

일본의 Local 5G와 지역BWA를 이용한 자가망용 무선 주파수 분배 및 이용계획 분석

Analysis of Radio Frequency Allocation and Utilization Plan for Private Network Using Local 5G and Regional Broadband Wireless Access(BWA) in Japan

박 덕 규 · 김 영 수*

Duk-Kyu Park · Young Soo Kim*

요 약

최근 일본에서는 이동통신사업자에 의한 5G의 전국 서비스를 제공을 시작하였다. 이러한 서비스와 함께 일본 총무성에서는 지역서비스와 다양한 산업 분야의 요구에 따라 다양한 주체가 유연하게 구축하고 이용할 수 있는 Local 5G 서비스에 대한 기본 개념, 주파수 분배, 면허의 기본적인 허가 방향 및 기술적 조건 등을 검토하여 발표하였다. 현재 국내에서도 산업체 요구에 대응하는 Local 5G에 대한 요구가 나타나고 있어 제도 도입을 위한 검토를 진행하고 있다. 본 논문에서는 일본과 독일의 주파수 할당현황 및 Local 5G 정책 방향 분석을 기반으로, 우리나라의 제도 도입을 위한 계획 수립에 활용될 수 있는 기본 방향을 제시한다.

Abstract

Recently, mobile communication providers have begun to rollout nationwide 5G services in Japan. In addition to these services, the MIC(Ministry of Internal Affairs and Communications) of Japan has reviewed and introduced the basic concepts of a local 5G service, frequency allocation, basic policy direction, and technical regulations for licensing, which can be flexibly constructed and used by various entities, according to the needs of local services and various industries. At present, the introduction of a local 5G system is under review in Korea, in response to industry demands. Therefore, in this paper, we propose a persuasive policy for planning the introduction of a 5G system in Korea by analyzing the local 5G policy directions in Japan and Germany.

Key words: Japan, Local 5G Service, Frequency Allocation, Policy Direction, Technical Regulation

I. 서 론

최근 일본에서는 안정적인 고속 데이터 통신이 가능한 제5세대 이동통신시스템(이하 "5G"라 한다.)을 자가망용 무선으로 활용하는 「Local 5G」를 본격적으로 도입하기

위하여 주파수 분배 및 이용계획이 추진되고 있다. 추진배경으로는 5G는 제4세대까지 기존 모바일 서비스와 비교할 때, 「초고속 대용량화」를 실현함과 동시에 「초지연」, 「다수동시 접속」 등과 같은 기술혁신을 실현하는 것으로, 다양한 요구에 따라 유연하게 무선통신시스템의 이용환경을

목원대학교 정보통신융합공학부(Division of Information and Communication Convergence Engineering, Mokwon University)

*경희대학교 전자공학과(Department of Electronic Engineering, Kyung Hee University)

· Manuscript received May 29, 2019 ; Revised June 26, 2019 ; Accepted July 2, 2019. (ID No. 20190529-02S)

· Corresponding Author: Duk-Kyu Park (e-mail: parkdk@mokwon.ac.kr)

제공하고 있기 때문이다. 이러한 5G 무선 환경을 이용하여 자동차, 의료, 건설업, 산업기계, 스마트 미터 등의 다양한 사업 분야에서 자가망용으로 5G 활용을 진행함으로써 새로운 비즈니스 창출 등에 대한 기대가 높아지고 있다. 또한 일본에서는 저출산·고령화로 인한 노동인구 감소가 급속히 진행되고 있어, 향후 지방에서는 산업의 쇠퇴와 일상생활의 유지가 어려울 것으로 예상되고 있는 상황이다.

이러한 통신 요구의 다양화에 부응하기 위하여, 일본 총무성 산하 「Local 5G 검토 작업반」에서는 2019년 3월 Local 5G 관련 주파수 분배 정책방안 및 기술적 요구(안)¹⁾을 발표하여 의견수렴을 진행하고 있다. 총무성에서는 2019년 8월까지 일부 주파수 대역에 대한 제도 정비를 수행하고, 추가검토 대역에 대하여는 2020년 6월에 제도 정비를 수행하여 서비스를 시작할 예정이다. 또한 동 작업반에서 현재 지역 BWA(Broadband Wireless Access)로 사용되고 있는 LTE 기반의 주파수를 자가망용 BWA로 함께 사용할 수 있도록 계획하여 4G와의 호환성을 유지하려는 제도 정비도 함께 수행하고 있다.

