

## 전자파 인체영향 국제 컨퍼런스(BioEM2023) 참가 결과보고

< '23. 7. 10.(월), 전파기반본부 전자파안전정보센터 >

### □ 개요

- (출 장 명) 전자파 인체영향 분야 국제 컨퍼런스(BioEM 2023) 참가
- (출장기간) '23. 6. 18.(일) ~ 6. 24.(토), 5박 7일  
※ 국제 컨퍼런스(BioEM 2023) 기간 : '23. 6. 18.(일) ~ 6. 23.(금)
- (출 장 지) 영국(옥스포드 대학)
- (출 장 자) 민병훈 과장, 임형열 대리(전자파안전정보센터), 장승훈 대리(전남본부)  
※ 참가인원 : 전 세계 20여개국 관련 전문가 약 250여명 참가(한국 대표단 24명 포함)

### □ 전자파 인체영향 국제 컨퍼런스(BioEM2023) 주요내용

- 5G 등 이동통신 전자파 인체노출량 측정결과, 전자파 노출에 따른 인체 영향 연구(세포·동물·생체실험, 역학조사) 등 의·공학 논문 총 230여편 발표
- IEEE 국제 전자파 안전 위원회 활동 워크숍 개최
- 5G 기반 시설 증가에 따른 RF 대역 전자파 환경 측정결과 공유
- 5G 기지국 및 전기차 충전소 전자파 측정 관련 논문 발표

### □ 주요 발표 및 연구조사 내용

- 5G기지국 및 전기차 충전소의 전자파 강도 측정 결과 발표[참고1 참조]
  - 5G 기지국의 SSB Level 측정방법에 따른 RF-EMF 비교 분석 및 초급속(350kW) 전기차 충전소의 충전여부에 따른 전기장 강도 측정 결과
- IEEE 전자파 안전에 관한 국제 위원회(ICES) 활동 워크숍
  - 위원회 조직 및 활동 소개, 전자파 안전에 국제적 이슈 토론 및 대안방안 모색, 전자파 안전 활동 강화 독려 등

○ 각국의 5G 기지국 전자파 실환경 측정 동향조사

- 호주 멜버른 도심 전역의 다양한 전파환경에 대한 전자파 측정 결과 인체보호기준 대비 1% 미만의 미약한 수준으로 확인
- 5G를 포함한 신산업 환경의 증가로 스페인 발렌시아의 전자파 인체 영향에 대한 이론적 전자파 노출량과 실환경의 총 노출값 비교 결과 전자파 인체보호기준 대비 낮은 수준임을 발표
- 호주 Telstra사는 최근 5년간 5G 기반 시설 환경의 전자파 인체 안전성을 확인하였으며, “ICNIRP RF EMF Guidelines 1998” 기준 0.1% 내외로 확인됨을 발표

○ 전자기장이 인체에 미치는 영향 조사 및 토론

- 저주파 마사지기 등 휴대용 물리치료기의 효과성 및 인체영향 분석 결과 체온상승 및 혈류량 개선 효과 확인(일본)
- 캐나다는 고강도 RF 전자기장 노출에 따른 체온변화를 모니터링 하였으며, 개인적·환경적 요인을 고려한 후속 연구계획을 발표함

○ 빔포밍을 이용한 5G 이동통신 기지국 전자파 측정(최악조건)

- 최악의 조건을 고려하여 대용량 트래픽을 인위적으로 인가 후 5G 이동통신 기지국 전자파 측정 및 분석 결과 기준대비 최대 30% 미만이었으며, 일반적 사용 환경에서는 1% 내외 수준으로 확인

## 참고1

## KCA 논문발표 내용

### □ 한국 전기차 충전소의 전기장 강도 측정 결과 분석(발표자 : 민병훈)

## Magnetic field strength measurement analysis of EV charging stations in S.Korea

A44

### • Introduction

- As interest in environmental issues such as stricter greenhouse gas regulations and zero carbon emissions has increased worldwide, the EV(electric vehicle) market has also expanded significantly. The Korean government is encouraging the spread of EV through tax incentives for EV buyers. So EV charging stations have also increased rapidly. In this paper, we measured and analyzed the magnetic field strength of EV charging station. EV charging stations are classified into slow charging, rapid charging, and ultra-fast charging according to the amount of power supplied. We measured the ultra-fast EV charging station with the highest power, 350kW.

