명하는 ‘서술 기억’과 몸으로 기억하는 ‘절차 기억’이 완전히 다른 체계 아래 있다는 것을 밝혀냈다. 현대 신경과학의 기본 틀이 그 덕분에 명확해진 것이다.

자신의 목숨을 담보로 인류를 구하려는 이들도 있다. 미국 플로리다에서 뱀 연구소를 운영했던 빌 하스트는 1946년부터 코브라, 맘바 등 맹독사들의 독을 조금씩 희석해 자신의 몸에 주입하기 시작했다. 뱀독에 대한 면역력을 키워 언젠가 인류를 위한 해독제를 만들 수 있다는 믿음 때문이었다. 2011년 사망하기까지 그는 무려 172번이나 맹독사에게 물렸다. 그의 몸속에는 강력한 항체가 형성됐고, 그의 피는 ‘범용 혈청’이 되었다. 긴급한 뱀독 중독 환자가 발생하면 병원에서는 그에게 전화를 걸었다. 그의 혈액은 21명의 생명을 구했다.

21세기에는 미국 위스콘신주의 트럭 운전사였던 팀 프라이드가 하스트의 길을 이어가고 있다. 어린 시절 뱀에 물려 죽을 뻔한 경험을 한 그는 더 효과적인 해독제를 만들고자 스스로를 실험 대상으로 삼았다. 그는 지난 20여 년간 블랙맘바, 타이판 등 가장 치명적인 뱀독을 800번 이상 주입했다(그중 200번 이상은 일부러 물렸다). 그의 항체는 한 종류가 아닌 여러 뱀독을 동시에 무력화하는 힘을 가졌다. 이는 뱀의 종류마다 다른 해독제를 써야 하는 기존 방식을 넘어 ‘범용 해독제’ 개발의 가능성을 연 것이다. 현재는 동물 실험 단계에서 그 효과를 검증하고 있다.

이런 사례들을 살펴보면 연구 윤리도 함께 발전했음을 알 수 있다. 오늘날엔 연구 계획이 윤리적인지, 환자가 제대로 동의했는지, 위험과 이익이 균형 잡혔는지를 꼼꼼히 따져보게 됐다.

자신의 몸을 바탕으로 의학사에 의미 있는 족적을 남긴 이는 수없이 많다. 그들의 고통, 희생 혹은 도전은 현대 의학의 초석이자 미래 세대를 위한 희망으로 남았으며, 우리 역시 그들의 기여를 기억해야 할 것이다. 누구나 당연하게 여기는 한 줄의 의학 지식이 실은 누군가의 삶 전체가 담긴 위대한 역사라는 사실 또한. **12**



고대 동물의 DNA를 구해 현존하는
다른 동물의 유전자와 편집해 복원하는
콜로설의 멸종 동물 프로젝트는 영화
<쥬라기 공원>을 떠올리게 한다.

©Park Namkyu

Can We Bring Back

사라진 동물을 복원하는 과학 기술은 축복인가, 재앙인가? '쥬라기 공원' 시리즈의
일곱 번째 작품 <쥬라기 월드: 새로운 시작>이 지난여름 개봉된 가운데, 실제로
멸종된 고대 동물 복원을 목표로 하는 생명공학 스타트업이 화제다.

WORDS 이소영 PHOTOGRAPHS 게티이미지, 박남규, 셔터스톡, 콜로설 바이오사이언스

2021년 창업한 콜로설 바이오사이언스는 세계 유일의 멸종 동물 복원 회사다. 지난 4월, 최소 1만 년 전에 멸종한 다이어 울프(Dire Wolf)를 복원했다고 발표해 엄청난 화제를 모았다. CEO 벤저민 램은 “다이어 울프의 화석에서 DNA를 채취해 건강한 늑대 강아지를 탄생시켰다”고 밝혔다. CNN 보도에 따르면 콜로설의 ‘새로운 다이어 울프’ 세 마리는 미국동물보호협회의 인증을 받고 농무부에 등록된 생태보호구역에서 안전하게 성장하고 있다. 하버드대학 유전학자이자 콜로설 공동 창립자 조지 처치 박사는 이렇게 덧붙였다. “유전적 다양성의 보존, 확장 및 검증은 붉은늑대(Red Wolf) 같은 중요한 멸종 위기종이 사라지기 훨씬 전에 이루어져야 합니다. 생태계 다양성의 또 다른 원천은 사라진 유전자를 복원하는 새로운 기술에서 비롯되는데, 여기에는 고대 DNA 시퀀싱, 다계통 형질 분석, 다중 생식 세포 편집, 그리고 복제 등의 과정이 포함됩니다. 다이어 울프는 이러한 기술의 초기 사례로, 우리는 건강한 척추동물 중에서 가장 많은 정밀 유전체 편집을 수행했습니다.”

반대하는 의견도 만만치 않다. 환경 변화에 의해 멸종한 동물을 현대에 되살리는 것이 생태계에 어떻게 도움이 될까? 만약에 이 새로운 늑대들이 드라마—HBO 방송의 히트작 <왕좌의 게임>에 다이어 울프가 등장했다—에서처럼 몇 m의 벽을 뛰어넘어 사라진다면 어떤 재앙이 벌어질까? 더군다나 이 늑대들은 완벽한 과거 유전자의 복원이라고 정의하기에

애매한 위치에 놓여 있다. 화석이 된 유해에서 추출한 고대 DNA는 생물학적으로 완벽하게 복제하기에는 이미 너무 손상되었기 때문이다.

현대 늑대에 이식된 다이어 울프 유전자

콜로설의 다이어 울프 복원 과정을 살펴보자. 사용된 다이어 울프의 유전자는 미국 오하이오주 빙하기 고고학 유적지인 셰리던 동굴에서 발견된 1만 3000년 된 이빨과 아이다호주에서 발견된 7만 2000년 된 속귀 뼈에서 채취했다. 과학자들은 그중 14개의 유전자에서 현존하는 늑대와 구별되는 20가지 유전체 변형을 확인했다. 그들은 현대 늑대에 고대 DNA를 직접 삽입하는 대신 현대 늑대의 혈액에서 채취한 내피전구세포(EPC)를 토대로 크리스퍼 유전자 편집 기술(CRISPR/Cas9)을 사용해 더 큰 몸집, 더 넓은 머리, 옅은 털 색깔 등 다이어 울프에서 발견되는 여러 형질을 부여했다.

