

해외 주요국의 Private 5G 도입 동향

Research on the Trend in Private 5G Introduction in a Foreign Country

민대홍 (Dae Hong Min, dhmin@etri.re.kr)

산업제도연구실 선임연구원

신용희 (Yong Hee Shin, syong@etri.re.kr)

산업제도연구실 책임연구원

안지영 (Jee Young Ahn, ajy@etri.re.kr)

산업제도연구실 선임기술원

ABSTRACT

Fifth-generation (5G) wireless communication supports low latency of up to 1 ms or less, 20 Gbps of data rate, and more than 1 million connections. With these technical advantages, machines and equipment can be precisely adjusted, allowing 5G to be applied to industrial applications. To expand the industrial application of 5G wireless communications, major countries have introduced dedicated 5G, allowing specific companies to build and use 5G directly. Germany, UK, and Japan allocate 100 MHz, 416 MHz, and 1,200 MHz, respectively, of bandwidth dedicated to 5G. Companies with local licenses from the government are expected to accelerate the application of 5G at a low cost and low-frequency range. Therefore, Korea should introduce private 5G to foster 5G-related industrial ecosystems and successfully implement the fourth industrial revolution.

KEYWORDS 5G, private 5G, local 5G, 사설 5G, 주파수 할당

1. 서론

최근 통신 분야에서 가장 큰 화두는 여러 주요 국가들이 도입을 서두르고 있는 5G 통신이라 할 것이다. 5세대 이동통신인 5G 통신은 기술의 진화를 거듭하면서 초고속(최대 20Gbps), 초저지연(최대 1ms), 초연결(최대 100만 개의 연결) 서비스 제공이 가능하게 되었고, 그 결과 5G 통신을 이용해 기계·로봇, 디바이스, 액츄에이터(Actuator) 등

을 실시간으로 신속하고 정밀하게 제어할 수 있게 되면서 산업 용도로의 활용이 가능하게 되었다. 더욱이, 전 세계가 Industry 4.0으로 대표되는 산업의 지능화를 추진하면서 스마트공장, 자율주행 자동차나 자율비행 드론과 같은 자율이동체, 스마트시티, 스마트항구 등을 구현함에 있어 5G 통신을 이용하고자 하는 노력이 증가하고 있다. 미래 비즈니스 혁신을 위해 5G 통신을 적극 활용하고자 하는 기업의 노력은 미래 산업의 핵심 인

* DOI: <https://doi.org/10.22648/ETRI.2020.J.350513>

* 본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 정보통신방송 연구개발 사업의 일환으로 수행하였음[2017-0-00045, 초연결 지능 인프라 원천기술 연구개발].



본 저작물은 공공누리 제4유형

출처표시+상업적이용금지+변경금지 조건에 따라 이용할 수 있습니다.

©2020 한국전자통신연구원

프라 중 하나인 5G 인프라의 자체 보유·운영하고자 하는 니즈로 발전하였고, 이로부터 private 5G라는 개념이 탄생하게 되었다. 미래 산업의 주도권을 위해 산업 지능화를 추진하고 있는 주요 국가들은 이러한 시장의 요구를 수용하여 MNO가 제공하는 public 5G 외에 private 5G를 제도화하고 있다. 이에 본 고에서는 private 5G를 도입한 주요국의 사례를 살펴보고자 한다.

II. Private 5G의 개념과 유형

1. Private 5G 개념

Private 5G란 5G 기술과 여타의 통신기술 및 시스템이 통합되어 특정 구역 내에서 최적화된 서비스 및 안전한 통신을 보장하는 5G 기술 기반의 LAN(Local Area Network)으로, private wireless network의 일종이다. 기업이나 대학 등 특정 주체가 5G 네트워크를 직접 구축하거나 MNO(Mobile Network Operator)의 설비를 이용하여 자신들만 사용할 수 있는 배타적 목적의 사설 네트워크로, MNO들이 전 국민을 대상으로 서비스하며 누구나 사용이 가능한 public 5G와는 상반되는 개념이다. 이러한 private 5G는 local 5G, 5G LAN(Local Area Network), enterprise 5G, non-public 5G 등 다양한 용어로 사용되기도 한다.

Private 5G 네트워크는 public 5G와 마찬가지로 주파수, 무선 액세스망(RAN: Radio Access Network), 백홀(Backhaul), 코어망(Core network)으로 구성된다.

주파수는 각종 기기와 디바이스를 무선으로 연결하는 매개체로, private 5G 운용자는 대가를 지불하고 국가로부터 할당받아 사용하는 면허 대역을 이용하거나, 이용은 자유롭지만 여러 이용자와 대역을 공유하여 사용하는 비면허/공유 대역을 이용

할 수도 있다.

무선 액세스망은 기기나 디바이스가 private 5G에 접속할 수 있도록 디바이스와 주파수를 통해 연결되는 네트워크로 기지국 및 중계기 등의 설비가 이에 해당한다. 무선 액세스망은 private 5G 구성 시 커버리지 면적에 따라 투자비 및 운용비용이 증가하기 때문에 private 5G의 비용의 상당 부분을 무선 액세스 부문이 차지하게 된다.

코어망은 private 5G 커버리지 구역 내 혹은 외부 망으로부터의 신호를 교환 및 전송해 주는 역할을 하게 되며, 백홀은 이러한 코어망과 무선 액세스망을 연결하기 위한 설비를 의미한다.

2. Private 5G의 특징

Private 5G는 특정 구역 내에서 네트워크를 구성하는 LAN과 같은 기능을 담당하지만, 다음과 같은 기술적 차이점 및 특징을 가지고 있다.

