

# 붙임 3 대표성과 후보 추천서 양식

① 요약본

※ 분량 : 1페이지 이내

## 2021년도 ETRI 10대 대표성과 후보 추천서(요약)

성과Track	기초·미래선도	산업육성	국가·사회문제해결	
		○		
협약(세부)과제명	5G NR 기반 지능형 오픈 스몰셀 기술 개발			
과제번호	협약(세부) 과제번호		NTIS 과제번호	
	21HH1100		1711125831	
성과목표	[3-1] 6G 이동통신 핵심 원천 기술			
총 연구기간	2018년 7월 1일~ 2024년 12월 31일			
총 연구비	총 41,245 백만원		정부: 39,200 백만원	
			민간: 2,045 백만원	
연구책임자	연구자 성명	직할부서	연구본부/연구실	직위/직급
	나지현	통신미디어연구소	이동통신연구본부/ 지능형스몰셀연구실	실장/책임
<b>성과 정보</b>				
성과 내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>- (성과소개) 5G 스몰셀 단독모드(SA) 소프트웨어 국산화로 인빌딩, 도심핫스팟에서 진정한 5G 서비스가 가능하며, 5G 융합시장에 적용가능한 초연결 통신 기술 실현</li> <li>- (개발 목적 및 배경) 5G 스몰셀 기지국의 핵심 기술 중 외산에 의존하던 스몰셀 통신 소프트웨어 국산화를 통하여 중소기업이 진출가능한 5G 장비 산업 육성</li> <li>- (성과 적용 분야) 5G 커버리지가 도달하지 않은 인빌딩, 밀집도가 높은 도심핫스팟, 야외 지역에서 사용자의 초고속 무선 통신 품질을 향상하는 5G+ 초연결분야</li> <li>- (적용제품 및 기술의 성능) 1) 28 GHz 대역으로 불리는 mmWave 주파수를 지원하는 5G 스몰셀 기지국 : 200MHz 대역폭으로 상용스마트폰 16대 동시접속 및 다운링크 1.1Gbps/업링크 110Mbps 달성으로 이론적 최대성능 달성 2) 3.5GHz 대역에서 5G 단독모드 (SA) 스마트폰 32대 동시접속 환경에서 이론상 최대 성능 달성 3) 5G 코어망 접속에 의한 VoNR, 재난 서비스 지원을 위한 CMAS서비스, 스몰셀 개방형 API 를 통한 AR 상태관리 뷰서비스 및 학교서비스 제공</li> </ul>			
대표성과 1	<p>(기술이전·사업화) 국내 중소기업 기술이전 3건(924백만원, 31회 기술지원, 기술이전 업체의 KT 시범망 진출 및 글로벌 진출을 위한 사업화 지원)</p> <p>1) 3GPP Rel.15 5G NR NSA 스몰셀 기지국 SW 기술 중 세부 1기술 (gNB), 264백만원, 2021년 3월 (콘텔라)</p> <p>2) 3GPP Rel.15 5G NR NSA 스몰셀 기지국 SW 기술, 440백만원, 2021년 5월 (유캐스트)</p> <p>3) 3GPP Rel.15 5G NR SA 스몰셀 기지국 SW. 220백만원, 2021년 11월 (유캐스트)</p>			
대표성과 2	<p>(논문 및 특허) SCI(E)논문 8건 (mmIF 77.47), 특허 (국제등록 1건, 국제특허 6건 중 표준특허 1건) 출원</p> <p>1) 대표논문: (SCIE)Performance Analysis of Simultaneous Collision-Free Duplexing Method in Point-to-Multipoint Environment, Nam Kim IEEE Communication Letters Vol.25, No.9, SEPTEMBER 2021.</p> <p>1) 대표 국제 출원 특허: 인스턴트 데이터 패킷 전송을 위한 무선자원 관리 방법 및 절차 (PCT/KR2021/003635)</p>			