이 변형된 형질을 도입한 세포주는 현대 늑대의 탈핵 난자로 옮겨져 실험실 조건에서 배아로 발달했으며, 그중 생존 가능한 배아 일부를 대리모 개에게 이식했다. 물론 대리모 개는 다이어 울프를 출산할 수 있을 만큼 큰 개체로 선택됐다. 그리하여 전설의 늑대가 유전자 편집과 체세포 복제라는 생명과학의 힘으로 복원(De-extinction)된 것이다. 하지만 일부 형질을 고대 DNA로 교체했다고 해서 정말 멸종 동물이 되살려낸 것이라 말할 수 있을까?

여러 전문가는 이렇게 태어난 늑대들이 되살아난다



이어 울프라는 콜로설의 주장에 동의하지 않는다. 고생물학자 닉 콜런스 박사는 “이 동물들은 유전자 변형 잡종 회색늑대(Gray Wolf)”라고 말했다. 콜런스는 고대의 다이어 울프 DNA가 생물학적 복제를 구축하기에는 매우 부족한 원천이며, 이미 250만~600만 년 전 사이에 다이어 울프가 회색 늑대와 완전히 계통 분리됐다고 지적했다. 그의 비판은 이 프로젝트가 생물다양성 보전에 잘못된 메시지를 전달할 수 있다는 우려를 불러일으켰다. 호주 고대 DNA 센터의 제러미 오스틴 소장 역시 “결과적으로 다이어 울프가 아니다”라고 말하며, 다이어 울프와 회색 늑대 사이에는 수십만 가지 유전적 차이가 존재한다고 주장했다. 그는 또한 콜로설이 만들어낸 다이어 울프들이 현대사회에서 생태적 위치가 있는지, 아니면 동물원에 전시하는 동물이 될 것인지에 대해서도 의문을 제기했다.

다이어 울프 발표 이후 콜로설의 수석 과학자 베스 샤피로는 이 세 늑대가 “20개의 유전자 편집을 거친 회색늑대일 뿐”이라고 인정했다. 멸종한 다이

어 울프와 동일한 유기체를 되살리는 것은 불가능하다는 것. 다만 그의 팀이 늑대, 자칼, 여우 등의 현존 갯과 동물의 유전체와 비교해 확인한 길고 두꺼운 흰 털과 같은 다이어 울프 특유의 형질을 삽입한 것은 맞다. 샤피로에 따르면 다이어 울프와 회색늑대는 DNA의 99.5%를 공유한다. “우리는 다른 종과 100% 유전적으로 동일한 동물을 되살리려는 것이 아닙니다. 우리의 목표는 멸종된 종의 기능적 복제품을 만드는 것입니다.” CEO 램은 CNN과의 인터뷰에서 회사가 개발한 생명공학 기술이 멸종 위기에 처한 동물과 이미 사라진 동물을 구조하는 데 사용될 것이라고 자신했다. 예를 들어 이번 다이어 울프 연구 기간 동안 개발된 새로운 복제 방식을 사용해 심각한 멸종 위기종인 붉은늑대 두 마리를 복제했다고 밝혔다.

멸종 동물의 목록은 길다

콜로설의 고대 동물(적어도 고대 동물의 형질을 가진 동물) 복원은 이번이 처음이 아니다. 다이어 울프 발표 한 달 전에는 털매머드(Woolly Mammoth)의 표현형을 가진 털복숭이 생쥐(Woolly Mouse)를 발표하 바 있다. 아시아 코끼리의 유전자 편집을 통해 매머드를 복원하기 위한 첫걸음으로서 추운 환경에서도 생존할 수 있는 매머드와 유사한 형질, 즉 길고 덥수룩한 털을 생쥐에 도입한 것.

당시 콜로설은 매머드와 같은 특성을 가진 유전자 변형 코끼리 무리가 북극 생태계에 미치는 긍정적인



영향을 통해 기후변화를 완화하는 데 도움이 될 수 있을 것이라고 설명했다. 그들의 주장에 따르면, 유전자 변형 코끼리는 툰드라 지역의 초지 개발을 촉진하고 영구 동토층 해빙을 줄여 동토 융해로 인한 이산화탄소 배출을 줄일 수 있다. 콜로설은 2028년 말까지 매머드 특성을 가진 최초의 유전자 변형 코끼리를 생산할 계획이다. 콜로설의 목표 중에는 수백 년 전 뉴질랜드에서 멸종한 도도(Dodo)와 자이언트모아(Giant Moa)의 복원이 있다. 이를 위해 콜로설은 조류 유전체학 그

룹을 발족했고, 도도·모아와 가장 가까운 현생 친척인 니코바르비둘기 및 에뮤와 도요타조(티나무) 등의 DNA를 연구해 기후변화와 인간 활동이 생물다양성 손실에 미치는 역할을 이해하는 데 기여할 것이라고 했다. 또, 태즈메이니아 타이거(Tasmanian Tiger, 주머니늑대) 복원을 위해서는 호주 멜버른대학교와 협력하고 있다. 콜로설은 이처럼 현재 추진 중인 5개의 프로젝트 외에도 복원하고 싶은 동물 목록이 길다고 밝혔다. ‘폭풍 성장’ 중인 콜로설 바이오사이언스에 투자된

자금은 4억 3500만 달러(약 6000억 원)에 달하며, 기업 가치는 102억 달러(약 14조 원)로 추산된다. 투자자와 기업뿐 아니라 개인 투자자의 면면도 화려하다. 영화 <반지의 제왕> 감독 피터 잭슨이 자이언트모아 복원 프로젝트에 1500만 달러를 지원한 것을 비롯해 비온세와 패리스 힐튼도 콜로설에 거금을 투자했다고 알려졌다. 앞서 언급한 것처럼 콜로설의 연구원들이 유전공학 분야를 발전시키고는 있지만 멸종된 동물을 되살리는 것은 불가능하다고 보는 과학자가 많다. 어떤 시

도를 하든지 간에 유전자 변형 잡종을 만들 수 있을 뿐이라는 것. 과학기술을 통해 멸종을 되돌릴 수 있다고 제안하는 것은 오히려 현존 종과 생태계를 훼손할 위험이 있다고 말한다. 전문가들은 콜로설의 여러 프로젝트에 투자된 돈이 다른 곳에 더 잘 쓰여야 하며, 하이브리드 생물을 키우고 번식시키는 것으로 인해 지금 살아 있는 동물이 위험에 처할 수 있다고도 경고한다. 새로운 기술은 그 자체의 성숙과 함께 윤리적, 나아가 환경적으로 인류에 보탬이 되기를 바라는 수밖에. **12**

1 콜로설의 최고 과학 책임자인 베스 샤피로는 팔뚝에 도도새 문신을 새겼다. 의미 심장하다.
2 키가 최대 3.6m에 달하는 자이언트모아의 조각상. 뉴질랜드에 서식했던 날지 못하는 거대 새다.
3 콜로설 다이어 울프 생후 3개월의 모습. 수컷 두 마리에게는 늑대의 젖을 먹고 자란 로마 건국신화의 쌍둥이 형제 ‘로물루스와 레무스’, 암컷 한 마리에게는 <왕좌의 게임>에 등장한 여왕 ‘칼리시라는 이름을 붙였다.