### • Measure Point

- As shown in Figure 1, We selected four measuring points around the vehicle and at the charging station for the electric vehicle. It is ( i ) driver's seat, ( ii ) the outside of the vehicle, ( iii ) the charging port, ( iv ) the vicinity of the charging station. We compared and analyzed the measured values depending on whether or not the EV was charged. The frequency of commercial electricity in Korea is 60Hz, and we measured the measuring equipment, Narda EHP-50F. Magnetic field strength was measured for 6 minutes using Narda EHP-50F at each measurement point, and the measurement result was average. The measurement antenna was installed within 30cm from each measurement point. As shown in Figure 2, we measured in the same way at a total of 20 ultra-fast EV charging stations installed.

Figure1. Measurement environments and magnetic field strength measurement points.



Figure2. Charging stations in S.Korea



### • Measurement result

- Table 1 shows magnetic field strength of 20 ultra-fast EV charging stations and Figure 3 shows the cumulative value of the magnetic field for different charging stations. The results were within the ICNIRP reference level regardless of the magnetic field. The highest magnetic field strength was 0.322uT at station#7, 0.4% of the ICNIRP guideline general public reference level, most of the highest results shown when the EV was being charged near the charging port. The reason seems to be that the magnetic field leaks weakly from the charging port as the amount of power instantaneously increases while the EV is being charged

Table 1. Magnetic field measurement results of ultra-fast EV charging stations

Measurement Station	Driver's seat(uT)		Outside the vehicle(uT)		Charging port(uT)		Around the charging station(uT)	
	Standby	Charging	Standby	Charging	Standby	Charging	Standby	Charging
Station #1	0.006	0.064	0.005	0.0084	0.005	0.013	0.004	0.006
Station #2	0.011	0.012	0.010	0.011	0.011	0.096	0.012	0.011
Station #3	0.033	0.085	0.002	0.038	0.016	0.078	0.002	0.035
Station #4	0.020	0.036	0.032	0.038	0.022	0.119	0.016	0.019
Station #5	0.020	0.031	0.018	0.037	0.024	0.034	0.018	0.024
Station #6	0.020	0.036	0.032	0.038	0.022	0.119	0.016	0.020
Station #7	0.027	0.224	0.046	0.049	0.127	0.322	0.065	0.071
Station #8	0.030	0.021	0.015	0.020	0.188	0.299	0.022	0.068
Station #9	0.016	0.032	0.016	0.022	0.021	0.042	0.035	0.038
Station #10	0.038	0.030	0.018	0.045	0.025	0.094	0.019	0.026
Station #11	0.015	0.022	0.012	0.023	0.026	0.068	0.005	0.024
Station #12	0.015	0.023	0.016	0.021	0.016	0.034	0.018	0.026
Station #13	0.012	0.016	0.036	0.040	0.023	0.084	0.025	0.035
Station #14	0.025	0.091	0.017	0.019	0.018	0.025	0.022	0.021
Station #15	0.021	0.032	0.023	0.024	0.030	0.022	0.028	0.050
Station #16	0.019	0.059	0.022	0.028	0.058	0.076	0.052	0.069
Station #17	0.019	0.058	0.022	0.029	0.058	0.075	0.053	0.065
Station #18	0.008	0.017	0.009	0.011	0.010	0.022	0.038	0.069
Station #19	0.011	0.033	0.012	0.012	0.051	0.105	0.018	0.028
Station #20	0.019	0.048	0.023	0.106	0.172	0.210	0.052	0.055

Figure3. Cumulative value of magnetic field according to the EV charging stations



### • Conclusion

- In this paper, we measured and analyzed the magnetic field strength according to whether or not the ultra-fast EV was charged at four measurement points in Korea. Regardless of whether it was charged or not, it was confirmed to be within the ICNIRP reference level. Due to the high power, the magnetic field exposure of the ultra-fast electric vehicle charging station was questionable, but the shielding facility was perfect. In the future, we plan to measure, compare, and analyze the magnetic field strength according to whether or not the vehicle is started as well as slow and rapid EV charging stations.