본 논문에서는 현재 일본에서 진행되고 있는 Local 5G와 자가망용 BWA의 주파수 분배¹⁾ 현황 및 추진계획을 분석하여, 향후 국내에서 제도 도입을 위한 기본방향을 제시하는 것을 목적으로 하고 있다.

II. 개인 LTE와 Local 5G

일본에서 제도도입 예정인 Local 5G는 개인 LTE(private LTE)로 부터 시작되었다. 일반적으로 LTE 서비스는 면허 주파수 대역을 활용하여 공공서비스로 제공되고 있으며, 네트워크를 부설할 수 있는 면허를 소지한 통신사업자로 제한된다. 그러나 개인 LTE는 자가망용 무선으로 사용되는 경우, 제한된 영역에서 서비스를 수행하는 한계는 있지만, 통신사업자가 아닌 토지소유자나 이용자가 기지국 설치장소를 자유롭게 설정할 수 있고, 네트워크 구축에 필요한 통신설비와 SIM(Subscriber Identification Module)을 업체로부터 조달하여 설치할 수 있다. 따라서 개인 LTE는 「LTE를 이용한 무선 LAN」으로 생각할 수 있다²⁾.

자가망용 무선은 일반적으로 비면허무선기기인 무선 LAN 주파수를 이용한 서비스 제공이 가능하지만, 산업계와 지역에서 독점적으로 이용할 수 있는 주파수 대역에 대한 요구도 증가하고 있는 것은 사실이다. 현재 사용하는 무선 LAN 주파수 대역은 대부분이 비면허무선기기를 이용한 주파수 공동사용이 이루어지고 있어 배타적인 사용이 어려운 상황이다. 그러나 LTE와 비교하면 보안 측면에 문제가 있거나, 주파수 공동사용으로 통신상태가 불안정해질 수 있기 때문에 미션크리티컬(mission critical)한 사용자는 무선 LAN의 전반적인 이용에 불안을 갖게 된다.

개인 LTE는 네트워크가 구축되면 무선 LAN의 Wi-Fi와 동일하게 "통신료가 발생하지 않는다."는 장점을 포함하고 있으며, 인증에 SIM을 이용하여 높은 보안을 유지하면서 공중망을 거치지 않고 전용으로 사용하여 핸드오버 등의 부가서비스를 제공할 수 있기 때문에 고속, 고신뢰, 낮은 지연을 보장할 수 있다. 또한 국가나 지역에 따라 통신사업자가 면허 대역을 임대하여 개인 LTE 장비를 운용하고 있는 경우도 있다. 즉, 개인 LTE는 Wi-Fi와 LTE 두 개의 혜택을 적용할 수 있는 네트워크이다.

개인 LTE는 통신인프라가 구축되지 않은 지역을 중심으로 시작되어 광업과 에너지 등의 분야에 집중되었으나, 자동운전차, 로봇, 드론 등에서도 활용하기 위한 산업계 요구가 대두되어 개인 LTE 도입이 가속화되었다³⁾. 그러나 공장의 규모와 생산 공정의 복잡한 정도 등에 따라 4G를 기반으로 하는 개인 LTE가 대응할 수 없는 경우도 발생하였으며, 개인 LTE가 해결하기 힘든 과제를 해결하기 위해 5G로 대체되는 Local 5G의 요구가 대두되었으며, 일본은 이러한 요구를 수용하여 Local 5G의 주파수 분배를 시작으로 제도 도입을 추진하게 되었다.