The Next, 6G

서울 도심 한복판. 수술 중인 의사의 손짓이 지구 반대편 로봇 팔에 실시간으로 전달된다. 자율주행차가 교차로에 들어서기 전, 다른 모든 차량과 도심 센서의 데이터를 계산해 최적의 경로를 예측한다. 스마트폰 하나로 사막 한가운데서도 위성을 통해 화상회의에 접속할 수 있다. 아직 다가오지 않은 미래 통신, 6세대(6G) 시대의 청사진이다.

WORDS 이희욱 PHOTOGRAPH 박남규

국제전기통신연합(ITU)은 2023년 7월, 차세대 이동통신 기술의 공식 명칭을 ‘IMT-2030’으로 명명했다. 이는 단순한 비전이 아니라 구체적인 기술 표준화 목표를 담고 있다. 이름 그대로 2030년까지 글로벌 표준을 확정하겠다는 선언이다. 지금 이 순간, 6G는 ‘상상’을 지나 ‘현실’의 문턱을 막 넘으려 한다.

5G가 초고속, 초저지연, 초연결을 고갱이로 새로운 경험을 제공했다면 6G는 그 이상을 요구한다. 더 빠르고, 더 똑똑하며, 더 넓은 통신. 이는 기술의 진화를 넘어 구조의 재설계를 수반하는 변화다. 그 기반이 되는 핵심 기술을 짚어보자.

먼저 ‘인공지능 네이티브(AI Native)’를 꼽는다. 6G에서 AI는 단순한 네트워크 도구가 아니라 중심 구조로 따리를 튼다. AI를 품은 6G망은 데이터 트래픽을 예측하고, 장애를 스스로 복구하며, 사용자에게 최적의 품질을 자동으로 제공하는 자율적 통신망으로 변신한다. 테라헤르츠(THz) 대역 통신도 핵심 요소다. 6G 통신은 100GHz~1THz 대역의 초고주파를 이용해 테라비트(Tbps)급 속도와 mm 단위의 정밀 위치 측정을 실현한다. 다만 직진성이 강하고 투과력이 약해 새로운 기지국 인프라가 필요하다.

NTN(Non-Terrestrial Network)는 더 넓은 커버리지를 확보하기 위한 핵심 기술이다. 육상, 해상, 상공에서 사물 인터넷(IoT) 장치와 모바일 장치를 원활하게 연결하는 통신 네트워크 시스템이다. 이를 통해 위성, 고고도 플랫폼, 드론 등을 포함한 비정상망이 기존 지상 네트워크와 통합되면서 바다, 오지, 항공, 우주까지 커버리지 영역이 확장될 수 있다.

여기에 더해 6G는 ISAC(Integrated Sensing

and Communication), 즉 통신과 감지 기능의 융합을 핵심 기술로 내세운다. 이는 통신망이 단순히 데이터를 주고받는 것을 넘어 사물의 위치·움직임·환경을 감지하는 감각기관 역할을 수행하는 기술이다. 레이더 없이도 차량이나 사람의 움직임을 네트워크가 실시간으로 감지해주는 도심 감시나 산업 자동화에도 활용될 수 있다.

RIS(Reconfigurable Intelligent Surface)도 주목된다. 전파 특성에 따라 능동적으로 반사하거나 굴절시켜 통신 품질을 개선하는 기술이다. 창문·벽·건물 외벽 등 도시 환경을 통신 인프라로 활용할 수 있어, 기존 기지국 의존도를 낮추고 전력 소모를 줄이는데 효과적이다.

6G는 5G의 초저지연·초고신뢰 통신을 더욱 강화한다. 지연 시간 0.1ms 이하, 신뢰도 99.9999% 이상을 구현하는 것이 목표다. 이는 원격 수술, 자동화 항만, 군용 전장통신 등 극단적 신뢰가 필요한 분야에서 요구되는 수준이다. 실시간성 확보를 위한 핵심 기반이 된다.

통신 인프라의 구조적 측면에서도 변화가 필요하다. 개방형 무선 접속망(Open RAN)을 중심으로 무선 접속망을 하드웨어·소프트웨어로 분리하고, 개방형 인터페이스를 도입해 제조사 간 연동성을 높인다. 이 구조는 장비 비용을 낮추고, 스타트업이나 중소기업도 참여할 수 있는 통신 생태계를 구축하는 기반이 된다.

무엇보다 중요한 과제는 지속 가능성이다. 6G는 모든 사물·환경을 실시간 연결하기 때문에 네트워크의 전력 소비량이 급증할 수밖에 없다. 따라서 에너



지 효율이 뛰어난 장비 설계, AI 기반 전력 최적화, 탄소 중립형 운영 전략이 통신망 설계의 핵심으로 떠올랐다.

마지막으로, 보안도 강화돼야 한다. 6G는 양자암호 기반 보안 기술, 분산식 인증, 개인정보 보호 강화 같은 차세대 보안 아키텍처를 요구한다. 네트워크가 사람의 신체, 위치, 습관까지 감지하고 처리하는 만큼 기존의 보안 수준보다 훨씬 높고 강력한 보안 체계를 구축해야 한다.

6G는 먼 미래의 일은 아니다. ITU는 2030년까지의 표준 완성을 목표로 구체적 로드맵을 마련했고 미국, 유럽, 중국은 이미 국가 차원의 표준 선점 경쟁에 돌입했다. 한국도 지난 2023년에 ‘6G R&D 로드맵 2.0’을 발표하며 대응에 나섰지만 AI, 오픈랜, 위성, 테라헤르츠 등 주요 분야의 핵심 원천 기술력은 아직 무르익지 않았다. 기술, 인재, 정책이 삼각축을 이루지 못한다면 6G 시대의 ‘운영자’가 아니라 ‘소비자’로 남을 수밖에 없다.