- 이동성: 유선기반의 이더넷 장비를 도입하지 않고도 많은 소형 디바이스 및 장치를 무선 연결할 수 있어 네트워크와 연결할 설비의 배치가 자유롭다.
- 초저지연·광대역: 밀리미터파 기반의 초저지연 및 광대역 서비스를 제공하는 public 5G과 동일한 서비스 특성을 가지므로 초정밀 제어와 방대한 자료 전송이 가능하다.
- 네트워크 슬라이싱: 5G에서 사용되는 네트워크 슬라이싱 기술을 사용하여 이용자의 요구와 용도에 맞는 다양한(논리적) 네트워크를 생성할 수 있다.
- 커스터마이징: private 5G provisioning은 네트워크 소유 기업/기관이 수행하므로, 보안 정책뿐만 아니라 다양한 리소스의 할당 및 트래픽 처리 우선순위 등과 네트워크 정책을

자체적으로 결정하여 운용할 수 있다.

- 높은 신뢰성: private 5G는 외부망과 분리되어 있어 public 5G의 장애 시에도 생존성을 높일 수 있으며, private 5G 장애 시에는 public 5G로의 우회 접속을 통해 장애를 최소화할 수 있다. 또한 자체 보안정책의 수립 및 데이터 로컬 저장으로 데이터 보호에 유리하다.

3. Private 5G 전개모델

ACIA(5G Alliance for Connected Industries and Automation)는 private 5G를 네트워크 자체 구축 수준 및 MNO와의 공유 정도에 따라 4가지 유형으로 구분하고 있다[1].

가. 독립형 전개 모델(Deployment as isolated network)

Public network와는 독립적인 5G 기지국과 5G 핵심설비(게이트웨이, 이용자 DB 등)를 자체 구축하는 형태로, private 5G가 커버하는 지리적 범위 내 모든 5G 네트워크 기능을 public network와 분리되어 자체 제공한다. 따라서 private 5G 내 가입자(단말기) 식별 및 인증을 위해 자체 운영하게 되며, public network와의 연동을 위해서는 MNO와의 로밍(roaming) 협정이 필요하다.

나. 무선 액세스 공유 모델(Deployment with shared RAN)

Private 5G RAN 장비를 public network를 운용하는 MNO와 공유하는 방식이며, private 5G 이용자들만 접근할 수 있는 기지국을 추가 구성하는 옵션의 선택도 가능하다. 이때 공유하는 RAN 장비는 MNO가 구축한 장비를 사용하는 경우가 대부분

이며, RAN 장비를 제외한 네트워크 요소는 private 5G 네트워크 운영자가 자체 구축하여 운용하게 된다. 독립형 전개 모델과 마찬가지로 별도의 식별 체계(번호체계)를 필요로 하며, public 5G와의 연동을 위한 로밍 협정은 일반적으로 RAN을 공유하는 MNO와 체결하게 된다.

다. 무선 액세스 및 제어부 공유 모델 (Deployment with shared RAN & control plane)

기지국 공유 모델의 RAN뿐만 아니라 네트워크 제어부(control plane)도 MNO와 공유하여 private 5G를 제어하는 방식으로, private 5G 운영자는 특정 구역 내 게이트웨이와 service platform만 자체 구축하게 된다. 이 경우, 가입자 DB는 public network를 운용하는 MNO의 DB에 함께 저장되어 가입자를 식별하므로 가입자 DB를 공유하는 MNO와 협정이 필수적이다.

‘무선 액세스 및 제어부 공유 모델’은 MNO가 실질적인 네트워크의 제어를 수행하기 때문에 private network 운영자의 독립적 운영권이나 통제권은 낮아질 수밖에 없다.

이 방식은 슬라이싱 기술을 이용하여 단일 물리 네트워크를 2개의 논리적 네트워크(public network와 private network)로 분리하여 전개된다.

라. 이동통신사 호스팅 방식(NPN deployed by public network)

private 5G 운용 구역 내에서 발생하는 모든 5G 트래픽을 외부의 공중망 사업자에게 전송한 후, private 5G 트래픽은 private 5G 운용자에게 보내는 방식이다. 따라서 실질적으로는 특정 기업이나 조직이 MNO를 통해 5G 서비스를 이용하는 것과는 큰 차이가 없다.

III. 주요국의 Private 5G 동향

1. 독일의 동향

가. 정책 동향

독일의 연방통신청인 Bundesnetzagentur(BNetzA)는 MNO가 할당받은 2GHz 및 3.6GHz 대역을 이용한 5G 서비스 이외에 수요자의 필요에 따라 지역(local) 단위로 5G를 사용할 수 있도록 로컬 면허제를 도입하였다. 이를 위해 2019년 2월 초안을 발표, 6월까지 관련 산업계의 의견을 청취하여 정책 확정 후 2019년 11월부터 신청을 받아 제도를 운용하고 있다.

현재 독일 내 상업용 5G 서비스를 위해 사용되는 주파수 대역은 1,920~1,980MHz 대역, 2,110~2,170MHz 대역, 3.4~3.7GHz 대역으로 나뉘어져 있으며, MNO 사업자별로 70~130MHz 폭이 할당되어 있다. 하지만, BNetzA는 다양한 비즈니스 모델 및 시장의 요구사항을 고려하여 상업용으로 할당된 대역 이외에 3.7~3.8GHz 대역을 그림 1과 같이 로컬 면허용으로 분배하였다[2]. 이를 통해 산업 자동화, Industry 4.0 관련 산업, 농업 및 임업 등 다양한 산업에서의 5G 활용 증대를 기대하고 있다.