## 2021년도 ETRI 10대 대표성과 후보 추천 요약서(상세)

### 1. 성과명

**초고속 이동통신 핵심 인프라, 5G+ 스몰셀 기지국 핵심 기술 확보**

### 2. 성과내용

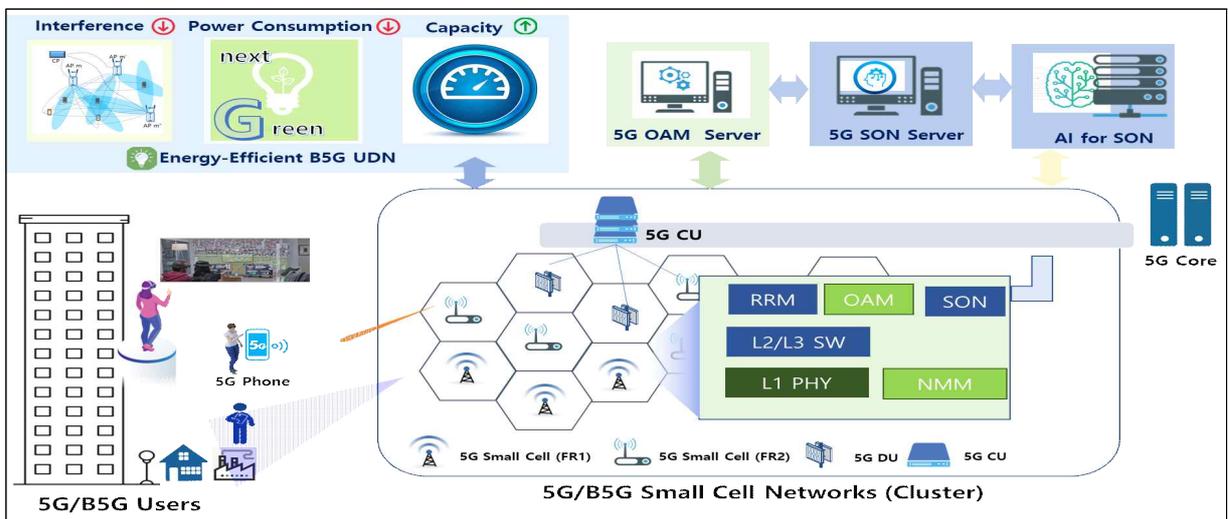
기술개발 목표달성도      연도별 목표대비 120%

#### □ 기술적 선점이 필요한 분야

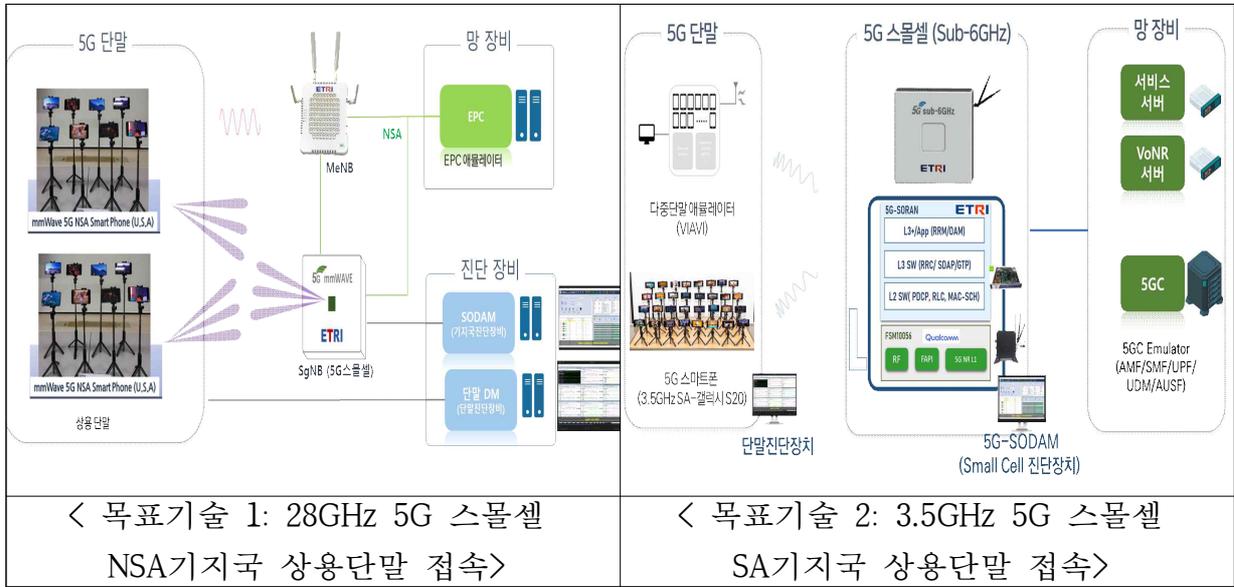
- 전 산업의 기반이 되는 초고속 이동통신 인프라인 5G에서 기지국 장비는 일부 글로벌 업체 (중국 화웨이, 에릭슨, 노키아, 삼성)가 높은 점유율을 차지하는 실정므로, 중소기업들은 셀반경이 작은 5G 스몰셀 기지국 분야에 진출 가능하나 주요기술인 모뎀기술과 통신 프로토콜 소프트웨어는 외산에 의존해옴
- 5G에서는 두 종류의 주파수 대역(우리나라의 경우 3.5GHz 대역과 28GHz 대역)을 할당하고 있으며, 이는 기존 4세대까지 할당되던 주파수 대역보다는 높은 주파수여서 기지국의 통신 반경이 짧아지게되어 이를 해결하기 위한 기술로 5G 스몰셀의 중요성이 급부상되고 있음
- 스몰셀 통신 소프트웨어 분야는 이동통신 단말접속, 핸드오버, 무선자원 스케줄링, 빔포밍 알고리즘, 초고속 데이터 처리 기능등을 포함하고 있어서 다양한 5G 융합서비스에 필요한 기지국을 구축하기 위해서는 기술선점이 필요한 분야

