

Reverberation Test System (RTS)

국방분야 OTA·EW 시험의 새로운 표준

VISION

고객의 미래 가치를 창출하는 ICT 선도 기업

MISSION

차별화된 전문성으로 정확하고 빈틈없는 기술 지원

SLOGAN

ICT Solution Provider, Special One

PROFILE

회사명 주식회사 담스테크

설립일 1995. 12

대 표 송성종

직원수 80명

본 사 경기도 성남시 중원구 둔촌대로 388, 크란츠테크노 1308호

공 장 경기도 성남시 중원구 둔촌대로 388, 크란츠테크노 1518호

업 종 ICT 솔루션 / 안티 드론 / EMP 방호 / 전자전 안테나

인 증 벤처확인기업 인증 / 경영혁신형 중소기업 인증 / 기술혁신형 중소기업 /
ISO 9001:2015 등록증 / ISO 14001:2015 등록증 / ISO 45001:2018 등록증 /
소프트웨어사업자등록증

CONTENTS

다변화하는 전자전 환경의 시험 한계를 극복할 혁신 대안으로 'Bluetest RTS 솔루션'을 소개하며,
국방 4대 핵심 응용분야의 실전적 검증 방안과 압도적 ROI를 통해 국방 무선 통신 시험의 새로운 표준을 제안합니다.

01 전자전 시대의 분석과 기존 시험 한계

변화하는 전장 환경과 Pain Point

02 BLUETEST RTS와 핵심 원리

25년간의 레퍼런스 및 3D 등방성 반사챔버 기술

03 APPLICATION AREA

드론 OTA, 재밍/스푸핑, 워리어플랫폼, TEMPEST

04 PRODUCT LINE(RTS CHAMBER)

RTS25/RTS65/RTS95 Chamber

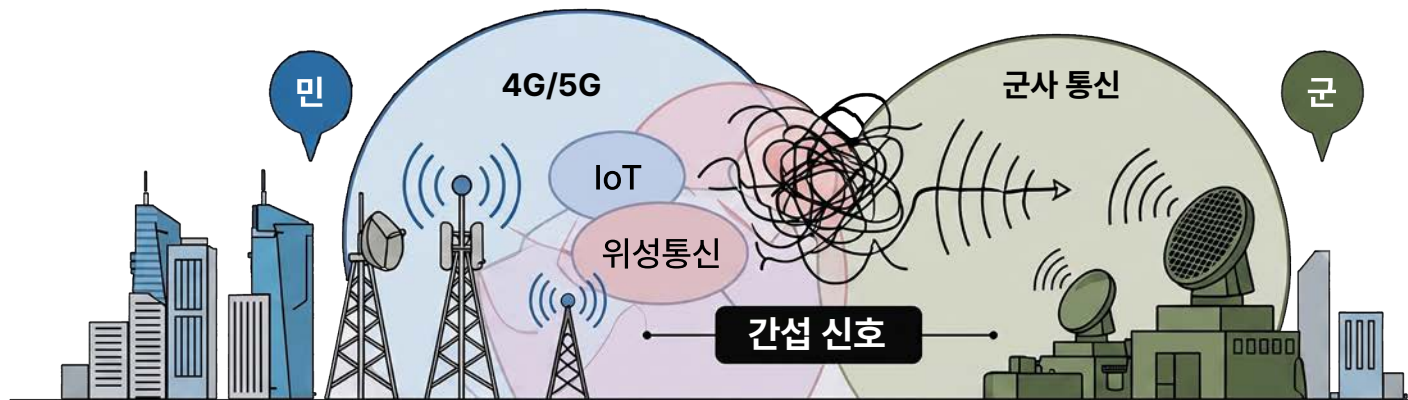
05 차별화 가치, ROI를 통한 도입 제안

기대 효과 분석 및 맞춤형 패키지

변화하는 전장 환경 전자전(EW) 시대, WHY NOW?

현대 전장은 GNSS 재밍, 상용 주파수 간섭 등 복잡하고 다변화된 전자기 스펙트럼 위협에 직면해 있습니다.

이러한 가혹한 전파 환경을 통제된 실내에서 완벽히 모사하여 통신 신뢰성을 확보하는 것이 그 어느 때보다 시급한 과제로 대두되고 있습니다.



전자기 스펙트럼 위협 증대

GNSS 재밍 및 스푸핑 공격 빈도 급증, 다중 대역·멀티링크 등 통신망의 복잡도 증가로 연결안정성 확보 필수

민군 겸용 주파수 간섭 리스크

Private 5G, 위성통신, IoT 등 상용 기술 도입 확대에 의도치 않은 상호 간섭 및 전파 혼선 가능성 증가

가혹 환경내 데이터 확보 한계

실전 수준의 RF/EW 환경을 통제된 실내에서 완벽히 모사하고, 신뢰성 높은 반복 측정 데이터 확보 필요

전자전 시대의 성능 검토, 기존 시험 방식의 한계

기존 야외 시험은 통제 불가 변수와 보안 제약이 따르고, 무반사 챔버(AC)는 실전과 같은 복잡한 전자전(EW) 환경 모사에 한계가 있습니다. 이를 극복하고 실전 스트레스 조건을 완벽히 재현할 새로운 실내 평가 패러다임 도입이 시급합니다.