독일에서의 로컬 주파수 대역에 대한 면허신청은 10MHz 대역폭 단위로 신청할 수 있으며, 해당 주파수 사용자는 기술 호환성을 유지하면서 인근의 기존 주파수 사용자의 전파사용에 간섭을 주지 않도록 규정하고 있다. 따라서 5G용 로컬 면허 신청자는 설비를 설치한 후에 독일 전문기관으로부터 기지국에서 발신하는 전파에 대한 계속 시험을 받아 통과해야 한다. 한편, 타 국가와 인접한 국경 지역에서는 인접국에 대한 주파수 간섭 문제로 정부가 이를 제한할 수 있다. BNetzA는 주파수 사용의 효율성을 높이기 위해 ‘use it or lose it’ 원칙을 적

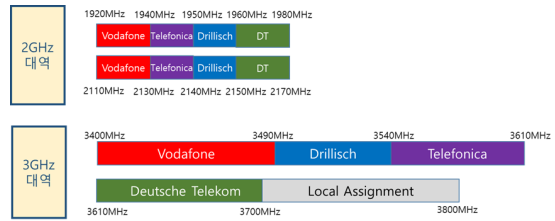


그림 1 독일의 5G용 주파수 할당 현황

용하고 있는데, 로컬 면허를 받고 1년 이내에 사용하지 않는 경우 해당 면허를 취소하게 된다. 만일, 관련 정부 당국의 허가 지연과 같이 면허를 받은 자의 귀책사유가 아닌 한 1년 내 주파수를 사용하지 않을 경우, 해당 주파수 면허는 회수하고 다른 신청자에게 면허를 발급하여 사용케 한다. 로컬 면허를 신청할 수 있는 자는 해당 주파수를 사용할 지역의 토지 소유주 혹은 동등한 토지 사용권리를 가진 자로 규정하고 있으며, 면허는 최대 10년까지 사용할 수 있다.

로컬 면허 획득에 따른 면허료는 사용하는 주파수의 대역폭, 신청한 면허 사용 기간, 전파를 할당 받아 사용하고자 하는 지역의 토지면적에 따라 결정되는 구조를 가지며, 다음의 산식을 따른다[3].

$$\text{면허료(€)} = 1000 + B \times t \times 5 \times (6a1 + a2)$$

- 1000: 기본 수수료
- B: 10MHz 단위의 대역폭(10~100)
- t: 사용 기간
- a: 주거 및 교통 지역(a1)과 기타 지역(a2)으로 구분한 km² 단위 면적

표 1 독일의 로컬 5G용 주파수 면허료 산정 예시

	대역폭 (MHz)	사용 연수	사용신청 면적 (km ²)		면허료
			a1	a2	
Case1	50	2	0.5	2	1000+50×2×5×(6×0.5+2) = €3,500
Case2	80	10	2	-	1000+80×10×5×(6×2) = €49,000
Case3	80	10	-	5	1000+80×10×5×5 = €21,000

독일의 주파수 면허료 산정 예시는 표 1[4]과 같다.

한편, BnetzA는 2019년 8월 26GHz 대역(24.25~27.5GHz)에 대해서도 private 5G 용도로 활용하려는 정책 초안을 공개하였다[5]. 초안에 따르면 26GHz 대역 중에서 하위대역(24.25~26.5GHz)은 FWA(Fixed Wireless Access) 혹은 모바일 광대역 서비스용으로, 상위대역(26.5~27.5GHz)은 산업 응용을 염두에 두고 있다. 로컬 면허 신청자의 자격이나 면허 사용기간, 주파수 간섭 최소화에 대한 규정은 3.7~3.8GHz 대역의 조건과 동일하게 규정하고 있다. BNetzA는 2020년 2월까지 26GHz 대역의 로컬 면허 제도 도입에 대한 각계의 의견 접수를 마무리하고, 현재 해당 의견을 평가 중에 있어 조만간 26GHz 대역의 로컬 면허 사용에 대한 최종 결정이 내려질 전망이다.

독일은 유럽 내에서 최초로 private 5G를 제도화하고 이를 위한 주파수 대역을 배분하는 정책을 실시하지만 이에 대한 반발도 상당하였다. 대표적으로 유럽 MNO 중 하나인 Orange의 반발을 들 수 있는데, Orange는 5G 서비스의 성장으로 향후 5G용 주파수가 부족할 것으로 예상되는 상황에서 한정자원인 주파수를 private 5G용으로 배분하면 향후 MNO 간 주파수 확보를 위한 경쟁이 심화될 것이고, 또한 주파수 부족으로 MNO를 이용해 5G를 도입할 소규모 기업들이 피해를 입을 것이라 주장하였다[6]. 상당수의 독일 MNO들이 이러한 Orange의 의견에 동조하기도 하였다. 하지만, 독일은 2019년 11월부터 5G를 위한 로컬 면허신청을 접수하기 시작하였고, Mercedes-Benz, Siemens, Bosch 등 주요 기업이 신청하여 로컬 면허를 획득하였다. 이들 로컬 면허를 받은 업체들은 MNO와 협업의 형태로 private 5G를 구축하면서 독일 내 MNO의 반발은 완화된 상황이다.

나. 산업 동향

독일 private 5G를 위한 주파수를 분배를 일찍 결정하면서 산업계에서의 private 5G 도입은 활발하게 이루어지고 있으며, MNO들도 새롭게 열린 private 5G 시장에 뛰어들어든 상태이다. DT(Deutsche Telekom)는 5G ACIA의 Shared RAN 시나리오에 따르는 'Campus Network 솔루션'을 출시하여 기업의 Private 5G 수요에 대응하고 있다. DT의 솔루션은 수요기업의 규모에 따라 대기업용의 'Campus Network L', 중간 규모 기업용의 'Campus Network M', 소규모 기업용 'Campus Network S'를 출시하였다. 이들 솔루션은 private용 슬라이싱과 public용 슬라이싱을 형성하여 기업의 private 5G를 지원하는데, 구역 내에서는 private 슬라이싱을, private 구역을 벗어나는 경우에는 public 슬라이싱을 통해 고객 기업을 전역적으로 지원한다. DT는 campus network 솔루션을 지원하기 위해 7개社¹⁾와 파트너십을 체결하고 시장을 확대하고 있다[7].