6G는 디지털 트윈, 자율 생태계, 실시간 원격 제어 등 새로운 문명 질서를 구현하는 기반이 된다. 기술을 설계하는 것이 곧 미래 사회를 설계하는 일이 되는 것이다. 기술은 선택이 아니다. 그것은 생존의 문제고, 주권의 문제다. 6G는 오지 않았다. 그러나 이미 우리를 향해 다가오고 있다. 미래는 기다려주지 않는다. 지금 준비해야 하는 이유다. **12**

5G에서 6G로. 이제 표준화 작업에 들어간 차세대 이동통신은 단순한 커뮤니케이션을 넘어 디지털 트윈, 자율 생태계, 실시간 원격 제어 등 새로운 문명 질서를 구현하는 기반으로 가능할 것이다.

Cellular on the Moon

달 개발이 가시화되면 달에서의 커뮤니케이션 방식 또한 완전히 달라질 수 있을 것이다. 기지국을 세우고 셀룰러 네트워크를 구축해 지구에서처럼 통신할 수 있다. NASA와 인튜이티브 머신스와 노키아가 그 가능성을 증명했다.

WORDS 송지환 PHOTOGRAPHS 게티이미지, 인튜이티브 머신스

달 전반에 걸친 과학 연구 및 상업적인 자원 개발을 위해서는 거주 및 통신 네트워크 등의 인프라가 필요하다. 기지 인근에 조명과 통합된 셀룰러 안테나가 세워져 있는 모습(상상도)

© iPhoto/Getty Images

빠르면 2026년 3월쯤 개봉 예정인 <프로젝트 헤일 메리>를 고대하고 있다. 맷 데이먼이 주연한 화성 서바이벌 영화 <마션>이 재밌기도 했거니와, 그 원작자 앤디 위어의 동명 소설을 기반으로 한 신작이라서다. 분자생물학 박사 출신 중학교 교사가 어찌어찌 11.9광년이나 떨어진 우주로 날아가 홀로 지내다 외계인도 만나게 되고... 아, 김새는 얘기는 여기까지! 공개된 예고편에서 주인공 라이언 고슬링은 지구와 자연스레 소통한다. 긴박하고 다급한 대사도 빠르게 오간다(하긴, 어떤 SF 영화가 ‘버벅거리는’ 통신 환경을 보여주겠는가). 그러다 궁금해졌다. 이 통화는 어떤 커뮤니케이션 시스템을 이용하는 것인가? 단순화시키자면, 무전기인가 스마트폰인가.

무전에서 스마트폰으로, 바뀐다>>> 우주(여기서는 꼭 짚어 달)에서의 통신 이야기에 앞서 간단한 요약이 필요해 보인다. 무전기 방식과 스마트폰 방식의 구분부터 차근차근. 무전기는 단말기 간의 1:1 단방향 직결 방식으로 통신한다. 스마트폰은 셀룰러 네트워크를 구성하는 기지국에 연결된 무수한 단말기들을 수시로 연결한다. 이제 우주로 가본다. 탐사 임무를 띠고 지구를 떠난 우주선과 우주비행사들은 그동안 무전기 방식으로 지구와 교신해왔다. “휴스턴, 여기는 아폴로. 잘 들리는가?” 하지만 앞으로는 개념이 좀 달라질 것으로 보인다. 우리가 시시각각 스마트폰을 사용하는 것처럼, 양방향 동시 송수신이 가능한 듀플렉스(Duplex) 방식이 구축된다면 달에서의 통신은 괄목하게 진일보하게 된다. 실시간 음성 통신은 물론 데이터와 영상의 쌍방향 소통이 일일킬 파급력을 상상해보라. 이것이 바로 무전기 방식에서 셀룰러, 즉 스마트폰 방식으로 우주 커뮤니케이션의 패러다임을 바꾸고자 하는 궁극의 목표다.

달에서의 점대점 무전기 방식은 근거리 로버 간 통신에는 적합했다. 하지만 착륙선과 로버와 우주비행사들이 음성과 텍스트는 물론, 이미지와 영상 등 방대한 데이터를 여러 기기를 통해 동시에 빠르게 교환하며 탐사 임무를 수행하기에는 역부족이다. 4G 이상의 셀룰러 네트워크를 통한 기지국 연결이 필요한 이유다. 딥 스페이스 네트워크(DSN) 같은 고출력 안테나 중계 방식의 초고속 지구 통신 역시 그래야 가능해진다. 극단적 온도 차이와 방사선 노출 등 달 표면의 극한 환경을 견뎌야 하고, 전력 공급과 기지국 설치 같은 인프라 구축이 선행돼야 하는 단점은 있지만, 이후 기대할 수 있는 편익은 그 시간과 비용을 빠르게 상쇄하고도 남을 일이다.

달 셀룰러 네트워크, 가능하다>>> 이러한 ‘상상의 미래’는 점점 ‘실현된 과거’로 떠밀려가고 있다. 삼위일체 라인업이 좋았다. 첫째는 2019년부터 달 네트워크 프로젝트에 뛰어든 NASA, 둘째는 무인 착륙선을 만들어 달 남극 지역에 보낸 민간 우주 스타트업 인튜이티브 머신스(Intuitive Machines)의 두 번째 달 임무(IM-2), 셋째는 그 착륙선에 콤팩트한 4G/LTE 마이크로 셀 시스템을 개발해 탑재한 노키아의 핵심 기술이다. 하지만 달에서의 셀룰러 네트워크

통신을 위한 대망의 첫 시도는 안타깝게도 ‘성공담’만으로 헤드라인을 장식하진 못했다. 올해 3월 IM-2는 달의 남극 지역에 다소 기운 채로 착륙해, 지구의 기지국 같은 역할을 하는 노키아의 장비 LSCS(Lunar Surface Communications System)를 배치했다. 거기서 LSCS는 지구의 지상국과 임무 통제 센터로 탐사 데이터를 전송하고 여러 통신 구성 요소를 활성화하는 테스트에는 성공했다. 그러나 기울어진 착륙선의 태양광 패널이 충분한 전력을 공급하지 못해 임무는 중단됐고, 그렇게 달에서의 첫 셀룰러 통신은 무산됐다. 2023년에 달 임무용으로 개발한 노키아의 4G/LTE 기술은 빠른 데이터 전송 속도와 저지연성으로 착륙선-로버-우주비행사 간 실시간 통신을 실현했다고 평가된다. 달뿐 아니라 화성 같은 장거리 우주 탐사 임무에도 활용할 가능성을 증명했다. 계획대로라면 인튜이티브 머신스와 노키아는 계속 협력할 것이다. 이들의 착륙선과 통신 장비는 올해 말이나 내년 초에 재도약할 준비에 나섰다. 4G에서 5G로 업그레이드하고 커버리지도 넓혀 네트워크를 확장한다는 계획이다. 목표는 2030년대 초까지 달 셀룰러 네트워크 인프라 구축이다.