#### □ 기술개발 목표

- 5G 스몰셀 핵심기술 국산화를 통한 중소기업의 5G 이동통신 산업 육성  
(목표 ①) 5G 단독모드(SA) 5G 스몰셀 기지국 통신 소프트웨어 국산화  
(목표 ②) 28GHz 대역 5G NSA 스몰셀 기지국 소프트웨어 성능개선  
(목표 ③) 5G 스몰셀 산업육성을 위한 서비스 개발 및 시험환경 기술개발



〈 5G NR 스몰셀 네트워크 개념도〉



기술개발 목표의 달성성과 및 핵심기술 확보

**[개발목표 ①] 5G 단독모드 (SA) 5G 스몰셀 기저국 통신 소프트웨어 국산화**

- ➔ (달성 성과) 5G NR 단독모드 (SA) 스몰셀 통신 프로토콜 기술의 3.5GHz 5G 스마트폰 32대 동시접속시 업링크/다운링크 최대 성능 달성
- ➔ (핵심기술 확보)
  - 3GPP Rel.15 5G NR 기저국 통신 프로토콜 스택 (MAC, RLC, PDCP, SDAP, NGAP, GTP, RRC, X2AP, XNAP) 핵심 소프트웨어 기술 확보
  - 5G 스몰셀 상용 칩 (퀄컴의 FSM10056 모델)과의 5G-FAPI, 5G Core 망과의 인터페이스 기술 확보 (호접속 성공률 99%이상 달성)
  - 5G NR FR1 대역 에서 무선자원의 효율적 할당을 위한 MAC 스케줄링 기술, QoS 기반 고속데이터 프로세싱 기술 확보 (관련특허 3건)
  - 5G 단독모드에서의 영상/음성통화 서비스 (VoNR), 재난 방송 기능(CMAS), RAN Paging, 5G에서의 이동성관리(핸드오버) 기술 확보 (관련특허 2건)
  - 5G RAN2에서 단말의 소모전력감소방법, 무선자원관리 방법등 국제 표준 특허 3건 확보

### [개발목표 ②] 28GHz 대역을 지원하는 5G NSA 스몰셀 성능 최적화

➔ (달성성과) 국내에서 아직 상용화되지 않은 5G 28GHz대역 NSA 환경에서 다중 캐리어(Multi-Carrier)기능 개발을 통한 상용 스마트폰 16대 동시접속시 작년대비 2배 성능 업그레이드 달성으로 중소기업의 28GHz 스몰셀 시장 진입 격차 해소