Telefonica와 Vodafone 역시 private 5G를 위한 솔루션을 출시하면서 다양한 프로젝트를 진행 중에 있다. Telefonica는 Ericsson과의 협력하여 Cloud 솔루션 플랫폼인 UNICA를 기반으로 Core 기능을 제공하고, 기존 LTE 기술 기반의 무선 솔루션을 제공함으로써 대응하고 있다. Vodafone은 기존 제공하던 LTE 기반의 private mobile solution을 5G 기술과 접목하여 private 5G 솔루션으로 개선한 상태이다[8].

이들 주요 MNO들이 독일에서 추진 중인 private 5G 관련 프로젝트는 표 2와 같다.

1) Ericsson(네트워크 장비), EK Automation(Automated Guided Vehicle), Endress+Hauser(connected sensor), dynabook(AR 스마트 안경), Cradlepoint(산업용 무선 라우터), InSystem Automation(Automated Guided Vehicle), RealWare(AR 스마트 안경)

표 2 독일 주요 MNO의 private 5G 프로젝트 추진 현황[7-9]

MNO	고객 기업	주요 내용
DT	BASF	<ul style="list-style-type: none"> Rhineland-Palatinate 州的 Ludwigshafen에 있는 10km² 면적의 대규모 BASF 생산시설에 1,000개의 생산 클러스터와 수천 개의 개별 생산라인을 커버할 수 있도록 site에 5G기술을 적용하는 프로젝트 추진 BASF는 상기 생산시설에 LTE기반의 private network를 운영하고 있으나 저지연과 네트워크 슬라이싱이 가능한 5G의 도입을 위해 DT와 파일럿 프로젝트를 진행
Telefonica	Mercedes-Benz	<ul style="list-style-type: none"> Telefonica는 Ericsson과 함께 Sindelfingen에 있는 Mercedes-Benz의 'Factory 56'(면적 20,000m²)을 Private 5G 기반으로 생산시스템과 기계를 안전하게 연결하고 공장의 모든 생산라인을 지능화하는 프로젝트 추진
Vodafone	e.Go Lufthansa	<ul style="list-style-type: none"> (e.Go) 전기차 제작사인 e.Go의 Factory1(면적 8,500m²)을 대상으로, Ericsson과 함께 36개의 안테나로 기가비트 무선 전송을 지원하는 5G기반 Industry 4.0 공장 구성을 목표로 진행 (Lufthansa) 독일 함부르크 공항의 Lufthansa 항공사 격납고(면적 8,500m²)에 AR/VR을 기반으로 객실 설계와 항공기 유지 보수 등을 수행할 Private 5G 프로젝트를 2020년에 진행

2. 영국의 동향

가. 정책 동향

영국의 규제기관인 Ofcom은 5G 서비스가 영국의 모바일 브로드밴드 서비스를 확산시키는 주요 계기가 될 것으로 판단하여 5G 서비스 수요자의 요구에 부합하기 위한 추가 주파수를 발굴하기 위한 노력을 지속하였다. 이에 Ofcom은 영국 내 새로운 주파수를 발굴하고 이를 private 5G용으로 분배하려는 계획을 2018년 12월 'Enabling opportunity for innovation'이라는 제목의 자문 질의서(consultation report)를 통해 공표하고, 2019년 4월까지 주요 이해관계자들로부터 의견을 수렴한 후 동년 12월에 기존 자문질의서 내용을 주요 골자로 한 최종안을 확정지었다.

Ofcom은 5G용 자문질의서에서는 5G용으로 유희주파수 대역의 발굴로 (1) 무선으로 자동화 및 로봇제어가 가능하고 산업용 IoT 응용에 사용될 수 있는 저지연의 private network의 확보, (2) 유선 기반의 광대역 서비스 제공이 어려운 농어촌 지역(rural area)에 광대역(broadband) 서비스에 사용할 수 있는 FWA용 주파수 확보, (3) 도심 및 농어촌 지역

의 옥내외 커버리지를 제공하는 3rd party의 등장으로 인한 모바일 커버리지 확대라는 세 가지 정책목표의 달성이 가능하리라 기대하고 있다. 그리고 통신사업자용으로 할당된 3.4~3.8GHz 대역 이외에 5G 통신용으로 사용할 수 있는 3개의 주파수 대역(1.8GHz 대역, 2.3GHz 대역, 3.8~4.2GHz 대역)을 공용 주파수 대역(shared access band)으로 정하고, 배정한다는 계획을 담고 있으며, 영국 내 주파수 환경에 따라 이들 주파수 대역별 이용권고안을 다음과 같이 마련하였다[10](표 3 참조).

- 3.8~4.2GHz의 대역: 현재 영국 내 위성통신

표 3 영국 Ofcom의 5G 공용주파수 대역별 이용 권고안

	3.8~4.2GHz	2.3GHz	1.8GHz
Private network	√	√	√ (narrowband)
Mobile coverage (rural)	×	certain location*	√
Mobile coverage (indoor)	×	√	√
Fixed Wireles Access	√	×	×

* 전파 간섭으로 인해 특정 농어촌 지역만 가능

출처 Ofcom, "Enabling access to spectrum supporting for innovation," 2018. 12.