셀룰러 기술은 지구에서 소통 방식을 근본적으로 변화시켰으며, 다른 세계의 통신에서도 그와 같은 변화를 일으키지 못할 이유가 없다. 인류의 심우주 탐사라는 거대한 비전에서, 앞서 경험한 달 셀룰러 통신 테스트의 작은 실패, 아니 소중한 성공은 우주 커뮤니케이션의 새 장을 열 수 있게 한 역사적 시도였다고 기록될 것이다.

달 탐사가 잦아질수록 복잡성은 늘어난다. 달 전역에 설치한 카메라와 센서로부터 비디오 및 원격 측정 데이터를 전송하는 것도, 우주복과 로버와 과학 실험을 통합하는 것도, 로봇을 제어하고 고위험성 작업을 자동화하는 것도, 셀룰러 네트워크 통신이 바빠 작동해야 가능해질 일이다. 평범한 우리는 달 표면에서 와이파이 신호를 잡고, 지구의 가족과 실시간 영상통화를 할 날이 얼마 남지 않았다고 여긴다. 경솔한 망상일까? 글썄, CNN도 이렇게 보도했는데 뭘. “달에서 문자 보내기. 화성에서 스트리밍을 즐기. 생각보다 그리 머지않을 수도 있다.” 



달에 지속 가능한 유인 기지를 건설하려는 NASA 아르테미스 계획(Artemis Program)의 일환으로 올 초 달에서 셀룰러 네트워크 테스트를 실시한 IM-2 착륙선.

Take Only Good Traits

오늘날 우리가 재배하는 식용 작물은 처음부터 자연 그대로의 것은 아니다. 맛과 영양이 좋은 것은 물론 소출이 많고 날씨에 잘 견디며 병충해에 강하도록, 인간이 쟁취해 얻어낸 자연이다. 식물 육종의 세계를 잠깐 들여다본다.

WORDS 이용재 PHOTOGRAPH 박남규



육종의 목적 중 하나가 새로운 품종 개발이다. 가장 많이 언급되는 사례가 바로 감귤류(시트러스)다. 오늘날 우리가 먹는 주요 품종만 해도 수십 가지에 이르는 감귤류는 다섯 가지 열매 식물을 교배해 육종했다. 한편 배추, 양배추, 방울양배추, 브로콜리, 콜리플라워, 청경채, 케일, 콜라비 등의 다양한 채소는 야생겨자를 동일한 조상으로 두고 있다.

지난 8월 10일은 한국 농업과 육종학의 아버지 우장춘 박사(1898~1959)의 서거일이었다. 우장춘 박사는 ‘씨 없는 수박’의 발명가로 알려져 있지만 사실이 아니다. 진짜 주인공은 우장춘 박사와 교류를 많이 했던 일본 교토대의 기하라 히토시 박사다. 사실 이미 1980년대에 교과서에서도 수정된 내용이다. 씨 없는 수박이 그의 업적이 아니라고 안타까워할 필요는 없다. ‘한국 농업과 육종학의 아버지’라 일컬었듯 우장춘 박사는 엄청나게 많은 업적을 남겼다. 병충해에 강한 배추와 무 품종을 개발했고 이 과정에서 원래 제주도도에 있었던 시험장을 더 적합한 환경의 진도로 옮겼다. 한편 제주도에는 지금의 특산물인 굴의 재배를 적극 권장했다. 강원도의 감자 역시 병충해에 강한 품종으로 교체했다. 이 모든 업적을 1950년 일본에서 건너와 단 9년 만에 이루었으니 ‘마법은 아니었을까’라는 생각이 들 정도다. 물론 엄밀히 말하자면 육종(育種, Breeding)은 마법이 아니라 새롭거나 향상된 생물의 형질을 개발하는 과학이다. 인간의 목적에 맞게 동식물의 유전적 특성을 개선해 더 나은 품종을 만든다. 생산량 증대, 병해충 저항성 강화, 환경 변화에 대한 적응력 향상 등 육종의 목표는 실로 다양하다. 한마디로 육종은 자연과 벌이는 싸움 혹은 전쟁의 최전선이라고 보아도 절대 과장이 아니다. 지금껏 인류가 오랜 세월에 걸쳐 쟁취해 얻어낸 결과물을 누리고 있기에 당연하다 여기는 경향이 있다. 지금 먹고 있는 채소며 과일이 어느 날 아침에 하늘에서 툭 떨어졌다거나, 원래 자연이 준 것이라 믿지만 그런 종은 단 하나도 없다. 한마디로 자연 상태의 식물은 쉽사리 먹을 수 없는 상태인데, 인터넷만 조금 뒤져보아도 쉽게 사례를 찾아볼 수 있다. 임플란트가 시급해 보일 정도로 이가 듬성듬성 빠진 옥수수에 껍질이 두껍고 속이 허

연 수박, 눈으로는 구별할 수 없지만 쿠쿠르비타신(Cucurbitacin) 성분 탓에 쓴맛이 강한 오이도 있다. 이런 작물들의 단점을 잡고 장점은 최대한 살리는 것이 바로 육종의 의미가운데 한 갈래다. 또 다른 육종의 갈래는 새로운 품종의 개발이다. 간단히 말해 A와 B를 교배해 존재하지 않았던 C를 만들어내는 과정인데, 가장 많이 언급되는 사례가 바로 감귤류 즉 시트러스(Citrus)다. 얼핏 보서는 이해가 잘 되지 않을 정도로 시트러스의 가계도는 매우 복잡하다. <내셔널 지오그래픽> 2017년 2월호에 의하면 만다린과 포멜로, 시트론, 콧(금귤), 파페다의 다섯 가지가 모든 시트러스의 조상으로 꼽힌다. 달리 말해 이 다섯 가지 시트러스를 교배해 오늘날 우리가 먹는 오렌지부터 레몬, 라임, 귤에 이르기까지 세상에 태어난 것이다. 예를 들어 오렌지는 만다린과 포멜로의 교잡종이며, 귤의 경우 만다린을 기본으로 하고 포멜로의 유전자가 섞인 비율에 따라 유형이 나뉜다. 우리가 즐겨 먹는 제주도 귤은 포멜로의 유전자가 12~28% 섞인 ‘유형 3’이다. 한편 배추, 양배추, 방울양배추, 브로콜리, 콜리플라워, 청경채, 케일, 콜라비 등의 다양한 채소는 십자화과(Brassicaceae) 배추속(Brassica) 식물인 브라시카 올레라케아(Brassica Oleracea), 즉 야생겨자를 동일한 조상으로 두고 있다. 식물 육종은 워낙 역사가 유구하기에 다양한 방법이 존재하는데 일단 전통 및 현대 육종으로 크게 두 갈래로 나눌 수 있다. 전통 육종은 교배와 선발을 되풀이해 원하는 형질을 가진 식물을 재배하는 방법으로 사람이 눈이나 발에서 직접 진행한다. 사육자가 표현형을 인위적으로 선택한 뒤 원하는 개체를 육종하는 방식이므로 형질 선택에 한계가 있고 작물을 키워 결과를 봐야하므로 시간이 많이 걸린다. 한편 현대 육종은 분자생물학 기술을 활용해 유전자