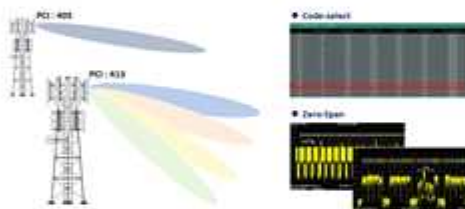
# □ 5G 기지국의 SSB Level 측정방법에 따른 RF-EMF 비교(발표자 : 임형열)

## The Comparison of RF-EMF According to Measurement Methods for SSB Level of 5G-NR Base Station

B09

### Introduction

Measuring the SSB level is an important factor in RF-EMF measurement of a 5G-NR BS. There are two methods of measuring the SSB signal from the base station signal, the zero-span method and the code-select method. The zero-span can be easily measured with an existing general spectrum analyzer, and code-select requires the use of a dedicated receiver equipped with a function to extract SSB signals. Recently, general spectrum analyzer capable of measuring RF-EMF of 5G BS are usually equipped with the SSB signal measurement functions. The code-select method is easy to target and measure a specific base station in an environment where several base stations exist around the measurement point, but the zero-span method is not so easy, so the code-select method is preferred. In S.Korea, both methods are allowed for RF-EMF measurement of 5G BS. Therefore, this paper compares the RF-EMF results of 5G base stations in S.Korea where both methods are applied.

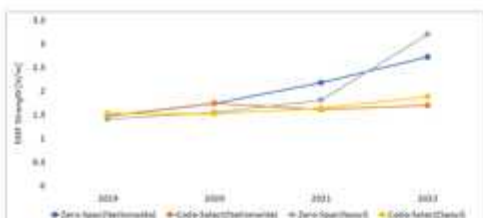


Measurement Methods for SSB Level of 5G-NR BS : Code-Select vs. Zero-span

### 5G Base Station RF-EMF in S.Korea

In Korea, 5G services have been commercialized since 2019. As shown in Table and Figure, in the early days of 5G introduction, there was little difference between the two measurement methods when the density of 5G-NR base stations was low. However, in the last two years, when the density of 5G-NR base stations has increased, the difference between the two methods is evident. The code-select method is lower than the zero-span method. This can be presumed to be due to the limitation that the code-select method can separate and measure SSB signals of a specific BS, but the zero-span method cannot separately measure signals from multiple BSs.

Index	Method	2019	2020	2021	2022
Nationwide	Zero-Span	1.48	1.75	2.19	2.73
	Code-Select	1.40	1.75	1.62	1.71
Seoul	Zero-Span	3.42	1.56	1.82	3.21
	Code-Select	1.54	1.53	1.65	1.89



### Comparative Analysis

In order to compare the difference in RF-EMF results according to the SSB level measurement method, RF-EMF measurement data of 5G BS measured in Korea from 2021 to 2022 were analyzed.

- Number of 5G-NR measurement in S.Korea

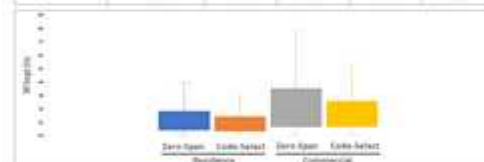
Method	Residence Area	Commercial Area
Zero-Span	19,948	12,545
Code-Select	663	561

The zero-span method was measured about 2-5 times more than the code-select method.

- Comparative Analysis : Sampling 500 data

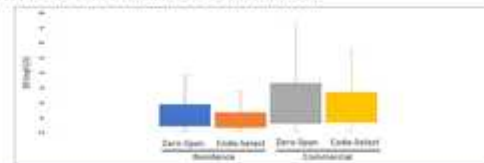
In order to analyze the two methods with an equal number of samples, we randomly extracted 500 data each by separating them into residential and commercial areas. In both residential and commercial areas, the RF-EMF measured by the zero-span method was higher than that of the code select method, and as shown in Figure, it can be seen that the variation is relatively large. Even though the two methods measured 5G-NR base stations with the same technology in a similar environment during the same period, the occurrence of a difference shows us a significant signal.

Index	Method	Residence		Commercial	
		Zero-Span	Code-Select	Zero-Span	Code-Select
Nationwide	Mean	1.96	1.71	2.85	2.01
	Median	0.73	0.69	1.49	1.19
Seoul	Mean	1.93	1.46	3.08	2.06
	Median	0.75	0.65	1.45	1.19



- Comparative Analysis : Data for the Seoul

In order to consider the possibility that regional characteristics, for example, residential and commercial areas are reflected in the results, only the data for the Seoul area was analyzed separately. The 5G-NR RF-EMF in Seoul was slightly higher than the national average, but the zero-span method showed a higher result and deviation than the code select method.