기지국용 주파수 대역, 고정 통신용 및 UK Broadband 社의 wireless application 용도로 사용되고 있는데, Ofcom은 농어촌 지역의 고정형 무선 광대역서비스(FWA)와 산업용 Private network 용도로의 사용을 권고

- 2.3GHz 대역: 해당 대역은 영국 국방성(MOD: Ministry Of Defense)이 사용하고 있는 2,390~2,400MHz 대역으로, 영국 내 2G/4G 이동통신에서 사용하고 있는 주파수 대역과 인접. Ofcom은 1,800MHz 대역과 유사한 용도의 사용을 권고
- 1.8GHz 대역: 기존 CSA(Concurrent Spectrum Access)용으로 12개 기관이 사용하고 있던 공용 주파수 대역으로 가용 대역폭은 총 6.6MHz 대역폭(1,781.7~1,785MHz 대역과 pair를 이루는 1,876.7~1,880MHz). Ofcom은 대역폭이 크지 않은 점을 감안하여 농어촌 지역 및 제한된 옥내·외 지역의 커버리지 확보를 통한 음성, 텍스트 및 IoT 신호 정보 송수신 등 협대역용 통신 용도에 적합함을 권고

영국의 shared access는 기본적으로 주파수를 공유하는 제도로서, 기존에 이미 주파수를 사용자에게 전파간섭을 일으키지 않고 사업에 악영향을 주지 않는 범위 내에서 특정 지역에서 유희 주파수 대역을 공동 사용할 수 있게 하는 제도이다. Ofcom은 기존 주파수 사용자의 사업에 대한 영향 최소화를 평가하기 위해 shared access band 내 신청이 있는 경우, 해당 대역 내 기존 주파수 사용자에게 3년 내 주파수 사용계획을 질의하고 사용계획이 없으면 신청자에게 최소 3년간 공용 주파수 대역 사용에 대한 로컬 면허를 부여한다.

공용 주파수 대역은 원래 Ofcom이 주파수 사용

에 대해 크게 관여하지 않고 주파수 이용자들이 주파수 혼선방지 등과 같은 자율적인 준수규정을 지키면 사용에 제약이 없었으나, Ofcom은 이러한 기존의 정책 기조를 바꾸어 Ofcom이 직접 공용 주파수 대역의 사용을 승인하고 특정 지역 단위로 면허를 발급하는 체제로 변경하기로 한 것이다.

이들 공용 주파수 대역은 통신사업자들에게 주파수 할당 시 적용한 경매방식을 채택하지 않고, Ofcom이 개별 신청건을 승인하면 주파수 사용 신청자가 소정의 면허료(License Fee)를 납부하고 주파수 이용할 수 있게 하고 있다. 면허료는 원가를 기반으로 Ofcom이 주파수 관리에 소요되는 비용을 충당하는 선에서 결정되었으며, 그 내용은 표 4[10]와 같다.

영국은 로컬면허 신청을 받기 시작한 2020년 4월 현재 9곳으로부터 5G 로컬 면허 신청을 접수하였는데, Vodafone이 주파수를 가지고 무선 브로드밴드 서비스를 제공하던 Dorset 지역 한 곳에 대해서 로컬 면허가 승인되었다. 하지만 4곳은 주파수 간섭의 문제로 면허가 발급되지 않았으며, 나머지 4곳은 평가 중에 있는 것으로 알려져 있다 [10].

표 4 영국의 5G 공용주파수 대역별 면허료

대역	가용 대역폭	면허료(연간)	비고
1.8GHz 대역	2×3.3MHz (1,781.7~1,785MHz / 1,876.7~1,880MHz)	반경 50m당 £80 (2×3.3MHz, 면적단위)	저출력 (기지국 기준 24dBm 이하)
2.3GHz 대역	10MHz (2,390~2,400MHz)	10MHz 대역폭당 £80 (기지국 단위)	중출력 (기지국 기준 42dBm 이하)
3.8~4.2GHz 대역	400MHz (3.8~4.2GHz)		

나. 산업 동향

영국에서는 아직 로컬 면허 승인이 많지 않은 상황에서 제한적인 산업활동만이 감지되고 있다. 대표적으로 MNO인 BT(British Telecom)이 영국의 5G 테스트 베드인 W5G(Worcestershire 5G Test bed)와 영국 최초의 5G 공장 구축을 위한 프로젝트에 참여하고 있다. BT는 5G private network, wearable device, IoT, 데이터 분석 및 모바일 엣지 컴퓨팅 기술을 조합하여 Industry 4.0에 대응하는 완전 자동화 제조 체계를 보유한 스마트공장 실현을 목표로 한다. 해당 프로젝트는 영국 내 엔지니어링 회사인 Worcester Bosch의 자율 로봇을 활용하여 제품 및 재료를 운반하고, private 5G 네트워크를 통해 충돌 감지 센서를 연결함으로써 안전성과 생산성을 높일 수 있을 것으로 기대하고 있다. 해당 스마트공장의 구현은 Ericsson社의 5G private core, RAN(Radio Access Network), WAN(Wide Area Network), Mobile Edge Computing을 통해 private 5G시스템을 구현한다[12].

또 다른 영국 내 MNO인 Vodafone은 영국 Essex에 있는 자동차 회사 Ford의 전기자동차 생산현장에 private 5G 구축에 들어갔다. 해당 사업을 통해 제조 지연을 줄이고 공장 내 설치된 제조 설비들을 연결하는 무선 주파수의 대역폭을 확충할 수 있을 것으로 보인다. 뿐만 아니라 파트너사인 Ford는 보안 및 안전성도 향상되어 생산 효율성을 높일 것으로 기대하고 있다.