수준에서 원하는 형질을 조작하거나 선발하는 방법이다. 해당 유전자 또는 염기 서열을 ‘분자 마커’로 특정된 뒤 이를 기반으로 원하는 개체를 선택하는 방법이다. 분자 마커란 대립 유전자와 같이 DNA 염기 서열의 차이를 활용해 특정 형질을 표지해주는 분자를 일컫는다. 아무래도 전통 육종에 비해 계절과 장소에 구애를 받지 않아 형질 구분도 훨씬 더 쉽고 빠르게 할 수 있다. 여기에 요즘은 디지털 육종이 가세하고 있다. 앞서 언급했듯 전통 육종은 품종을 교배해 결과물을 봐야하므로 시간과 비용이 많이 소요되고 전문가 양성에도 자원이 많이 든다. 반면 디지털 육종은 유전자 분석과 인공지능(AI)을 활용해 연구 과정을 효율적으로 개선할 수 있다. 나아가 환경 제어로 육종을 가속시켜주는 ‘스피드 브리딩’ 기술을 결합하면 품종 개발에 걸리는 시간을 크게 단축할 수 있다. 디지털 육종의 대표적인 사례를 하나만 꼽자면 우리의 주식인 쌀이 있다. 1999년 개발된 ‘신동진’ 품종은 쌀알이 크고 밥맛이 좋아 소비자와 생산자 모두에게 사랑을 받는 품종이었다. 그러나 시간이 지나면서 병해가 자주 발생했고 2021년에는 전북 지역을 중심으로 이삭도열병이 급증했다. 이에 대항하고자 농촌진흥청은 전통 육종과 분자 육종을 융합한 분자 표지 활용 선발 기술과 표현형 생물 검정 기술을 병행해 저항성 유전자 4개를 집적했다. 그 결과 신동진과 유전 배경이 96.3% 일치하면서도 병해에 잘 견디는 ‘참동진’ 품종을 개발해 보급할 수 있었다. 이러한 분자 육종 기술은 채소에도 적용되며 배추, 무, 오이, 수박, 호박을 위한 세대 단축용 대량 마커 세트를 개발해 육종 기간을 50% 줄였다. 농촌진흥청은 ‘한국 디지털 육종 플랫폼’을 구축해 2027년까지 59개 작물의 데이터를 통합 관리하는 목표를 설정했다. **12**



MiU's Choice

당장 사지 않더라도 최신 트렌드를 알아두는 것은 이 다음의 현명한 소비를 대비하는 근사한 준비운동이다.
<유>가 엄선한 아이템을 둘러보시라.

WORDS 오성윤 PHOTOGRAPHS 박남규, PR, Courtesy



01 DJI Osmo 360
드론의 대명사가 된 브랜드, DJI가 최근 확장적 행보를 보이고 있다. 갑자기 로봇 청소기 분야에 진출하는가 하면 첫 360° 카메라를 발표하는 식으로. 찬찬히 뜯어보면 모두 DJI의 핵심 역량과 시장의 빈틈에 뿌리를 두고 있다. 국내에도 출시된 오즈모 360은 1"급 정사각형 HDR 센서를 탑재한 360° 카메라다. 1"도 업계 최초, 360° 이미지를 만들 때 더 높은 효율을 내는 정사각형 센서도 업계 최초다. 최고 8K/50fps 영상까지 촬영 가능하며, 심지어 8K/30fps까지는 네이티브 품질로 지원한다. 183g의 무게, IP68의 방수등급, 100분(8K/30fps) 연속 촬영이 가능한 배터리 성능까지, 그야말로 ‘프리미엄 360° 카메라’라고 할 만하다. 61만 원. 왼쪽 페이지 사진은 배터리 연장 로드(별매)에 부착한 모습. dji.com



Leica M11-D 100 YEARS OF LEICA
1925년은 세계 최초의 양산형 35mm 카메라 라이카 M이 발표된 해. 올해로 탄생 100주년을 맞은 라이카는 ‘라이카 100주년: 세기의 목격자’라는 이름으로 독일 베를린 본사 및 세계 다양한 도시에서 행사를 벌였다. 여러 가지 기념 제품도 발표했는데, 아무래도 주인공은 ‘M11-D 라이카 100주년’ 에디션이다. M 시리즈의 최전선인 M11-D를 바탕으로 라이카 M에 대한 오마주를 담아낸 제품으로, 상판과 하단 플레이트를 황동으로 제작하고 고광택 블랙 레커로 마감했다. 1925년 제작된 최초의 라이카 카메라 렌즈(Leitz Anastigmat 1:3.5 f=50mm)를 재해석한 렌즈와 주미룩스 M 1:1.4/50 ASPH 렌즈를 제공해 ‘과거와 현재를 잇는 가치’라는 테마를 표현했다. 내년 봄 출시 예정(전 세계 라이카 스토어에서 한정 판매). 가격 미정. leica-camera.com

**03 Il Sereno Hotel
Darsena Listening Suite**
이탈리아 코모호수 근방의 5성급 호텔 일 세레노가 ‘음악 감상 스위트룸’을 개장했다. 클럽쉬 라 스칼라2 스피커, 매킨토시 진공관 앰프(MC275 파워, C22 프리), 토렌스 1601 턴테이블, 리복스 B77 릴데크를 갖추고 있으며, 도이치그라모폰 박스 세트에서 데이비드 보위에 이르기까지 희귀 앨범을 포함한 500여 장의 음반을 들을 수 있다(투숙 전 요청). 호수에서 바로 수영을 즐길 수 있는 전용 데크도 품고 있다. 1박 6300달러(870만 원)부터. serenohotels.com