#### ➔ (핵심기술 확보)

- 다중 캐리어 (Multi-Carrier) 전송을 위한 다중 셀 관리 제어 기술 확보
- 다중 캐리어 환경에서 여러 단말 접속시 무선수신세기 기반 빔관리 알고리즘, 측정기반 이중 연결성 기술 확보 (관련 특허 2건)
- mmWave 대역에서의 기가급 성능 달성을 위하여 멀티코어 환경에서 Zero-Copy 사용자 플랜,패킷 프로세싱타임 최적화 기술, 데이터의 암호화/무결성 수행시 성능최적화 기술 확보
- mmWave 스몰셀의 위치 (높이, 각도)등을 고려한 Beam Weight Table 관리 툴 개발 기술 확보 및 이 mmWave 스몰셀 빔관리 최적화 기술 확보

### [개발목표 ③] 5G 스몰셀 산업육성을 위한 서비스 개발 및 시험환경 기술

➔ (달성성과) 5G 스몰셀 존 기반 서비스의 실현을 위하여 스몰셀이 제공하는 오픈 API를 개발하고 이를 활용한 스몰셀 AR 상태뷰 서비스 시연 성공 및 시험환경 기술로 스몰셀 진단 모니터, 5G Core Emulator 개발 성공

#### ➔ (핵심기술 확보)

- 5G 스몰셀 존을 기반의 오픈 API 서비스 발굴을 통한 학교서비스, 스몰셀 상태뷰 서비스와 관련된 원천기술 확보 (특허 출원 2건)
- 외산에 의존하는 5G 스몰셀 시험 환경 기술 (5G Core Emulator, SODAM등)