### Conclusion

In this paper, we analyzed the difference in RF-EMF results according to the SSB level measurement method that needs to be measured to determine the RF-EMF of the 5G-NR BS. We used the 5G-NR RF-EMF measurement results measured in Korea from 2021 to 2022. The RF-EMF result measured by the zero-span method was higher than code-select. This can be presumed to be due to the problem that the code select method can measure the SSB level of a specific BS, but the zero-span method cannot.

## 참고2

## 전자파 측정 관련 주요국 동향조사(민병훈, 임형열, 장승훈)

## □ 도심 환경의 5G 전자기장 측정(호주, 스페인)

## ○ 멜버른의 6 GHz 미만 RF-EME 측정결과(호주)

- 호주 ARPANSA는 멜버른 메트로폴리탄 지역 내 도시 전역 50개 지점을 선정, 다양한 주파수 대역의 RF-EME를 측정 및 분석함
- 측정장비는 Narda SRM-3006을 이용, 안테나 높이는 1.5m로 설치하고, 측정지점별 동일한 환경과 대역(100 kHz ~ 6 GHz)을 측정



< 측정장비(a), 측정지점(b) 및 주요대역의 측정값 예시(c) >

- 측정지점으로 선정된 50개 지점 모두 인체보호기준 대비 1% 미만의 미약한 수준으로 확인되었으며, 이동통신은 4G가 가장 높았음

## ○ 발렌시아의 5G EMF의 이론적 최대 노출과 총 노출 비교[스페인]

- 5G를 포함한 새로운 무선 기술의 사용으로 인해 전자파에 대한 노출 증가로 인체영향에 대한 우려가 지속 제기되어 이론적 최대 노출과 실 환경에서의 전자파 총 노출을 측정 비교



- 이론적 측정값은 통신사업자의 주파수 및 기기출력 등을 고려하여 계산하고, 실 환경 측정은 인위적인 5G 트래픽 신호 인가 없이 측정



< 측정지점 및 측정지점별 전자파 노출 최대 통신사업자 >

TABLE 1. Theoretical Maximum Exposure for Point 1

Operator	Frequency (GHz)	Cell ID (PCI)	S(W/m <sup>2</sup> )
Movistar	3.55	389	3.63 $\times 10^{-4}$
Vodafone	3.73	327	1.21 $\times 10^{-4}$
Orange	3.61	147	0.85 $\times 10^{-4}$

TABLE 2. Theoretical Maximum Exposure for Point 2

Operator	Frequency (GHz)	Cell ID (PCI)	S(W/m <sup>2</sup> )
Orange	3.61	147	2.82 $\times 10^{-4}$
Vodafone	3.73	131	1.71 $\times 10^{-4}$
Orange	3.61	408	0.64 $\times 10^{-4}$

TABLE 3. Theoretical Maximum Exposure for Point 3

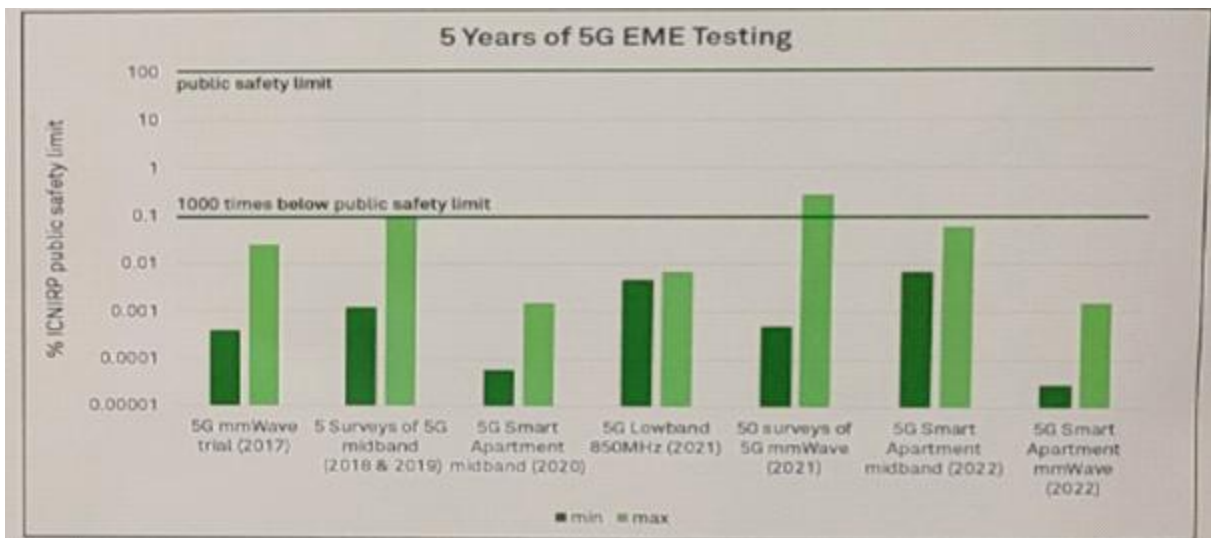
Operator	Frequency (GHz)	Cell ID (PCI)	S(W/m <sup>2</sup> )
Movistar	3.51	355	1.42 $\times 10^{-4}$
Orange	3.61	408	0.88 $\times 10^{-4}$
Vodafone	3.73	131	0.58 $\times 10^{-4}$