야외 시험장(Field Test)

기상 조건, 비행/전파 허가, 보안 제약이 따르며, 통제 불가 변수로 인해 반복성이 낮고 비용과 시간이 과다하게 소요



무반사 챔버(Anechoic Chamber)

이상적인 가시환경(LoS) 조건으로 설계되어 있어, 복잡한 Multi-path fading / Interference 및 전자전 환경 재현에 한계가 있음



필요한 새로운 패러다임

실전과 동일한 스트레스(멀티패스/간섭/재밍) 조건에서 빠르고 신뢰성 있게 재현 가능한 실내 평가 체계 도입 시급

현장이 마주한 시험·검증의 3대 PAIN POINT



25년간 신뢰의 무선 검증 전문기업

Bluetest는 지난 25년간 전 세계 50개국 이상의 주요 방산 및 통신 기업들에게 채택되며 글로벌 시장에서 완벽하게 검증을 마친 무선 성능 측정 솔루션 리딩 기업입니다. 최고 수준의 신뢰성과 반복 정밀도가 요구되는 현대 국방 무기체계 검증의 새로운 글로벌 표준을 굳건히 제시하고 있습니다.



25년간 검증이 완료된 기술

세계적으로 검증이 완료된 무선 성능 측정시스템으로
혹독한 RF/EW 환경의 현실적 재현과 신뢰성이
요구되는 방산 및 통신 산업의 표준을 제시

글로벌 레퍼런스

스웨덴 본사를 중심으로 주요국 방산·통신 고객
다수 보유, 전 세계 50개국 이상에 설치되어 운용

DYMSTEC

Bluetest 공식 한국 대리점으로서 설치부터
유지보수, 기술지원에 이르기까지 완벽한
원스톱 솔루션을 제공합니다.



RTS 핵심 원리 : 3D 등방성 실전적인 전파환경 재현

Bluetest RTS 기술의 핵심은 다중경로 반사를 이용해 실환경과 유사한 환경을 조성하여 무선 기기의 한계 성능을 정량적으로 테스트하는 데 있습니다. 방향 비의존적(Direction-independent) 측정 방식을 통해 반복 가시성을 극대화하며, 광대역 동시 측정을 지원합니다.

다중경로 재현

스티러(Stirrer)의 움직임을 통한 다중경로 반사를 유도, 실환경의 Rayleigh 페이딩과 3D 등방성 환경을 완벽하게 구현

방향 비의존 검증

LoS(가시환경) 및 N-LoS(비가시환경)를 포함한 현실적 전파조건을 제공, 안테나 기기의 Alignment와 무관한 높은 신뢰성의 성능 검토

신속 정확성

별도 설정 없이 광대역 동시 측정을 지원하며, 빠르고 신뢰 가능한 통계 분석 데이터 제공



APPLICATION AREAS

드론의 연결 신뢰성 및 전자전 대응부터 위리어플랫폼의 인체 영향 평가, TEMPEST 보안까지 현대 국방 OTA의 4대 필수 영역을 통합 지원합니다. 실전과 동일한 3D 등방성 전파 환경을 구현함으로써 복잡한 전장 시나리오 하에서의 무선 체계 생존성과 임무 완수 능력을 정량적으로 입증합니다.

드론의 OTA 성능 분석

- 방향/자세 비의존 링크 검증
- Dual Chamber 시나리오

재밍 신호에 의한 영향 분석

- 3D 등방성 재밍 환경 에뮬레이션
- 안티재밍 성능 열화 분석

Private 5G / 위리어플랫폼

- 대형 Walk-in 챔버 활용
- Live Person 인체 착용 시험

보안 유출 및 신호 탐지

- 기밀 유출 전자파 탐지
- 미세 Spurious 방사 분석

APPLICATION AREA : 드론 OTA 신뢰성

복잡한 다중 간섭 상황과 비행 자세 변화에 따른 드론 데이터 링크의 성능 저하는 실제 작전 성공률을 위협하는 핵심 리스크로 작용합니다.
특히 기상 조건과 보안 제약이 따르는 야외 시험은 동일 조건의 반복 재현이 불가능하여, 체계 설계의 신뢰성 확보와 개발 일정 단축에 큰 걸림돌이 되고 있습니다.