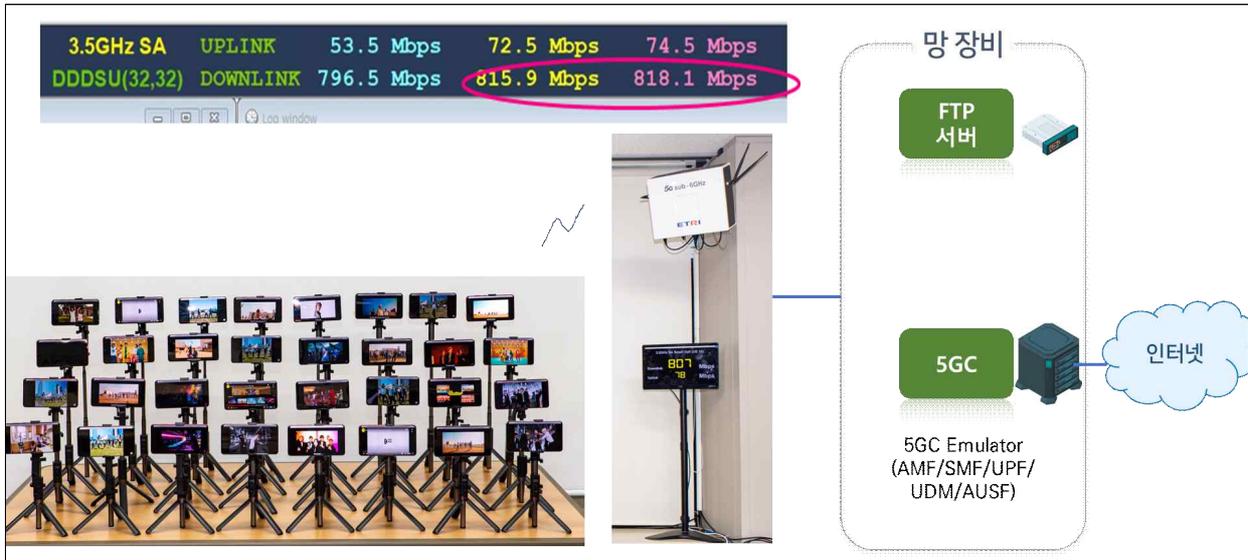
## 3. 우수성 및 차별성

### 기술수준 향상 성과

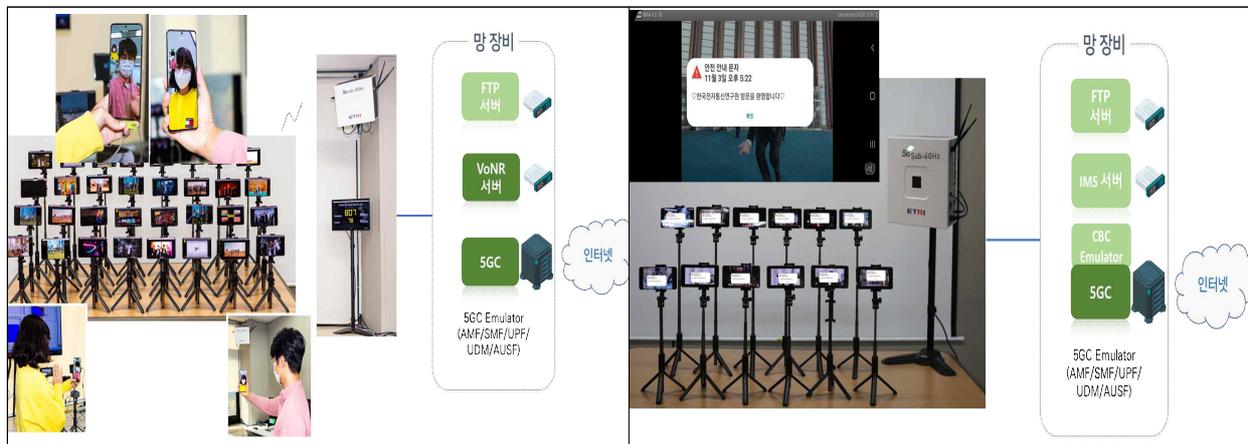
○ (세계 최고 수준의 5G 단독모드 스몰셀 소프트웨어 성능 제공) 세계 최고 5G 스몰셀 칩셋업체인 퀄컴과 상용버전 칩이 나오기 전부터 국제 공동연구를 수행하여, 상용단말 32대 동시접속상태에서 이론적으로 나올수 있는 세계 최고 수준의 5G 단독모드 스몰셀 소프트웨어 DL/UL 최고 성능 동시 제공 (세계 최고 5G 스몰셀 소프트웨어 기관 (ALTRAN, Radysis) 대비 동일하거나 우수한 성능으로 올 4월에 퀄컴칩이 상용화된일정을 고려하면 현재 세계최고수준으로 예측)

- 3.5GHz 대역에서 5G SA 상용단말 32대 동시접속 상태에서 UL/DL동시 최대 성능 달성: 5G NR FR1, 100 MHz 주파수대역사용, TDD Configuration=DDDSU (DL 68%), 2X2 MIMO, 256QAM 환경에서의 이론상 최대성능 (DL 810Mbps, UL : 75Mbps)

- 5G 망 만으로 호접속 성공률 99%이상, VoNR 서비스 제공, 재난문자서비스, 기지국간 핸드오버, RAN Paginr 기능 제공을 통하여 5G특화망, 상용망에 활용가능한 수준의 기지국 소프트웨어 제공 (5G 스몰셀로는 최초 시연)