< 측정지점 1~3의 이론적 최대 측정값 >

- 인위적인 5G 트래픽이 인가되지 않아 이론적 최대 측정값과 실 환경에서의 측정값의 차이는 다소 발생하나, 전자파 인체보호기준 대비 낮은 수준으로 확인됨.
- 또한, 측정 최대치를 나타낸 통신사업자는 이론/실환경 모두 일치

○ 주요 5G 시설의 EME(Electromagnetic Energy) 측정(호주)

- 호주 Telstra는 5년 간(2017~2022) 5G 기술이 적용된 카페, 쇼핑센터, 학교, 아파트 등의 실환경 5G EME 인체영향 여부 조사
- 5G는 빔포밍(Beamforming)\* 기술이 적용됨에 따라 대용량 데이터를 실행함으로써 전파 신호의 세기를 측정기 주변으로 집중시켜 측정  
\*전파 신호를 특정위치로 집중해 빔을 만들어 통신 효율을 높이는 기술
- ICNIRP(국제비전리복사보호위원회)에서 규정한 일반인 인체보호 기준 대비 0.1% 수준으로 확인

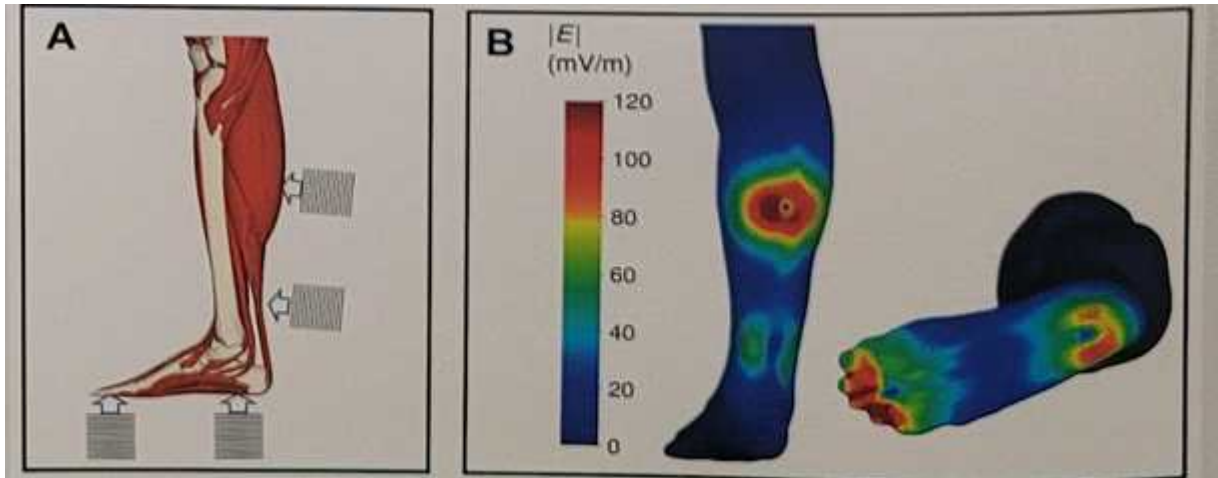


< 5G EME 측정결과(2017~2022) >

□ 전자기장이 인체에 미치는 영향 연구(일본, 캐나다)

○ 50 Hz 자기장이 하지 혈류량과 부종 회복에 미치는 영향 조사(일본)