자세·페이로드 민감도

비행 자세, AoA, 프로펠러 간섭, RF 배치 및 페이로드 변경에 따른 성능 편차가 큼



Multi-Path Fading 영향

N-LoS(비가시선) 및 Fading 상황에서 통신 링크 드랍 현상 발생, Throughput 급격한 저하

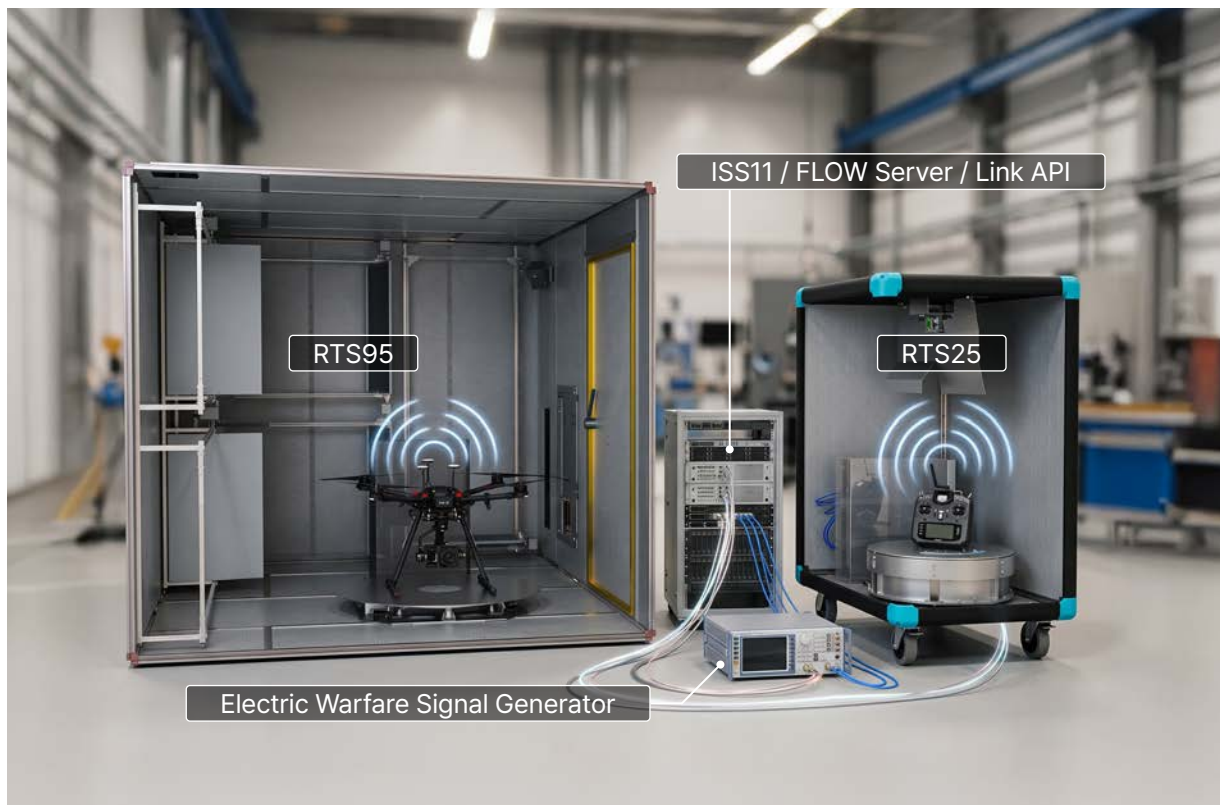


필드시험의 한계

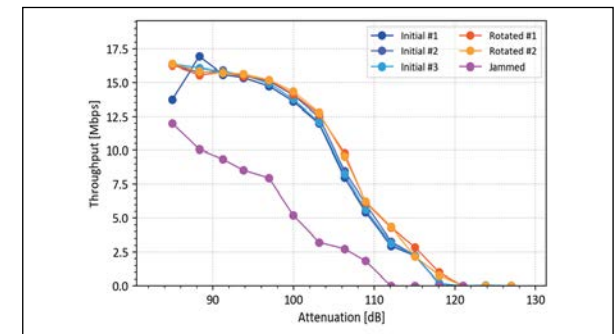
동일 조건 반복 재현 불가, 기상, 비행 허가 일정, 안전사고 및 배터리 관리, 보안 유출 리스크 상존

APPLICATION AREA : 드론 OTA 신뢰성

드론 및 컨트롤러를 분리하고 거리에 따른 링크 버짓의 변화를 실제 하드웨어 체계로 완벽히 구현한 Bluetest의 핵심 듀얼 챔버 솔루션입니다.
두 공간의 완전 격리와 정밀 RF 연동을 통해, 드론의 장거리 링크 붕괴점과 고출력 재밍 생존성을 실험실 내에서 가장 안전하고 재현성 있게 검증합니다.