< 3.5GHz 대역 5G SA 상용단말 32대 동시접속 상태에서 DL/UL 동시최대성능 >

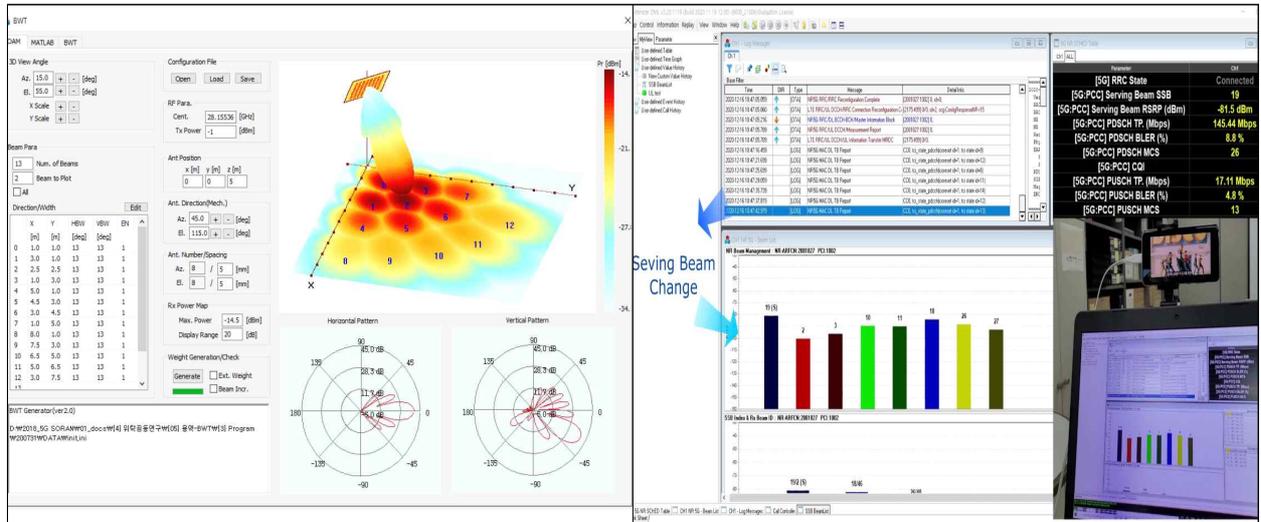


< 3.5GHz 대역 5G SA 상용단말의 VoNR서비스, 재난용문자서비스 시연 >

○ (28GHz 5G 스펙셀의 경우 삼성전자 대비 87% 달성) 28GHz 5G 스펙셀을 세계최초로 퀄컴과 계약을 맺은 삼성전자 대비 90% 수준의 기술 제공 예상: 5G 스펙셀 기지국 분야는 각사의 성능을 오픈하지 않고 있어서 이론적 수치를 달성하는 경우 세계최고 수준으로 말할 수 있으며, 본 과제에서는 아직 CA(Carrier Aggregation)에 의한 성능 향상 부분이 남아있어서 현재는 90%수준으로 예측



< 28GHz 대역 5G NSA 상용단말 16대 동시 접속시 최대 성능 >



< 28GHz 대역 5G 스몰셀을 위한 Beam Weight Table 및 빔포밍 기술 >

**세계 최고 수준 대비 연구개발 수준**

- (5G SA 스몰셀 SW 상대적 기술수준 격차 : 세계 최고 수준 100%) 5G 단독모드 스몰셀 소프트웨어는 세계 최고 5G 스몰셀 칩셋업체인 퀄컴과의 공동연구를 통하여 퀄컴의 5G 스몰셀 RAN 플랫폼에서 최고 성능 달성
- (mmWave 5G 스몰셀 SW기술은 세계 최고기관에 근접한 수준) 28GHz 대역의 5G NSA스몰셀 SW는 세계최고기관에 근접한 수준으로 파악됨.

**기술수준 공인 성과**

- 5G 스몰셀에 대한 기술수준을 공인하는 기관은 없으며, 2021년 11월 8일에 이동통신 사업자는 SK텔레콤을 포함하여, 퀄컴, 유캐스트, 한화시스템, IITP를 초청한 기술시연회를 통하여 기술의 완결성 홍보



- 5G 스몰셀 기지국 소프트웨어 개발과 관련된 언론홍보
  - (2020.10) mmWave 5G NSA 스몰셀 기술개발성공과 이를 활용한 학교서비스언론 홍보 (KBS, MBC, YTN 등의 매체에 소개)
  - (2021.11) 5G SA 스몰셀 기지국 SW 국산화에 대한 언론홍보



<2020.10. MBC 뉴스>



<2020.10. KBS뉴스>

**Aju Business Daily**

ECONOMY ENTERTAINMENT IT SOUTH KOREA NORTH KOREA WORLD SPORTS LIFESTYLE

Home > article

**Researchers develop 5G-based standalone small cell software for ultra-fast data transfer**

Seoul, South Korea (www.watchtopajunews.com) | Posted: November 25, 2021, 11:25 | Updated: November 25, 2021, 11:25

[Courtesy of ETRI]

SEOUL — South Korean researchers have developed software for standalone 5G small cells, which are low-powered radio access network nodes designed to provide

구석구석 닿는 5G...ETRI, 5G SA 스몰셀 SW 개발 성공

이영기 기자 입력 2021.11.25 10:00

퀵커뮤니케이션 ETRI SW 탑재, 스몰셀 장비 국산화 기여

[아이뉴스24 김은기 기자] 국내 연구진이 소형 기지국에서 LTE 도움 없이도 5G를 구현할 수 있는 기술을 개발했다.