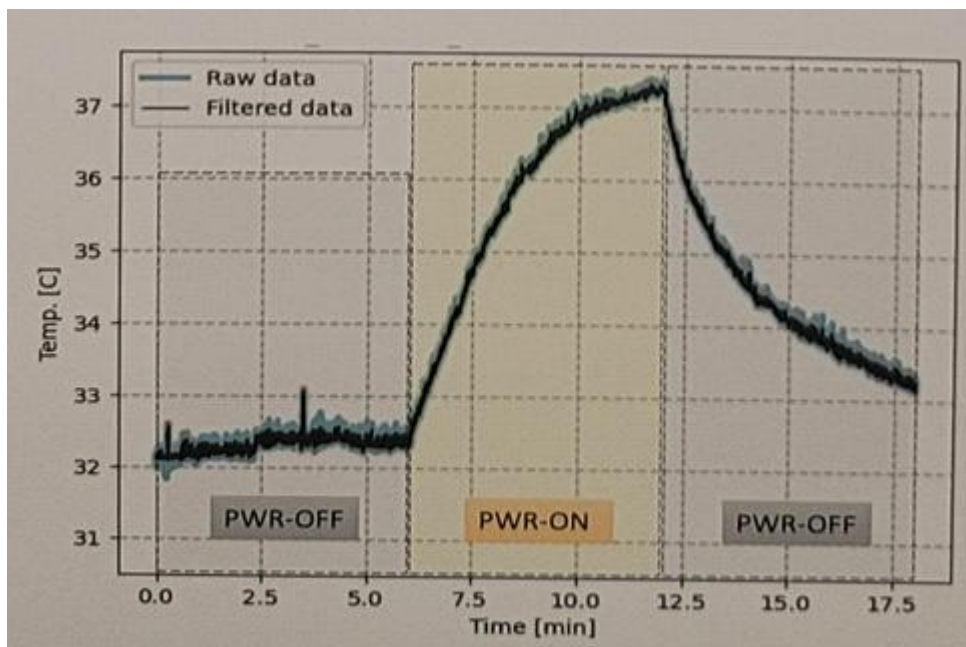
- 대상 : 건강한 성인남성 10명(22 ~ 25세, 167 cm ~ 176 cm, 60 ~ 68kg)
- 방법 : 하지(종아리, 발바닥)에 자기장(50Hz) 신호를 인가, 혈류량 변화 확인
- 결과 : 자기장의 영향에 따라 체온 변화 및 혈류량 증가로 혈액 순환장애 및 부종 개선 효과 입증



< 자기장(50 Hz) 신호 인가위치(A), 인가된 자기장 신호 강도(B) >

○ RF대역 전자기장 노출에 대한 체온 변화(캐나다)

- 인체에 근접한 환경에서 고강도 RF-EMF 방사에 따른 체온상승 여부 측정 및 인체 영향 분석
- 5G 빔포밍 기술을 이용하여 신체 일부와 근접한 환경에서 6분간 고강도 RF-EMF 방사 및 자동 추적 센서를 통해 체온변화 모니터링