분석 및 도출



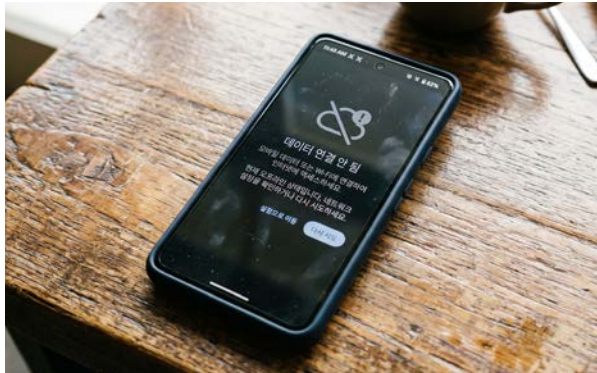
지표별 통계 처리 및 성능 열화 모델 생성

주요 측정 지표

링크 유지율	가혹 조건에서의 연결 안정성
Throughput	간섭량 대비 데이터 처리량 저하
복구 시간	링크 재연결 속도

APPLICATION AREA : 재밍·스푸핑 대응

현대 전자전(EW) 환경에서 적의 전파 교란을 극복하는 항재밍(Anti-Jamming) 능력은 작전 생존성을 결정하는 최우선 과제입니다. 전파법 규제로 인해 야외 시험이 불가능한 고출력 재밍 및 스푸핑 공격을 실험실 내에 안전하게 모사하여, 무기 체계의 전자전 대응 신뢰성을 확증합니다.



GNSS 마비 위협

GNSS 스푸핑·재밍으로 항법·유도 장치 불안정, 5G 및 군사 데이터링크 마비 위험 증대



시나리오 재현 한계

다중 재밍, Frequency hopping 등 복잡한 실전급 시나리오의 정밀한 재현 및 반복 측정 어려움

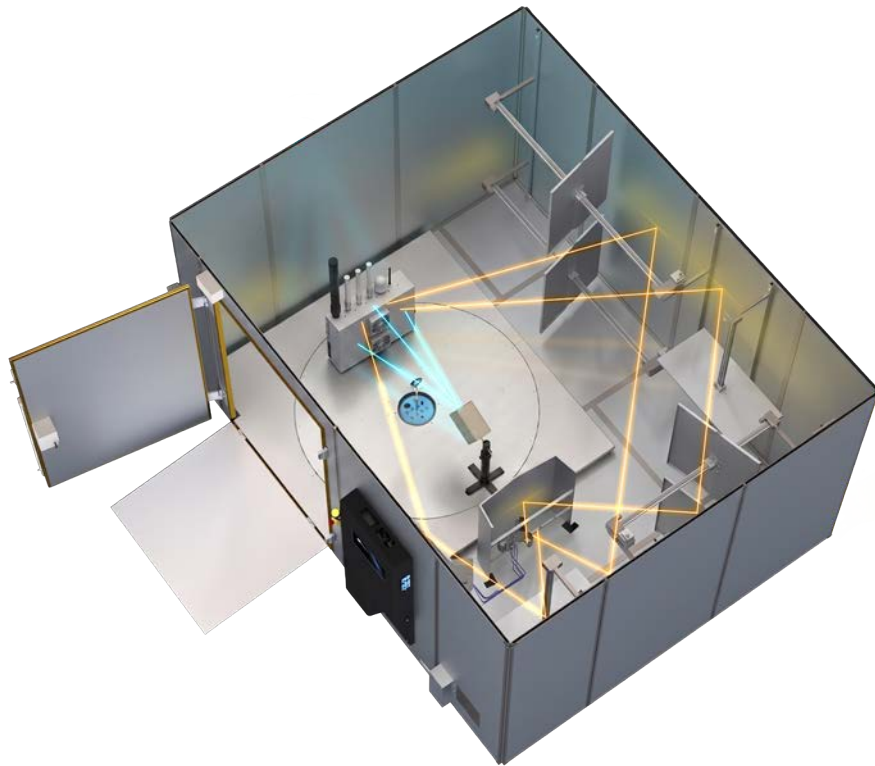


야외 재밍 시험 불가

국내 전파 규제, 안전 및 군사 보안 제약으로 인해 야외에서 실제 재밍신호 송출 사실상 불가

APPLICATION AREA : 재밍·스푸핑 대응

완벽하게 차폐된 챔버 내부에 고출력 재밍 및 GNSS 위장(Spoofing) 신호를 직접 인가하여, 외부 전파 유출의 위험 없이 드론의 항재밍 방어 능력을 정밀 검증합니다. 실전과 동일한 복합 전파 간섭 상황을 모사하여 무기 체계의 전자전 생존성을 정량적으로 평가하는 핵심 솔루션입니다.