III. 일본의 Local 5G 검토 배경 및 개념⁴⁾

3-1 Local 5G 개념 및 추진 경과

5G의 보급은 다양한 새로운 통신요구에 유연하게 대응함으로써 일본 경제를 활성화시키고 동시에 지역이 가지고 있는 다양한 사회 문제를 해결할 수 있을 것으로 예

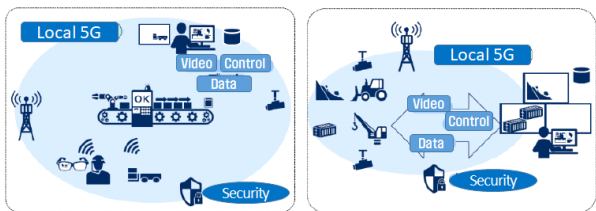
1) 일부 명확하지 않은 부분이 있으나, 본 논문에서는 전파법의 규정에 따라 주파수 대역별 용도를 결정하는 것을 주파수 분배라고 정의하였으며, 주파수 대역별 이용주체에 대한 내용은 주파수 할당으로 정의하였다.

상하고 있다.

따라서 일본 총무성에서는 전기통신사업자에 의한 5G의 전국 서비스 제공뿐만 아니라, IoT의 보급으로 통신요구의 다양화가 진행되고 있기 때문에 지역적 요구와 다양한 산업 분야의 개별 요구에 따라 다양한 주체가 유연하게 구축/사용 가능한 새로운 분배제도인 「Local 5G」의 검토를 시작하였다. 여기에서 지역 및 산업 분야의 개별적 요구는 공장, 도로, 개인 사업장, 단위 건축물 등과 같은 작은 영역을 의미하고 있다. 따라서 기본 개념으로는 다음에서 제시하는 3가지 전제를 조건으로 하는 것으로 정의하였다.

- 제5세대 이동통신시스템(5G)을 이용할 것
- 지역적인 local 요구에 따른 비교적 소규모 통신환경을 구축할 것(그림1 참조)
- 무선국 면허를 취득하여 사용하거나, 면허를 취득한 타인의 시스템을 이용하는 것도 가능

이러한 내용을 검토하기 위하여 일본 총무성은 정보통신심의회 신세대모바일통신위원회 산하에 「Local 5G 검토 작업반」을 설치하여 Local 5G의 기본 개념, 면허인가 방법 및 기술적 조건²⁾ 등의 검토를 실시했다. 본 작업반은 2018년 12월 12일 제1차 회의를 개최 후, 2019년 3월 14일까지 제6차 회의를 개최하여 조기 실행이 가능한 28.2~28.3 GHz 대역에 대한 “Local 5G 기술적 조건 (안)” 제시하였으며, 2019년 5월 23일까지 제시된 안에 대한 의견모집을 수행하고 있다⁶⁾.



(a) 스마트 팩토리 (b) 중기계원격조작
(a) Smart factory (b) Heavy machinery remote control

그림 1. Local 5G 이용 이미지⁵⁾

Fig. 1. Image of Local 5G.

2) 국내에서는 무선설비 기술기준에 해당됨.

3-2 「Local 5G 검토 작업반」의 주요 검토 내용

3-2-1 「Local 5G 검토 작업반」 검토 진행 방향

「Local 5G 검토 작업반」에서는 Local 5G로 이용할 수 있는 주파수 대역(4.6~4.8 GHz 및 28.1~29.1 GHz)에 대한 분배에 따른 할당방법과 기술적 조건을 제정함과 동시에, 4G의 통신방식과 호환이 가능한 2.5 GHz 대역에 분배된 “지역 BWA” 용도를 “자가망용 BWA”로 전환하는데 필요한 기술적 조건을 확정하는 것을 주요 내용으로 검토를 진행하였다. 또한 검토 과정에서 Local 5G에 대하여는 그림 2에서 제시한 주파수 대역별로 검토기한을 정하여 제도개선을 추진하고 있다.