04 Ti-Scout
바지나 가방에 뭔가를 주렁주렁 다는 게 새로운 트렌드가 된 와중에, 킥스타터에 ‘상남자를 위한 열쇠고리’가 올라왔다. 티스카우트는 한 변이 6.2cm인 삼각형 형태의 EDC(Every Day Carry) 멀티툴이다. 나침반, 온도계, 수평계, 마그네슘 발화봉, 돋보기, 병따개 등의 기능을 품었다. 중간 레이더(돋보기와 병따개 모듈)를 넣고 뺄 때 ‘클릭’하는 느낌을 내도록 만들어, 볼펜을 딸깍거리거나 위젯 스피너를 돌리듯 별 목적 없이 만지작거리기에도 좋다. 강철·황동·티타늄 소재에 따라 119~179달러(16만~25만 원). 크라우드 펀딩에 성공해 11월 첫 배송을 목표로 생산 중이다.



05 Throne One
변기 가장자리에 걸치는 변기 세정제처럼 장착해 사용자의 배설물로 건강 상태를 체크해주는 기계다. 변기 내부를 향해 있는 AI 기반 카메라가 대소변을 촬영하고, 연동된 앱을 통해 수분 섭취 상태, 장 건강, 배뇨 기능 등 다양한 정보를 전달한다. 각각의 사용자를 구분해 데이터를 축적하며 모든 정보는 익명화해 안전하게 보관한다고. 분변을 채취해 병원에서 진행되는 마이크로바이옴 검사에 비하면 극히 제한적인 정보만을 제공하지만, 번거로움 없이 지속적으로 장 건강을 체크할 수 있다는 게 큰 장점이다. 가격은 399.99달러(55만 원)에 구독 비용 월 5.99달러(8000원). 내년 1월 첫 배송 예정. thronescience.com



06 Sony RX1R III

소니의 풀프레임 똑딱이. 2015년 당시 세계에서 가장 작은 풀프레임 디지털 카메라라는 타이틀을 거머쥐었던 RX1R II의 후속작으로, 113×68cm 크기에 렌즈를 포함한 두께가 8.7cm에 불과해 ‘주머니 속의 풀프레임’이라는 아이덴티티를 계승한다. 6100만 화소의 엑스모어 R 이미지 센서와 자이스 조나 T* 35mm F2.0 렌즈를 탑재했다. ‘스텝 크롭 촬영’ 기능으로 간단히 화각을 50mm(29MP), 70mm(15MP)로 변환해 촬영할 수 있으며 매크로 링을 사용하면 20cm 근접 촬영도 가능하다. 최신 Si 프로세서로 피사체 인식과 추적이 빠르고 정확한 것은 물론 인물의 자세까지 예측한다. 649만 원. sony.co.kr



07 Tiler Compact

네덜란드 스타트업 타일러가 만든 전기 자전거 무선 충전기. 케이블을 연결할 필요 없이 자리에 맞춰 주차하기만 하면 배터리 충전이 되는데, 키스탠드를 무선 충전 패드에 세우는 솔루션이 기발하다. 따라서 폭넓은 제품과 환경에 적용할 수 있는데 네덜란드의 보쉬, 야마하, 바팡 등 주요 전기 자전거 플랫폼 75%와 호환된다고 하며 방수 가능해 실외에도 설치할 수 있다. 150W 출력으로 500Wh 용량 배터리를 3시간 30분 만에 충전한다. 심지어 배터리 보호를 위해 80% 충전 후 자동 중지 및 재개하는 기능까지 탑재했다고. 개인용 모델은 내년 여름 출시 예정이다. 키스탠드와 충전 패드 세트 250유로(약 40만 원). tilercharge.com



08 Japa Valley Tokyo

퍼렐 윌리엄스(뮤지션이자 루이 비통 남성복 크리에이티브 디렉터), 니고(캐주얼 브랜드 휴먼메이드의 설립자이자 겐조 아티스틱 디렉터), 닛어호텔(공동 소유 호텔 브랜드)이 힘을 합쳐 새로운 프로젝트를 발표했다. 도쿄 유라쿠초역 인근에 공공 예술과 쇼핑, 호스피탈리티가 결합된 1만㎡ 규모의 복합문화공간을 만들어 수제 사케 문화를 이식할 것이라고 한다. ‘자파밸리’라는 이름은 미국 캘리포니아주 나파밸리에서 따왔다. 2027년 오픈 예정. japavalley.com



09 Dream Recorder

드림 리코더는 AI 이미지 생성기다. 재미있는 점은 AI가 만들어내는 이미지 특유의 부자연스러움, 즉 언캐니(Uncanny)한 느낌을 능동적으로 활용한다는 것. ‘꿈’이라는 형식을 통해서 말이다. 잠에서 깬 때, 즉 꿈을 꿔다고 인지했을 때 그 내용이 휘발되기 전에 드림 리코더에게 육성으로 들려주면 미리 설정된 미감으로 형상화해 디스플레이로 재생해준다. 일종의 ‘꿈 일기장’인 셈이다. 앱 연동 없이 자체적으로 작동하며, 7개의 슬롯에 일주일 분량의 꿈을 저장한다. 네덜란드의 디자인 스튜디오 모뎀이 발표한 프로젝트로, 제품 상용화를 하는 대신 오픈소스로 공개했다. 코드와 3D 프린팅 설계도 모두 깃허브에서 찾아볼 수 있다. dreamrecorder.ai



10 Miniote Wheel 3

수직으로 세우거나 벽에 걸 수 있는 턴테이블이다. <무>2023년 여름호에서 소개한 휠2의 후속작으로, 이번에도 테이블 위에 세우거나 벽에 걸 수 있는 턴테이블이 눈에 보이는 레코드의 뒷면이 아닌 아랫면을 읽어낸다는 점은 동일하다. 3세대의 가장 큰 차이점은 플래터에 길게 낸 틈에서 이동하며 레코드의 골을 읽는 것이 바늘이 아니라 ‘빛’이라는 것. 자석이나 코일 대신 다이아몬드 스타일러스를 탑재해 진동을 빛으로 감지하고 이를 아날로그 신호로 변환한다. 통알루미눔으로 제작된 디자인도 큰 매력이다. 2900유로(470만원). miniot.com