01 시나리오 정의

재밍 종류, 세기, 주파수 대역 등
실험 환경 설정

02 원신호 측정

거리에 따른 데이터 전송량 측정

03 간섭 신호 주입

재밍/스푸핑 및 노이즈 등 방해 신호
동시 주입

04 원신호의 열화량 측정

Throughput 및 C/N0 성능 저하
실시간 모니터링

주요 측정 지표

Throughput 저하율

재밍 세기별 데이터 전송량 감소 폭

Call drop-on 재획득 시간

Call drop 후 재연결까지 소요된 시간

안티 재밍 알고리즘 효과

Frequency hopping 등 대응기술 정량 평가

APPLICATION AREA : 워리어 플랫폼

신체에 의한 전파 흡수와 간섭(Body Loss)은 워리어플랫폼의 통신 생존성을 결정짓는 핵심 변수입니다. 마네킹이나 시뮬레이션이 아닌 실제 운용자가 장비를 착용하고 챔버에서 실측하는 'Live Person Test'를 지원하여, 인체 매질 효과가 100% 반영된 실전급 무선 성능을 가장 정확하게 정량화합니다.



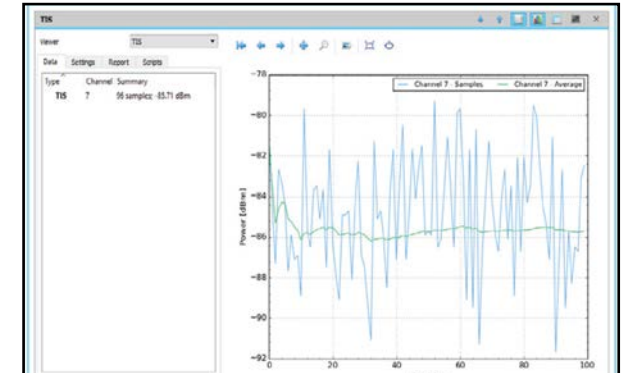
Pain Point

인체 착용 장비(전술라디오/스마트장치)의 성능은 자세·동작 및 인체 전파 흡수율에 크게 좌우되어 정량적 평가가 어려움



RTS85/RTS95 대형 챔버 솔루션

Walk-in 구조로 실제 사람이 챔버 내부에 들어가 장비를 착용한 채 자유롭게 이동하며 실제 운용 환경 그대로 측정 가능



핵심 측정 지표 제공

인체 영향이 반영된 TRP/TIS/Tput 변화량, 타 RF 기기와 혼선에 의한 영향 분석

APPLICATION AREA : TEMPEST

무기 체계 및 통신 장비에서 발생하는 비의도적 전자파 방출(TEMPEST)을 3D 등방성 환경에서 정밀 탐지합니다.
적의 미세 신호 수집 및 정보 탈취 위협으로부터 기밀을 보호하고, 최고 수준의 전자기적 보안 무결성을 실험실 내에서 완벽하게 검증합니다.



TEMPEST의 위협

전자장비 작동 중 발생하는 비의도적으로 방출된 신호에 의하여 외부로 기밀 정보를 유출하는 치명적인 원인이 됩니다.



RTS 솔루션

3D 등방성 환경을 제공하는 챔버 내부에서 기기의 미세 스푸리어스(Spurious) 방사 신호를 모든 방향에서 정밀하게 탐지하고 분석합니다.



활용 가치

장비 보안 설계의 유효성을 검증하고, 신호 누설을 최소화하기 위한 대책을 수립하여 군 보안 사고에 선제적으로 대비할 수 있습니다.

측정 환경 분석 예시(DUAL CHAMBER)

물리적으로 격리된 두 챔버 간의 경로 손실(Path Loss)을 정밀 제어하여, 수 km 밖의 장거리 전파 감쇠 환경을 실험실에 그대로 재현합니다. 이를 통해 '주파수 및 안테나 게인' 기반의 링크 버짓을 분석하고 데이터 링크의 한계 붕괴 지점을 정확히 예측합니다.



경로 손실(Path Loss) 및 링크 버짓 산출 원리

드론의 전방성 안테나와 지상국의 고이득 지향성 안테나의 게인을 전제로 주파수와 거리에 따른 자유 공간 경로손실(FSPL)의 기준값을 산출하고, 여기에 '통신 거리가 2배 늘어날 때마다 6dB의 손실이 추가된다'는 비례 감쇠 법칙을 상단의 ISS11 Attenuator 제어 값으로 대입합니다.

측정 환경 분석 예시(DUAL CHAMBER)

통신 링크의 도달 거리는 단순 출력이 아닌 '주파수와 안테나 게인의 조합'으로 결정됩니다.