- 2019년 8월까지 추진범위
 - Local 5G는 4.6~4.8 GHz 및 28.2~29.1 GHz의 주파수를 이용하는 것으로 결정하여 추진하고 있으나, 본 작업반에서는 다른 대역에 비해 고려사항이 적다고 생각되는 28.2~28.3 GHz의 100 MHz 대역폭에 대해 먼저 Local 5G의 기술적 조건 등을 확정한다.
 - 「지역BWA 용도」로 분배된 2.5 GHz 대역을 「자가망용 BWA 용도」로 추가사용은 실내 또는 건축부지 내부 또는 옥외로 이용범위를 한정하고, 필요한 기술적 조건 등을 확정한다.
- 2019년 12월까지 추진범위
 - 4.6~4.8 GHz 및 28.3~29.1 GHz 주파수에 대한 기술적 조건은 1년 정도 검토를 추진하여, 공동사용 조건 등이 결정된 대역부터 순차적으로 정리를 수

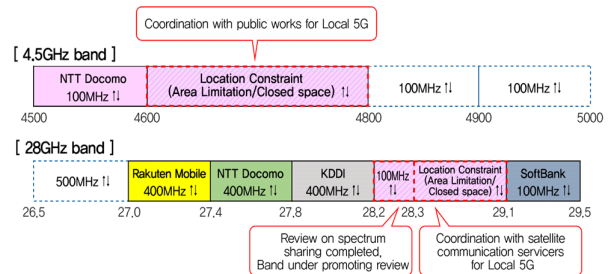


그림 2. Local 5G 후보대역 상황¹⁾

Fig. 2. Candidate frequency band of Local 5G.

행한다.

- 28.2~28.3 GHz 대역에 대하여도 필요에 따라 추가 검토를 수행한다(예를 들면, 비동기 운용과 「타인토지」이용 방법 확대 등).

3-2-2 주요 검토 내용

- Local 5G 할당 대상/할당 단위 검토
 - 사용자 범위의 명확화(자가망용/전기통신사업이용)
 - 할당 대상(자가망용/전기통신사업이용)과 할당 단위[옥내/구내/옥외(공동사용의 경우)] 검토
- Local 5G 기술적 조건 제정
 - 사용자 범위에 따른 할당 대상 및 할당 단위 등을 기반으로 하는 기술적 조건(출력, 동기, 전기적 특성 등)의 검토
 - 인접주파수를 사용하는 이동통신사업자와의 공동사용 검토(상/하향 timing 동기를 포함)
 - 동일 주파수에서 다른 Local 5G와 공동사용 검토
 - 동일/인접 주파수의 다른 시스템 면허인과 공동사용 검토
- 지역BWA로 분배된 용도를 자가망용 BWA으로 도입 확대: 28 GHz 대역만으로는 일정 면적을 서비스 하는 자가망용 이용이 어렵기 때문에 지역BWA 대역으로 분배된 용도를 자가망용 BWA 용도로 사용할 수 있도록 검토한다.
 - 할당 대상[지역BWA 사업자와의 제도적 공동사용(1차/2차 업무)] 검토
 - 할당 단위[옥내/구내/옥외(공동 사용의 경우)] 검토
 - 동일 주파수의 다른 사업자(지역BWA 사업자 및 다른 자가망용 사업자)와의 공동사용 검토(이격 거리 및 상/하향 timing 동기: 기본적으로 지역BWA와 동일한 기준으로 수행하는 것이 가능한가를 검토)

3-3 「Local 5G 검토 작업반」 검토 결과

3-3-1 할당방향과 전파유효이용 확보

28.2~28.3 GHz를 이용하는 Local 5G는 「소유자 이

용」 및 「타인토지 이용」으로 분리하여 할당 방법을 정리하고, 당분간 다음과 같이 시행한다. 향후 추가검토 예정인 4.6~4.8 GHz 및 28.3~29.1 GHz 대역에 대해서는 반드시 아래 내용에 따르지 않고 향후 추가 검토를 수행하기로 하고, 28.2~28.3 GHz에 대해서도 추가검토를 할 수 있도록 하였다(그림 3 참조).