3. 일본의 동향

가. 정책 동향

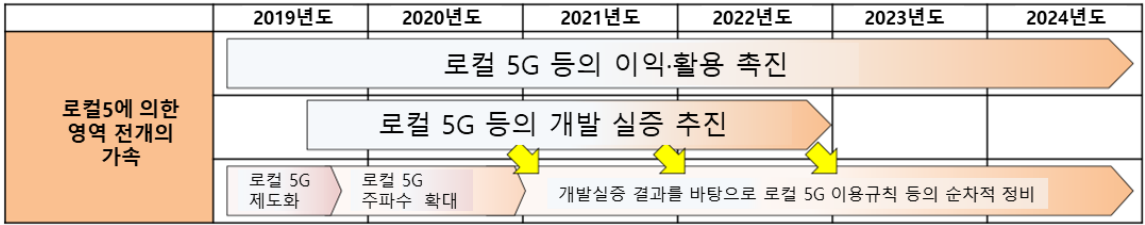
일본은 private 5G를 'local 5G' 혹은 '自營 5G'라 지칭하고 있으며, 로컬 5G를 '지역과 산업의 특정 요구에 따라 지역 기업 및 자치단체 등의 다양

한 주체가 자체 건물이나 구내에 유연하게 구축할 수 있는 5G 시스템'으로 정의하고 있다. 따라서 (1) 5세대 이동통신시스템을 이용할 것, (2) 지역적 local 요구에 따라 소규모 통신환경을 구축할 것, (3) 무선국 면허를 스스로 취득할 수도, 면허 취득한 타인의 시스템을 이용할 수도 있음을 전제로 하고 있다[13].

일본 총무성은 2018년 12월부터 local 5G 검토 작업반을 운영하면서 검토를 시작하였다. 이후 2019년 'ICT 인프라지역 전개 마스터 플랜'에서 5G 활용촉진과 지역 인프라 정비를 도모한다는 계획을 담고 있다. 상기 계획에서는 이동전화 사업자에 의한 5G 전국 지역 정비와 더불어, 다양한 주체가 스스로 면허를 획득하고 해당 영역의 사용목적에 맞게 5G 시스템을 구축할 수 있는 로컬 5G 제도화 도입과 확대를 밝히고 있다[14]. 마스터 플랜에서는 2020년부터 로컬 5G 등의 개발 실증을 실시함과 동시에 실증에 의해 얻어진 insight를 바탕으로 로컬 5G의 활용을 더욱 증진시킨다는 방침이다(그림 2 참조).

일본은 2020년 상반기 5G 상용화를 계획하고 있는 가운데, 2018년부터 local 5G를 검토해 왔다. 이후 2019년 6월 local 5G의 기술적 조건을 정리한 후, 동년 12월에 관련 지침을 책정·공표하였다. 이에 따라 아울러, 정부 차원에서 빠른 5G의 전국 확산을 유도하고 5G 기반 신산업 및 신서비스 창출을 위해 local 5G 주파수 분배를 검토하였다. 이동통신사 이외에도 공장, 오피스, 농장, 건설, 항/항만, 상업시설(백화점 등), 병원 등 일반 기업도 5G를 구축할 수 있도록 제도화된 것이다. 이에 따라 통신사업자에 의한 5G 전국 서비스 이외에 다양한 산업과 지역적 요구에 따라 5G 설비를 설치할 수 있게 된 것이다.

일본은 로컬 5G용으로 분배를 검토하고 있



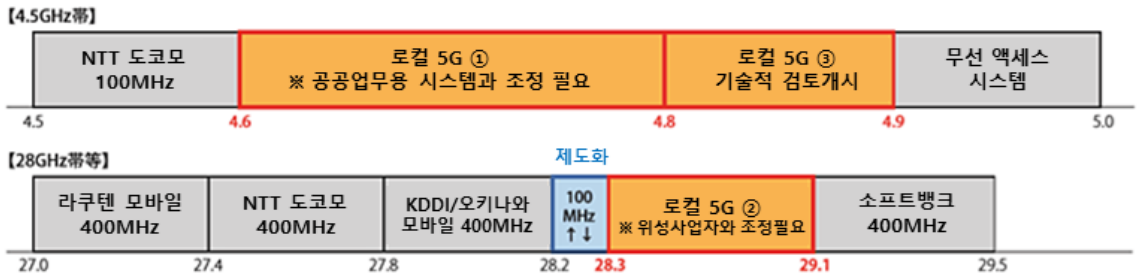
출처 「ICTインフラ地域展開マスタープラン 2.0」(日本 総務省)(HYPERLINK https://www.soumu.go.jp/main_content/000695309.pdf)를 가공하여 만들.

그림 2 일본 local 5G 관련 계획

는 주파수 대역은 총 1,200MHz 폭으로, 4.7GHz 대역(4.6~4.9GHz) 300MHz폭과 28GHz 대역(28.2~29.1GHz) 900MHz폭이다(그림 3 참조). 이들 대역 중에서 28.2~28.3GHz 대역(100MHz 폭)은 2019년 12월 제도화를 통해 로컬 5G용으로 우선 분배되었다. 4.6~4.8GHz 대역과 28.3~29.1GHz 대역은 일본 내에서 다른 기관이나 사업자가 이미 사용하고 있는 주파수 대역이기 때문에 전파 간섭의 문제가 제기되었다. 이에 일본 총무성은 ‘로컬 5G 검토 작업반’을 운영하여 이에 대한 기술적 검토를 실시하고, 그 결과를 올해 7월 27일에 발표하였다[15].