송수신 링크 버짓과 수신기 감도를 연계한 24.5dB의 링크 마진 분석을 통해, 10km 이상 장거리 통신의 안정성을 수치로 증명합니다.



링크 버짓 및 링크 마진 기반의 10km 도달 보장성 검증

송신 출력(20dBm)과 안테나 게인을 경로 손실에 대입하여 도출한 최종 링크 버짓(-75.5dBm)을 수신기 감도(-100dBm)와 연계하여 24.5dB의 안정적인 링크 마진을 확보하고, 이를 통해 '기준 감쇠 대비 24dB을 가혹하게 증가시켜도 링크가 유지된다면 10km 이상의 장거리 통신이 가능하다'는 실증 조건을 충족함으로써, '무선 통신의 도달 거리는 단순 출력이 아닌 주파수와 안테나 게인의 최적화에 있다'는 하드웨어 설계의 대원칙을 증명합니다.

측정 환경 분석 예시(DUAL CHAMBER)

주파수 대역별 경로손실 편차와 링크 마진을 종합 비교하고, ISS11 감쇠 제어를 통해 5.8GHz 대역의 10km급 통신 가능성과 'Throughput 0'이 되는 링크 붕괴점을 실험실에서 정량 검증하는 최종 이론 요약입니다.

링크 버짓

링크를 위해 요구되는 신호의 크기



링크 마진

링크 버짓에 대해 남아있는 여유분

주파수	경로손실 (@10km)	링크 버짓	링크 마진	특징
900 MHz	111.5 dB	-75.5 dB	24.5 dB	안정적(여유)
2.4 GHz	120.0 dB	-84.0 dB	16.0 dB	LOS 민감, 실용적(관리)
5.8 GHz	127.7 dB	-91.7 dB	8.3 dB	고이득 안테나 필요(도전)

측정 환경 분석 예시(DUAL CHAMBER)

수신 전력(RSSI)과 변조 방식(MCS)에 따른 실효 데이터 전송률(Throughput) 변화를 추적하여,
극한 전파 환경 속에서도 저지연 FPV 및 고화질 영상 스트리밍(30~50 Mbps)이 생존하는 임무 임계점을 정량 검증합니다

RSSI↔MCS 관계

RSSI (dBm)	유지 가능한 MCS
-60 dBm	MCS 5~6
-63 dBm	MCS 4~5
-66 dBm	MCS 2~3

모듈레이션별 전송속도

MCS	변조	Coding Rate	Max T-put(Mbps)
MCS 3	16-QAM	1/2	26 Mbps
MCS 4	16-QAM	3/4	39 Mbps
MCS 5	64-QAM	2/3	52 Mbps

성능↔화질

FPV (저지연 우선)	촬영 드론 (화질 우선)
해상도 : 720p / 1080p	해상도 : 2.7K / 4K
비트레이트 : 10~30 Mbps	비트레이트 : 30~100 Mbps
30 Mbps면 최상급 FPV 품질	50 Mbps는 고급 촬영

해상도	프레임	30M(bps)	50M(bps)	평가	H.264	H.265
1080p (FHD)	30 fps	◎	◎	매우 여유	-	-
1080p (FHD)	60 fps	○	◎	안정	30Mbps 안정	-
1440p (2.5K)	30 fps	○	◎	안정	-	-
1440p (2.5K)	60 fps	△	○	타협 필요	-	-
4K (UHD)	30 fps	△	○	가능	50Mbps 사용가능	30Mbps 사용가능
4K (UHD)	60 fps	×	△	매우 어려움	-	50Mbps 근접

RC VS AC VS 야외시험 비교

반사 챔버는 야외 시험의 현실성과 무반향실의 통제성을 하나로 결합하여, 복잡한 실전 전파 환경 하에서의 압도적인 측정 속도와 신뢰성 높은 반복 데이터를 보장하는 국방분야 최적의 무선 성능 평가 솔루션입니다.



반사 챔버(RC)

Reverberation Chamber

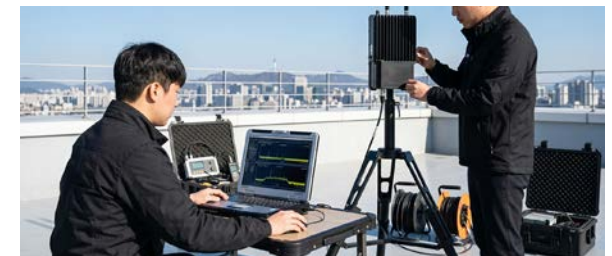
실환경(멀티패스)	○ 우수
전자전(EW) 환경 재현	○ 우수
측정 반복성(신뢰도)	○ 우수
테스트 속도	○ 빠름
비용 효율성	○ 우수
보안 및 환경 통제	○ 완벽



무반사 챔버(AC)