- 기본할당 정책 (소유자 이용 등)
 - 「자기건물 내」 또는 「자기토지 영역 내」에서 건물 또는 토지 소유자 등³⁾에 면허를 부여하는 것을 기본으로 한다.
 - 건물 또는 토지소유자 등으로부터 시스템 구축을 의뢰받은 자도 의뢰 범위 내에서 면허취득이 가능하다.
- 「타인토지」이용 범위 (타인토지 이용)
 - 당분간은 「기본할당 정책」 이외의 이용에 대해서는 고정통신(기지국도 단말도 원칙적으로 이동하지 않는 사용)으로 이용을 제한한다(이동사용 금지, 기지국에 의한 광역면적 서비스 방지를 목적).
 - 「타인토지」⁴⁾ 이용은 해당 토지 소유자 등이 Local 5G 대역을 이용하지 않는 경우에만 고정통신이 가능하다.
 - 단, 향후 해당 토지 소유자 등이 Local 5G를 이용하는 경우에는 토지 소유자가 이용하는 Local 5G 무선국에 혼신이 없도록 협의를 한 후, 안테나 위치 및 방향 조정 등을 실시하는 것을 조건으로 한다.
- 전파유효이용 확보
 - 일정 기간 경과 후 해당 대역의 이용도가 낮고(면허인이 적고 지리적 커버리지가 낮은 경우 등), 이유 없이 비효율적인 기술을 활용하는 것이 명백할 경우에는 그 이용방법의 재검토 등 전파유효 이용 확보를 위한 노력을 한다.

3-3-2 이동통신 사업자와 주파수 분배 대역과의 관계

휴대무선통신용 및 광대역 이동무선엑세스시스템을 위한 주파수(2,575~2,595 MHz 제외) 대역 (이하 「전국캐리어」를 위한 대역이라 한다.)과 28.2~28.3 GHz 대역(이하 「Local 5G 대역」)의 관계는 당분간 다음과 같다. 향후 추

3) 소유권 외에 임차권 또는 토지임대 등을 가진 자를 포함한다.

4) 면허를 희망하는 자가 소유자 등이 아니거나, 소유자 등의 의뢰를 받지 않은 토지

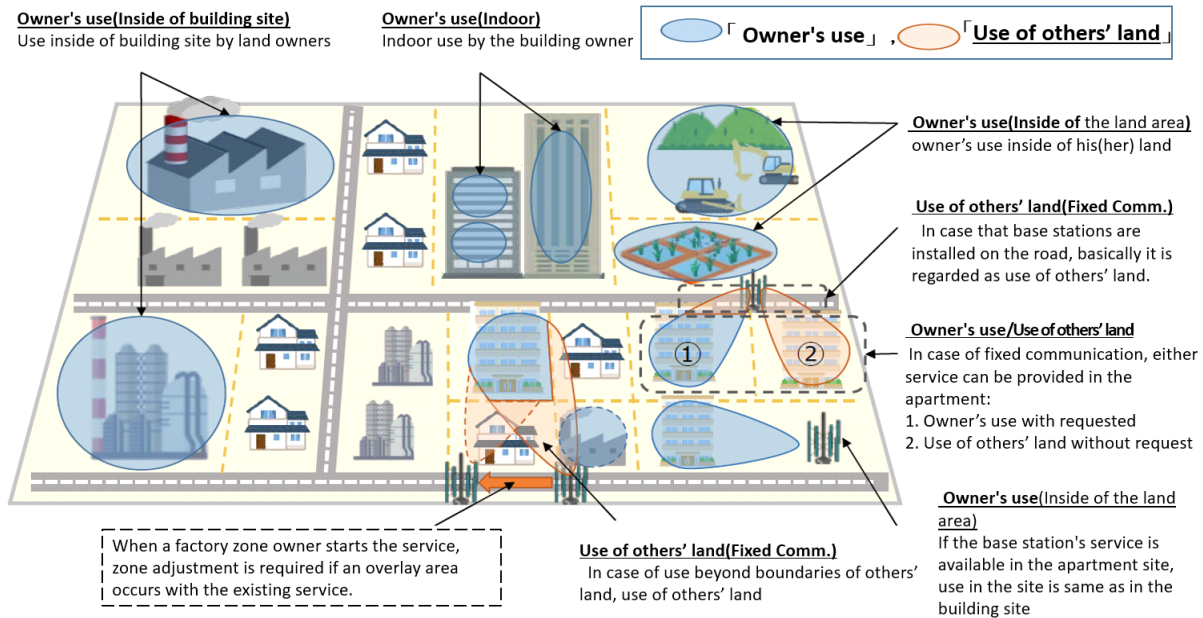


그림 3. Local 5G 이용 모델 (28.2~28.3 GHz)^[1]
Fig. 3. Usage model of Local 5G (28.2~28.3 GHz)^[1].