기술적 검토 결과, 공공업무용으로 사용되는

4.6~4.8GHz 대역은 공공업무용 시스템과 무선 간섭의 문제가 발생하기 때문에 건물 옥내용에 한정하여 로컬 면허를 승인하기로 하였다. 옥내용 기지국이라 할지라도 공공업무용 기지국과 간섭 가능성을 배제할 수 없기 때문에, 간섭이 발생하지 않는 지역에서만 면허를 승인키로 하였다. 4.6~4.8GHz 대역의 제약으로 인해 로컬 5G의 유용성이 저하될 것을 우려하여 4.8~4.9GHz 대역도 함께 검토되었다. 4.8~4.9GHz 대역은 항만, 농업, 임업 등 대단위 지역에서의 활용이 필요한 상황에서 장애물에 강하고 더 넓은 영역을 커버할 수 있어, 이를 확보하지 못하는 경우에는 로컬 5G의 유용성이 크게 저하된다고 판단하였다. 따라서



출처 「ローカル5Gの概要」(日本 総務省)(HYPERLINK https://www.soumu.go.jp/main_content/000661550.pdf)를 가공하여 만들.

그림 3 일본의 로컬 5G용 주파수의 할당

4.6~4.8GHz가 실내용으로 허가될 것으로 예상되는 상황에서 옥외용으로 사용될 6GHz 이하 대역의 확보가 불가피하여 4.8~4.9GHz 대역을 로컬 5G용으로 추가 지정하였다. 이 대역을 사용하여 옥외용 기지국을 설치하는 경우, 전파간섭을 도시 단위로 판정할 뿐만 아니라 기지국의 출력 또한 제한하기로 하였다. 만일 허용 간섭 전력을 초과하는 지점에서는 (1) 매크로 셀 기지국은 설치 불가, (2) 소형 셀 기지국은 전파 강도 측정을 통해 승인 여부를 결정하기로 하였다. 단, 매크로 셀 기지국은 통신 사업자가 수 km라는 넓은 지역을 커버하는 데 사용하기 때문에 로컬 5G로 사용될 가능성은 낮다고 판단하였다. 따라서 4.8~4.9GHz 대역은 실질적으로 엄격한 제약 없이 옥외 이용이 가능하며, 실내에서도 유효하다.

28.3~29.1GHz 대역에 대해서는 위성통신 시스템과 간섭조정을 적절히 하여 주파수 공동사용을 할 수 있으나 추가적인 검토가 필요하다는 입장이다.

한편, 로컬 5G 주파수 사용에 대한 연간 이용료는 기지국 및 이동국(단말기) 단위로 부과된다.

나. 산업 동향

일본은 '로컬 5G 정책'을 추진함에 따라 관련 산업계의 활성화가 가시화되고 있는데, 일본은 로컬 5G의 실질적인 전개 주체에 따라 제1유형부터 제3유형까지 세 가지로 시장에서 구분하고 있다.

제1유형은 MNO와 같이 5G 주파수를 할당받아 사업면허를 취득한 업체가 로컬 5G를 구축하고 운영해 주는 형태이다. MNO가 망을 구축하기 때문에 일반적으로 ACIA(5G Alliance for Connected Industries and Automation)의 전개 유형 중 isolated deployment를 제외한 나머지 모델 중심으로 전개되는 것이 일반적이다. 물론, MNO가

isolated deployment 형태로 장비를 구축해 주고 운영은 망 소유자가 직접 행하는 것이 불가능하지는 않으나, 당분간은 일본 정부가 이를 허용하지 않을 방침으로 알려져 있다.

제2유형은 로컬 5G를 구축하고자 하는 기업이나 조직이 직접 장비 제조사로부터 직접 구매하여 구축 및 운영하는 형태로, ACIA의 전개모델 중 isolated deployment 형태의 전개가 주로 제2유형에 해당된다. 따라서 MNO와 협력하여 설비를 공유하는 ACIA의 shared deployment 형태나 MNO hosting 형태의 전개는 어렵다.

제3유형은 로컬 5G 도입 기업이나 조직이 MNO를 제외한 장비 제조사, 유선통신사, SI 업체 등 제3자에게 의뢰하여 구축 및 운영을 대행하는 형태이다. 따라서 제2유형과 마찬가지로 망의 소유 및 운용에 대한 통제권은 망 소유자에게 있으나, 단지 제3자로 하여금 망 구축 및 대행토록 한다는 점에서 차이가 있다. 이로 인해 제3유형은 5G 시장에 새로운 시장 기회를 제공해 준다고 평가하고 있는데, NTT와 같은 유선통신사와 NEC, 교세라, 파나소닉 등 장비제조사들도 5G 생태계에 진입하여 새로운 비즈니스 기회를 창출할 수 있게 되었기 때문이다. 일본 내 주요 통신사 및 장비 제조사들의 일본 로컬 5G시장에 대한 동향은 표 5와 같다.

IV. 결론

5G 통신은 기술의 진화를 통해 기존 무선통신의 지연문제와 속도문제를 해결하여 산업용으로 활용될 수준으로 발전함에 따라, 기존 개인 이용자 중심의 B2C 시장에서 B2B 시장으로 타겟 시장이 확대되고 있다. B2B 시장으로의 확대에 따라 많은 주요 생산설비 및 기기들이 5G를 통해 수많