Anechoic Chamber

실환경(멀티패스)	△ 제한
전자전(EW) 환경 재현	X 불가
측정 반복성(신뢰도)	○ 우수
테스트 속도	△ 보통
비용 효율성	△ 보통
보안 및 환경 통제	○ 완벽



야외 시험장

Field Test

실환경(멀티패스)	○ 우수
전자전(EW) 환경 재현	△ 제한
측정 반복성(신뢰도)	X 취약
테스트 속도	X 느림
비용 효율성	X 낮음
보안 및 환경 통제	X 불가

측정 가능한 OTA 지표

기본적인 방사 효율(TRP/TIS)부터 실전 데이터 전송률(Throughput) 및 기밀 보안성(SE)까지 국방 무선 체계의 핵심 지표를 통합 측정합니다. 별도의 장비 변경 없이 광대역에서 분 단위로 추출되는 정밀 데이터를 통해, 가혹한 전파 환경 속 기기의 성능 임계점을 완벽하게 정량화합니다.

RF 및 링크 성능

**TRP**

Total Radiated Power

모든 방향으로 방사되는 송신 전력을 측정, 단말기의 최종 송신 성능을 평가

RF 및 링크 성능

**TIS**

Total Isotropic Sensitivity

모든 방향에서의 수신 감도를 측정, 단말기의 최종 수신 성능을 평가

RF 및 링크 성능

**Throughput**

Data Throughput

간섭 및 페이딩 환경 하에서의 단위 시간당 데이터 전송률

변조 품질 및 무결성

**ACLR**

Adjacent Channel Leakage Ratio

사용하는 중심 주파수 채널의 전력과, 그 바로 옆에 위치한 인접 채널로 '새어 나가는(누설되는)' 전력의 비율

변조 품질 및 무결성

**BLER**

Block Error Rate

데이터 블록 전송 시 발생하는 오류의 비율

GNSS 및 정보 보안 (보안성)

**SE**

Spurious Emission

장비에서 의도하지 않은 전자파 방사 신호 기밀 정보 유출(TEMPEST) 검토

PRODUCT LINE

웨어러블 단말기부터 대형 복합 무기 체계까지 아우르는 다목적 챔버(RTS) 라인업을 통해, 고객의 요구 제원과 주파수 대역에 한 치의 오차도 없는 초정밀 맞춤형 국방 무선 평가 플랫폼을 제공합니다.



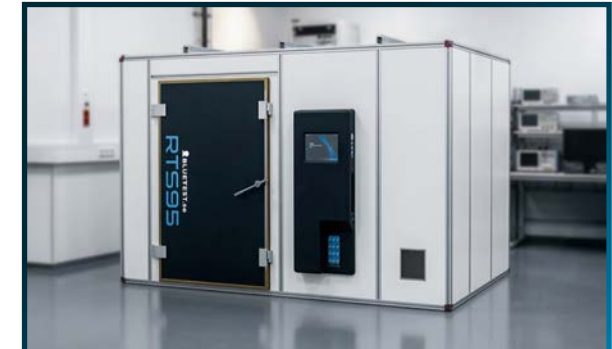
RTS25

주파수 대역	1.7GHz ~ 8GHz
측정 공간	약 0.3 X 0.3 X 0.4 m
주요 용도	모바일 기기, 소형 IoT
특징	IoT에 특화된 컴팩트한 크기