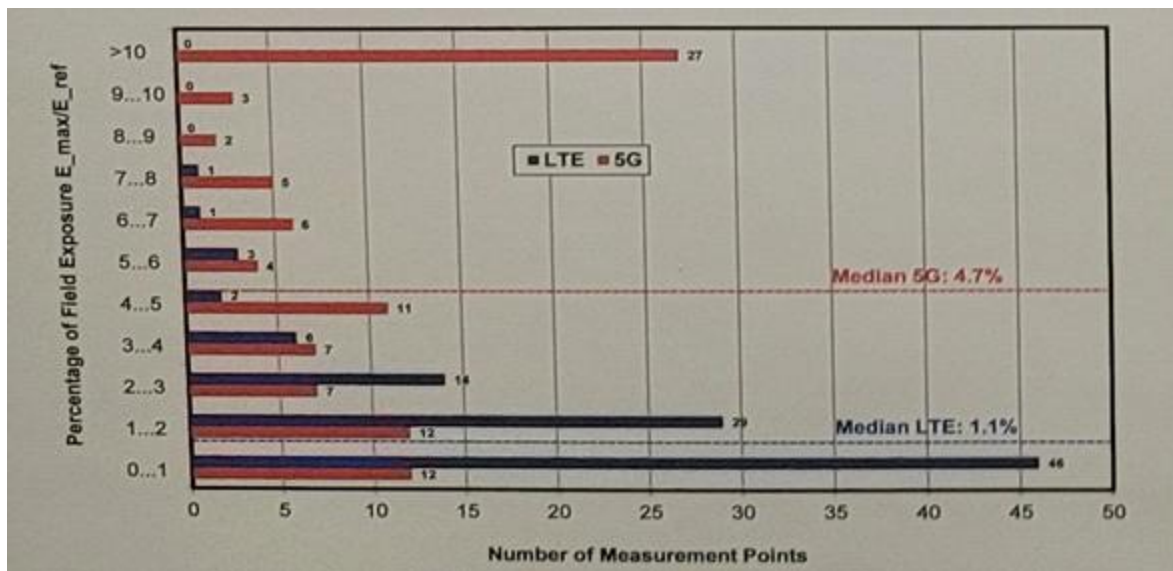
< 고강도 RF-EMF 방사에 따른 체온 변화 >

- 피부 표면 온도 5°C상승 확인되었으며, 추후 개인적(조직두께, 연령 등)



## □ 빔포밍을 이용한 5G 이동통신 기지국 전자파 측정 분석(독일)

- 3.6GHz 대역 10개의 이동통신 기지국 커버리지 영역 내 100개의 측정지점 선정 및 전자기장(RF-EMF) 측정
- 강제적으로 대용량 트래픽을 인가하여 측정한 결과 “ICNIRP RF EMF Guidelines 1998” 대비 0.2% ~ 28.9% 수준으로 확인
  - ※ 이론적 최대값을 확인하기 위해 인위적으로 최악의 요건을 구현하여 측정 (실환경에서는 구현 불가)
- 단, 일반적인 사용환경에서는 0.04% ~ 1.3% 수준이며, 5G 신호가 LTE 신호보다 상대적으로 높은 값을 보이는 지점이 많음