표 5 일본 주요 로컬 5G 관련 업체 동향

계열	기업	전략 방향	비고
통신사 계열	NTT 동(서)일본	<ul style="list-style-type: none"> IoT, WiFi, LPWA 및 Local 5G 등 Last 1 Mile 유무선 접속 인프라 보유 제4차 산업혁명 대비 및 고령화 문제해결을 위한 농(어)촌 한정 5G 인프라 및 솔루션 구상 도쿄대·도쿄도와 연계하여, 중소기업을 위한 Local 5G 개방형 연구소 추진 	<ul style="list-style-type: none"> NTT 그룹차원에서 자회사들 간 5G에 대한 역할 구분 NTT 동서는 지자체와 중소기업을 대상으로 공공 중심 추진 NTT Com은 대기업 및 적용 Site를 대상으로 시장 중심 추진
	NTT Com	<ul style="list-style-type: none"> NTT Docomo가 커버하지 못하는 영역에 대한 보완적 전개 다단 예지 실증망 구축으로 대기업 대상 로컬 5G 사업 추진 치바현 럭비 연습장에 검증 환경 구축 	
주요 벤더 계열	노키아	<ul style="list-style-type: none"> Local 5G 전용 솔루션(NDAC) 개발 Local 5G를 위한 '장비+SW' 세트 구성하고, '플러그 앤 플레이' 가능 종량제 요금, 유지/보수 및 앱 서비스화 등 다양한 비즈니스 모델 보유 	Public 5G 장비 및 Local 5G에서 자체 구축 고객(제2유형) 대상 라인업 구축
	교세라	<ul style="list-style-type: none"> 일본 로컬 5G 시장 10%를 목표로 4.5GHz 대역 SA 진행 전략 	자체구축고객(제2유형) 대상 SA 솔루션
	파나소닉 NEC 도시바 후지쯔	<ul style="list-style-type: none"> 산업용 로봇, IoT 제품 등을 확장한 로컬 5G 기반 스마트공장 추진 자사 공장 적용에서 비즈니스 모델을 구성하고, 기업 고객 대상 서비스 확대 '장비 제조력 + 솔루션 서비스' 결합 	로컬 5G 장비 개발, 자사 공장 스마트화, 기업고객 대상 결합 서비스 제공
	Abit	<ul style="list-style-type: none"> 5G 글로벌 장비 벤더 대비 저렴한 로컬 5G 솔루션 개발 및 제공 	'제2유형' 고객 대상 솔루션 제공
	Athonet	<ul style="list-style-type: none"> Public 5G, Private 5G 및 클라우드를 결합한 'BubbleCloud' 서비스 제공 	<ul style="list-style-type: none"> 저렴한 CapEx/OpEx 설치 및 구현 용이성
기타 계열	Optage	<ul style="list-style-type: none"> 간사이전력의 통신자회사 4K/8K 영상전송, AR 글라스에 의한 작업지원 	원격지 전력사이트에 대한 자체 사용 목적

출처 각사 홈페이지 및 국내외 언론기사를 참조하여 작성

은 데이터와 정보를 주고받을 수 있게 되어 산업의 혁신과 지능화를 도모할 수 있게 되었다. 5G 통신은 단순한 소비의 영역을 넘어 이제는 미래 산업 경쟁력과 혁신을 주도하는 중요 요소로 작용하게 된 것이다. 주요 국가들은 5G 통신이 잠재력을 높이 평가하여 산업 내 도입과 활용을 촉진하고자 5G 상용화에 발맞추어 private 5G를 도입하고 있는 추세인데, 5G 전개 초기에 겪는 커버리지 부족과 이에 따른 산업용도의 도입 지연을 방지하고 활용과 응용을 통한 산업혁신을 촉진하기 위함이라 볼 수 있다.

우리나라는 세계 최초의 5G 상용화를 시작하여 5G 글로벌 선도국가로 평가받고 있으며, 2019년 발표한 '5G+ 전략'을 통해 5G를 통한 국내 산업의 지능화와 혁신을 추진하고 있다. 하지만, 국내 현실은 5G 커버리지는 일반 개인 이용자들이 서비스하기조차 미흡한 상황으로, 산업에서의 5G 활용은 지연될 수밖에 없는 상황이다. 따라서 국내에도 외국과 같이 조속히 private 5G 도입하고, 동시에 private 5G에 최적화된 경박간소화된 솔루션도 개발함으로써 '글로벌 5G 선도'국가로 나아가기 위한 입지를 더욱 강화해야 할 것이다.

약어 정리

BWA	Broadband Wireless Access
FWA	Fixed Wireless Access
MNO	Mobile Network Operator
RAN	Radio Access Network

참고문헌

- [1] 5G Alliance for Connected Industries and Automation(ACIA), "5G Non-Public Networks for Industrial Scenarios," White Paper, 2019. 7.
- [2] BNetzA, "Spectrum Diagram in the areas 700MHz to 3.8GHz," 2020.
- [3] BNetzA, "Grundlegende Rahmenbedingungen des zukünftigen Antragsverfahrens für den Bereich 3.700MHz-3.800MHz für Anwendungen des drahtlosen Netzzugangs," 2018. 5.
- [4] BNetzA, "Verwaltungsvorschrift für Frequenzuteilungen für lokale Frequenznutzungen im Frequenzbereich 3.700-3.800 MHz," 2019. 11. 19.
- [5] BNetzA, "Entwurf der grundlegenden Rahmenbedingungen für 5G Anwendungen im Bereich 26GHz(24.25-27.5GHz)," 2019. 8.
- [6] LightReading, "German regulator defends 5G industrial plan after Orange attack," 2020. 6. 8.
- [7] www.telcotitans.com/deutsche-telekomwatch/dt-expands-private-5g-partnerships/1702.article
- [8] LightReading, "Eurobitex: Ericsson, Telefónica Fire Up Private 5G Network for Mercedes-Benz," 2019. 6. 27.
- [9] <https://www.vodafone.com/business/news-and-insights/company-news>
- [10] Ofcom, "Enabling access to spectrum supporting for innovation," 2018. 12.
- [11] <https://5g.co.uk/guides/what-is-a-private-5g-network/>
- [12] <https://newsroom.bt.com/bt-accelerates-the-next-phase-of-uks-first-live-5g-private-network-for-industry-40-and-smart-manufacturing/>
- [13] 日本 総務省, "情報通信審議会 情報通信技術分科会 新世代モバイル通信システム委員会報告," 2019.
- [14] 日本 総務省, "ICTインフラ地域展開マスタープラン," 2019.
- [15] Business Network, "ローカル5G制度の最新動向 サブ6の屋外利用可能に," 2020. 7.