RTS65

주파수 대역	650 MHz ~
측정 공간	약 0.5 X 0.5 X 0.5 m
주요 용도	모바일 기기, 소형 IoT
특징	다양한 어플리케이션 지원



RTS95

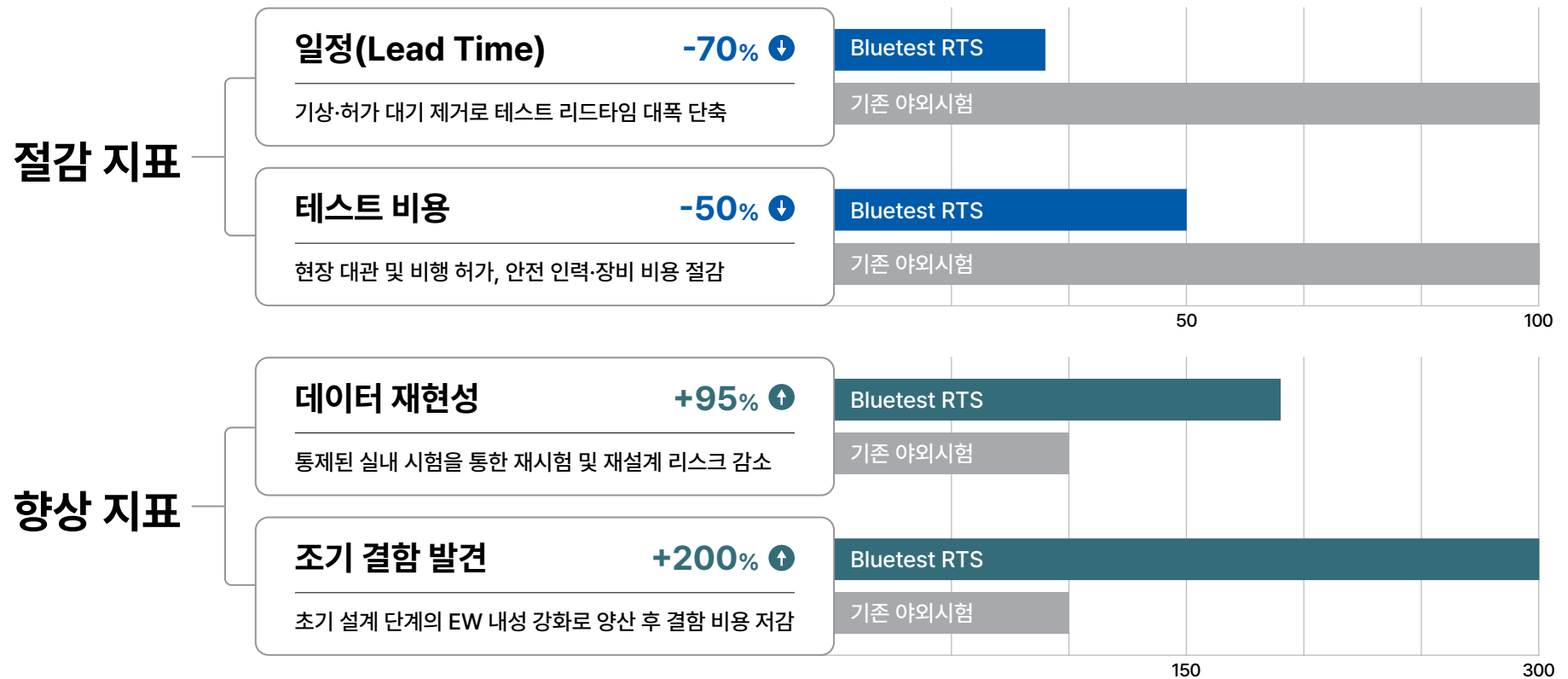
주파수 대역	400 MHz ~
측정 공간	최대 2 x 2 x 2 m
주요 용도	중대형 드론, 복합체계
특징	넓은 주파수 지원, 초대형 DUT 측정 지원

공통 확장 옵션 Flow SW 지원 | Dual-Chamber 구성 | 다양한 RF 인터페이스 연동

ROI 분석 : 야외시험 대비 기대 효과

야외 현장 시험에 수반되는 대규모 물류·인력 비용과 기상 변수에 따른 일정 지연 리스크를 원천 제거합니다.

챔버 내 상시 가동 인프라와 초속도 측정을 통해 전체 검증 예산을 획기적으로 절감하고 투자 대비 수익률(ROI)을 극대화하는 명확한 도입 당위성을 제시합니다.



도입 프로세스 · 고객 맞춤 패키지

사전 현장 실사부터 커스터마이징 설계, 정밀 RF 튜닝 및 온보딩 교육까지 원스톱으로 지원하는 표준 도입 프로세스입니다.

기관별 가용 예산과 설치 공간에 최적화된 맞춤형 솔루션 패키지를 제시함으로써 도입 리스크를 최소화하고 즉각적인 시험 체계 가동을 보장합니다.

OTA·EW 시험의 새로운 표준

Dymstec 전문 엔지니어가 귀사의 시험 환경에 최적화된 시나리오를 설계해 드립니다.

연구기관 패키지

- 표준 OTA 측정 베이스라인
- 고급 재밍/스푸핑 시나리오 검토
- 다양한 제조사의 통신 장비 지원

체계업체(제조사) 패키지

- 개발 및 양산 QA 자동화 번들
- 빠른 측정 속도 기반 configuration file 최적화
- 최적화된 안테나 내성 검증 시나리오 지원

군 End User 패키지

- 실전 운용시험(OT&E) 시뮬레이션 환경
- TEMPEST 기밀 유출 보안 패키지
- 워리어플랫폼 Live Person Test

1 요구사항 정의 **2** 검토 및 반영 **3** 사양확정 **4** 설치 및 검수 **5** 교육 및 인증 **6** 운영/업데이트

DYMSTEC

본사 : 13403 경기도 성남시 중원구 둔촌대로 388 크란츠테크노 1308호 / 공장 : 13403 경기도 성남시 중원구 둔촌대로 388 크란츠테크노 1518호
www.dymstec.com / Email. ict@dymstec.com / Tel. +82 31 777 8450 / Fax. +82 31 777 8933