ETRI 연구진이 개발한 스몰셀용 SW를 통한 5G RAN 환경에서 적용해 5G 단독모드(SA) 통신을 시연하고 있는 모습 (사진=ETRI)

한국전자통신연구원(ETRI)은 25일 5G SA 스몰셀(Small Cell) 소프트웨어(SW) 기술을 개발했다고 발표했다. 이 기술을 활용하면 건물 내부, 인구 밀집 지역, 울영 지역 등에서 5G 기술만으로 접속이 가능하다. 트래픽을 분산하며 체감 통신 속도를 높이고 다양한 서비스를 제공할 수 있다. 5G 서비스는 4G와 5G를 같이 쓰는 비단독모드(NSA)와 5G만을 쓰는 단독모드(SA)로 구분된다.

#### 4. 성과의 활용도 및 파급효과

##### 경제 활성화 효과

##### 기업 경쟁력 향상

- 외산에 의존하던 5G 스몰셀 소프트웨어 국산화로 5G 스몰셀 제품 생산시 발생하는 해외 경상기술료를 절감할 수 있고, 국내 기업(대,중소/중견기업)의 5G 스몰셀 기지국 기술내재화에 따른 국내 기업 경쟁력 향상 기대 : 중소기업에서는 ETRI 결과물을 활용하여 KT시범망에 적용시험중이며, MWC-America에서 많은 미국기업들의 관심을 받아 5G 스몰셀에 대한 기술 계약 논의 중인 단계
- 5G 특화망 주파수의 할당, 28GHz 대역의 사용이 용이한 5G 스몰셀에 대한 관심이 커지고 있으며 ETRI에서 개발한 5G 스몰셀 소프트웨어는 5G 스몰셀 칩셋으로는 전세계적으로 유일한 퀄컴의 칩에서 5G 상용단말과의 접속시험을 완료한 상태로 5G 스마트공장, 공항, 학교, 군, 재난망등의 다양한 융합시장에 바로 활용 가능
- LG 전자에서 5G 스몰셀용 퀄컴칩에서 활용가능한 스몰셀 SW기술에 관심을 갖고 있으며, 현재 기업내 기술내재화를 위한 기술 문의 및 기술이전 협의 중

##### 산업 경쟁력 향상

- 5G 스몰셀 단독모드 (SA)소프트웨어 기술의 확보로 5G 음영지역, 인빌딩, 교외등의 지역에서 상용 이동통신망 서비스용으로 활용이 가능하며 5G 특화망 주파수를 활용한 다양한 5G 융합 시장에 활용 가능 : 공동연구기관인 한화시스템에서는 5G 스몰셀 소프트웨어 기술을 활용한 이동형 기지국을 군에 제안 중
- 밀리미터파 대역을 지원하는 5G 스몰셀은 우리나라에서 아직 상용화되지 않은 초고속

서비스가 가능한 28GHz 대역 이동통신 서비스를 제공하기 위한 목적으로 활용가능하며, 본 개발 결과물이 전 세계적으로 하나인 이동통신 기술표준을 따르고 있어서 글로벌 시장 진출 가능

**경제적 파급효과**

○ (파급효과 전망)

- 스몰셀은 2022년부터 상용망을 구축하여 2026년 84억달러까지 증가할 전망으로 이중 40%인 33억달러는 5G 스몰셀로 구축될 전망 (ETRI 기술정책연구본부 분석)
- 5G SA 스몰셀 기지국은 5G 특화망에 활용가능하며, mmWave 스몰셀 기지국은 인빌딩, 밀집지역등에서 28GHz 대역을 통한 초고속 서비스제공에 기여
- 외산을 대체하여 국내 중소/중견기업의 가격경쟁력 및 기술경쟁력 향상으로 인한 산업활성화 기대