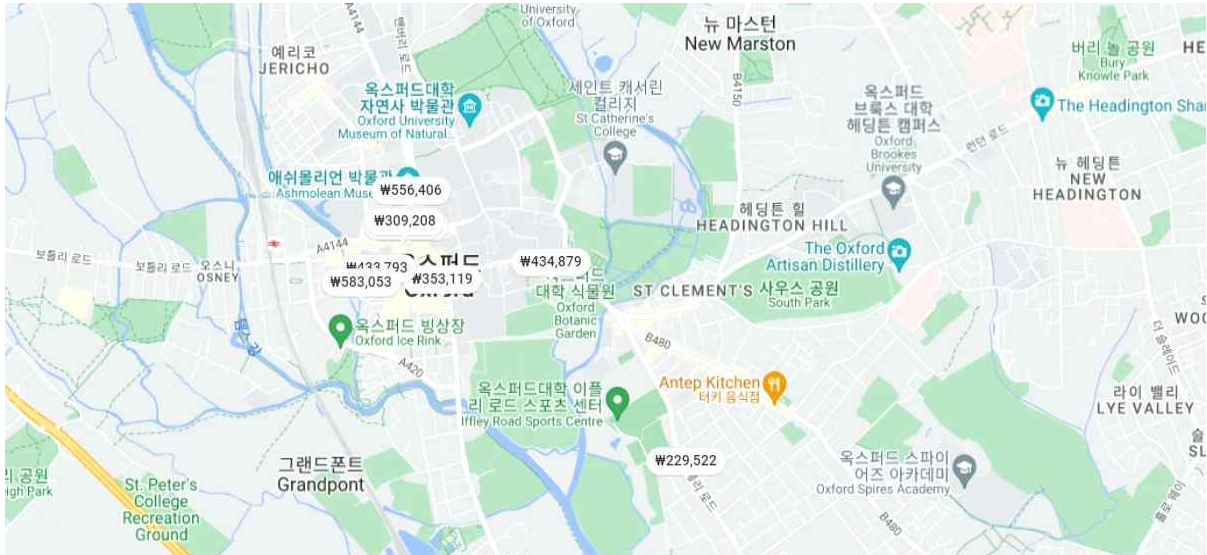
< RF-EMF 측정결과에 따른 측정지점 수 >

참고3

현지 숙박비 초과 지출 사유

□ 컨퍼런스 장소 주변(반경 5Km 이내) 호텔 예약현황

- BioEM 2023 개최지인 영국 옥스퍼드 지역 호텔 중 출장기간('23. 6. 18. ~ 6. 24.) 예약 가능 호텔은 숙박비 기준 초과



○ 관련 규정 : KCA 여비규칙

**제20조(일비·숙박비·식비의 지급)** ① 국내 여행자의 일비·숙박비 및 식비는 별표 1에 따라 지급하고, 국외 여행자의 경우는 별표 2에 따라 지급한다. 다만, 공무의 형편이나 그 밖의 부득이한 사유로 숙박비의 상한액 및 지급받은 식비(국내 여행의 경우 식비는 제외한다)를 초과하여 여비를 지출 하였을 때에는 국내 여행의 경우에는 숙박비 상한액의 10분의 3을, 국외 여행의 경우에는 숙박비 및 식비의 2분의 1을 넘지 아니하는 범위에서 여비를 추가로 지급할 수 있으며, 이때 여비를 추가로 지급받고자 하는 경우, 여행을 마친 날의 다음 날부터 기산하여 1주일 이내(국외 여행의 경우에는 2주일 이내)에 신용카드를 사용하고 받은 매출 전표 등 세부 사용내용이 명시된 증빙자료를 갖추어 정산을 신청하여야 한다.



## 참고4 주요행사 사진

### □ 주요행사 사진



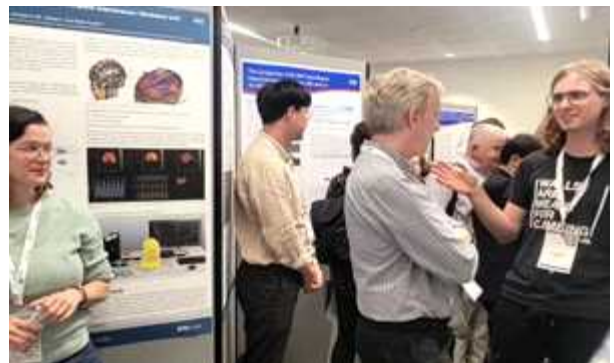
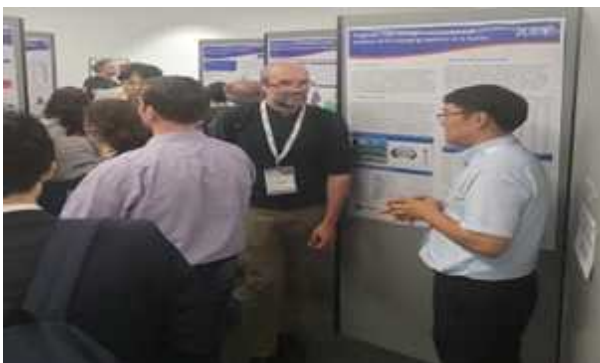
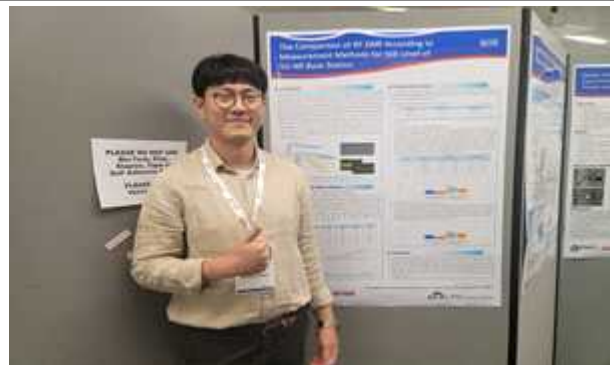
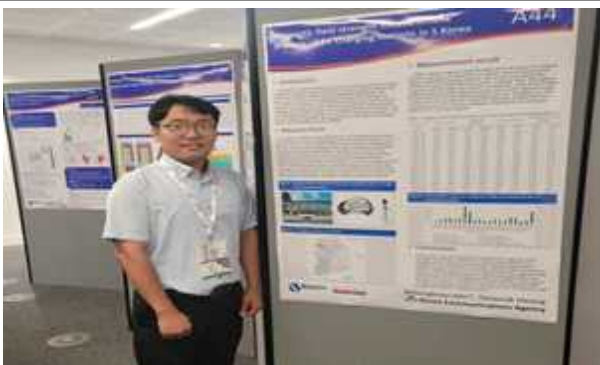
<BioEM2023 행사장소>



<한국대표단>



<컨퍼런스 현장>



<논문 발표 및 토론>