11 Antigravity A1

DJI의 행보와 반대로, 360° 카메라로 유명한 브랜드 인스타360은 드론 시장에 손을 뻗었다는 것이 재미있다. 안티그라비티는 인스타360이 다양한 서드파티 업체와 힘을 합쳐 만든 드론 브랜드다. 첫 제품인 A1은 역시나 세계 최초의 360° 카메라 내장 드론. 어느 각도에서도 드론 스스로가 보이지 않게 8K 영상을 남길 수 있으며 무게는 249g, 접으면 주먹만 한 크기가 되는 폴딩 구조다. 무엇보다 매력적인 부분은 전용 고글인 안티그라비티 비전이다. 마치 하늘을 날고 있는 듯한 감각을 선사하는 고글은 바깥쪽에도 디스플레이가 달려 다른 사람과 비행 경험을 공유할 수도 있다. 출시 예정. antigravity.tech



12 Rog Xbox Ally

엑스박스의 첫 휴대용 게임기가 나온다. 오래도록 닌텐도가 장악하고 있는 시장에 후발 주자로 나선 것. 대신 지름길을 택했다. 이미 로그 엘리로 해당 시장에서 입지를 공고히 하고 있는 에이수스와 협업한 것이다. 로그 엑스박스 엘리는 윈도우 11 기반의 게임 콘솔이자 엑스박스 게임 패스의 게임뿐 아니라 스팀, 에픽, EA 앱 등 다양한 플랫폼에서 제공하는 게임을 즐길 수 있도록 한 UMPCC다. 나아가 ‘플레이 애니웨어’ 기능으로 엑스박스 콘솔, PC, 휴대용 기기에서 게임 세이브 파일을 동기화해 플레이할 수 있도록 했다. 터치스크린 기능의 7" FHD 120Hz 디스플레이, 엑스박스 UI, VRR(가변 주사율), 리모트 플레이를 지원한다. 기본형인 엘리 모델은 라이젠 Z2 A 프로세서·16GB 램·512GB SSD를, 고급형 라인업인 엘리X는 Z2 익스트림 칩셋·AI NPU·24GB 램·1TB SSD를 품었다. 연말 출시 예정으로, 가격은 발표되지 않았으나 유출 정보에 기반한 루머에 따르면 엘리는 599유로(97만 원), 엘리X는 899유로(145만 원)가 될 것 같다고 한다. rog.asus.com

13 Æ Motion Tilting Electric Motorcycle

자동차와 모터사이클의 장점을 합친 신종 EV. 네 개의 바퀴와 밀폐형 탑승 공간을 갖추고 있지만 폭 79cm의 슬림한 차체와 회전식 시저 도어를 갖춘 덕에 좁은 틈을 빠져나가거나 주차 장소를 찾기에 용이하다. 모터사이클처럼 ‘기울이는 코너링’이 가능한데, 최대 35°까지 차체가 기울어지는 벤딩 새시 덕분에 이륜차 같은 기동성을 낼 수 있다. 최대 시속 115km까지 달릴 수 있으며 교체 가능한 배터리 한 개로 최대 70km까지 주행할 수 있다. 두 좌석 모두 안전벨트가 달린 2인승으로, 혼자 탈 때는 뒷좌석을 접어 수납 공간으로 사용할 수 있다. 지난 6월 프랑스 파리의 기술 콘퍼런스 비바테크에 소개됐으며 아직 상용화 계획은 발표되지 않았다. ae-motion.com [\[2\]](#)



EXIT

<유>와 함께한 흥미진진한 탐색을 마치고, 이제 일상으로 돌아갈 시간입니다.

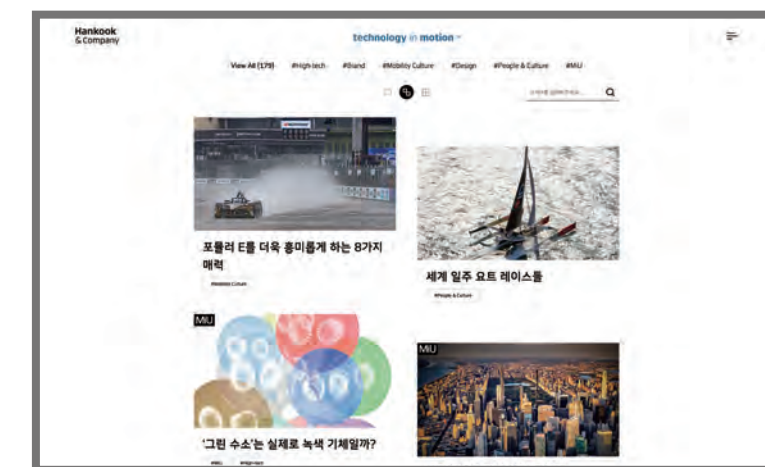
다음 호 <유>를 직접 받아보고 싶으시다면 아래 웹사이트를 통해 정기구독을 신청해주시요.
하이테크 라이프스타일 정보를 다루는 <유>는 한국엔컴퍼니그룹이 사회공헌 활동의 일환으로
1년에 네 번 발행하는 무가 기간지로서 정기구독자에게 매호 보내드리는 비용 또한 무료입니다.

<유> 편집부는 독자 여러분께서 얼마나 만족하셨는지, 개선되었으면 하는 내용이 있는지 무척
궁금합니다. 전하고 싶은 말씀이 있다면 아래 이메일을 통해 의견을 보내주시요. 독자 여러분
의 의견은 더욱 흥미진진한 내용을 담은 다음 호 <유>를 만드는 데 커다란 도움이 될 것입니다.

정기구독 신청 접수 miusurvey.com
주소변경 신청, 문의 및 독자 의견 miu@kayamedia.com

<유>는 또한 온라인에서 만나보실 수도 있습니다. 한국엔컴퍼니그룹 공식 홈페이지에 접속해
‘technology in motion’을 선택하면 다양한 웹콘텐츠와 함께 <유> 기사가 나열됩니다. 또는
메뉴(三)에서 <유> 제호(MIU)를 선택하면 지면과 동일한 PDF에디션으로 보실 수도 있습니다.

한국엔컴퍼니그룹 공식 홈페이지 hankookandcompany.com/ko



한국엔컴퍼니그룹 홈페이지
technology in motion



ABB FIA Formula E World Championship
Season 11 Round 13
Hankook Berlin E-Prix

©Hankook