**국가사회적 파급효과**

○ 해결해야 할 국가사회문제

- 우리나라가 세계 최초 5G 상용화를 했지만, 사용자의 초고속 서비스를 위한 28GHz는 상용화되지 않고 있는 실정으로 5G 스몰셀 기술의 국산화는 사용자에게 높은 데이터 전송률 제공이 가능할 것으로 기대
- 5G 장비산업은 초고속 데이터 서비스를 제공하는 핵심기술로 향후 도래하는 미래 서비스 (메타버스, 인공지능)의 기반기술 국산화를 통하여 우리나라 이동통신 장비 보안, 안정성 확보가 용이

○ 성과에서 개발된 기술적 솔루션

- 5G NR 단독모드 (SA)스몰셀 기지국 통신 소프트웨어 및 28GHz 대역의 5G 스몰셀 국산화로 중소기업에 의한 5G 장비 생산기회 확산 및 글로벌 업체인 퀄컴과의 협업을 통하여 이루어진 성과로 인한 글로벌 시장 확대 기대

○ 국가사회적 파급효과

- 5G 사용자에게 더 높은 용량의 데이터 서비스 제공이 가능하며, 다양한 5G Use Case 서비스도 제공이 가능.
- 5G 특화망 구축에 국내 기술을 사용할 수 있어서 안정성, 보안성 확보 가능

## [별첨] 정량적 성과

### 가. SCI 논문 게재

번호	논문명	학술지명	주저자명	국명	발행기관	SCI 여부 (SCI/비SCI)	게재일	등록번호
1	Performance_Analysis_of_Simultaneous_Collision-Free_Duplexing_Method_in_Point-to-Multipoint_Environment	IEEE COMMUNICATIONS LETTERS	Nam-I Kim	US	IEEE	SCI	2021.09	
2	Multi-agent Q-learning based cell breathing considering SBS collaboration for maximizing energy efficiency in B5G heterogeneous networks	ICT Express	Howon Lee	KR	KICS	SCI	2021.09.22	
3	On the effect of shadowing correlation and pilot assignment on hybrid precoding performance for cell-free mmWave massive MIMO UDN system	ICT Express	Seung-Eun Hong	KR	KICS	SCI	2021.03	
4	Distributed Precoding Using Local CSIT for MU-MIMO Heterogeneous Cellular Networks	IEEE Transactions on Communications	Deokhwan Han	US	IEEE	SCI	2021.03	
5	Energy-Efficient Millimeter-Wave Cell-Free Systems Under Limited Feedback	IEEE Transactions on Communications	Seungnyun Kim	US	IEEE	SCI	2021.06	
6	On the Capacity Regions of Cloud Radio Access Networks With Limited Orthogonal Fronthaul	IEEE Transactions on Information Theory	Shouvik Ganguly	US	IEEE	SCI	2021.05	
7	Deep Learning Methods for Joint Optimization of Beamforming and Fronthaul Quantization in Cloud Radio Access Networks	IEEE Wireless Communications Letters	Daesung Yu	US	IEEE	SCI	2021.10	
8	Base Station Coordination Scheme for Multi-tier Ultra-dense Networks	IEEE Transactions on Wireless Communications	Sudarshan Mukherjee	US	IEEE	SCI	2021.09	

### 나. 국제표준특허

번호	표준명	표준화 기구	특허명	최초 출원일	출원국
1	3GPP Rel-16 NR	3GPP RAN2	이동통신 시스템에서 단말장치의 저전력 소모 동작 방법 및 절차	2019.4.16	한국, 미국

### 다. 국제표준기고서

번호	표준명	표준화 기구	기고서명	발표일	승인등급
1	3GPP Rel-17 NR	3GPP RAN2	R2-2101466 CG resource release for SDT	2021.1.25	
2	3GPP Rel-17 NR	3GPP RAN2	R2-2103257 Handling of non-SDT data during SDT	2021.4.12	

### 라. 기술이전

번호	기술 실시 계약명	기술 실시 대상 기관	기술 실시 발생일	기술료 (착수기본료, 백만원)	누적 징수 현황
1	3GPP Rel.15 5G NR NSA 스몰셀 기지국 SW 기술	콘텔라(주)	2021.03.30	264	
2	3GPP Rel.15 5G NR NSA 스몰셀 기지국 SW 기술	(주)유캐스트	2021.05.07	440	
3	3GPP Rel.15 5G NR SA 스몰셀 기지국 SW 기술	(주)유캐스트	2021.11.30.	220	