가 검토예정인 4.6~4.8 GHz 및 28.3~29.1 GHz 대역에 대해서는 반드시 아래 내용에 따르지 않고 추가검토를 수행하기로 하고, 28.2~28.3 GHz에 대해서도 추가 검토를 할 수 있도록 하였다.

- 전국캐리어(전국캐리어를 위한 대역폭을 사용하는 전기통신사업자) 서비스를 보완하는 것을 목적으로 Local 5G 대역을 이용할 수 없다.
- 예를 들어, Local 5G 대역과 전국캐리어 대역을 CA (carrier aggregation)하여 전기통신사업자 이용자를 위한 서비스 제공을 할 수 없다.
- 또한 전기통신사업자 이용자만 사용 가능한 Wi-Fi 설치를 위한 전송로 이용 등, 전기통신사업자의 서비스를 실질적으로 보완하는 경우도 사용할 수 없다.
- Local 5G의 서비스 보완을 목적으로 전국캐리어 대역을 사용하는 것은 가능하다.
- Local 5G 이용자가 부지 외로 단말을 이동했을 때 사업자 망(4G/5G 불문)의 사용 등을 가정할 수 있다.
- 전국캐리어는 당분간 Local 5G 대역 면허취득 불가
- 전기통신사업자는 할당받은 전국 서비스를 위한

5G 대역의 이용을 우선해서 서비스해야 한다. 또한 전국 캐리어를 위한 대역에서 기본적으로 Local 5G와 유사한 서비스를 제공할 수 있다는 것 등을 고려하여 당분간은 면허취득을 할 수 없다.

- 전기통신사업자가 Local 5G 면허 자체를 받지 않고, 타인의 Local 5G시스템 구축은 지원 가능하다.
- 일정 기간 경과 후 Local 5G 대역의 이용 상황을 고려하여 재검토할 수 있다.

3-3-3 기술적 조건 및 공동사용 검토 결과

Local 5G의 기술적 조건 및 공동사용 검토 결과는 5G의 기술적 조건을 정리한 「차세대이동통신시스템위원회 보고 (2018년 7월)」(이하 「5G위원회보고」라 한다)를 따르는 것을 기본으로 하고 당분간 다음과 같다.

- 기술적 조건(기술기준)
- 5G 위원회보고에서 전국 캐리어 주파수 할당을 가 정하여 정리한 기술적 조건을 준용한다.
- 동 기술적 조건에 포함되지 않은 기지국의 최대 공 중선 전력 및 공중선 절대 이득 등에 대해서는 5G 위원회보고에서 위성통신과의 간섭검토에 이용한

제원을 상한으로 하는 것을 기본으로 한다.

- 위성통신 시스템과의 공동사용 검토
 - 5G위원회보고의 간섭검토 결과를 근거로 기지국 설치상황 관리 및 지구국 근처에서의 간섭조정을 적절하게 실시하여 공동사용을 할 수 있다⁵⁾.
- 이동통신 사업자와의 공동사용 검토
 - 당분간은 인접 주파수를 이용하는 전국캐리어 5G 시스템 및 네트워크 동기화(각 시스템을 이용하는 하향/상향 링크의 시간 비율을 같은 비율로 설정하고 그 송수신 타이밍을 시간적으로 동기화)를 수행하고, 가드밴드 없이 공동사용이 가능하다⁶⁾.
- Local 5G 시스템 간에 공동사용 검토
 - 상하송신 타이밍을 동기화하는 경우에는 가시거리 외 조건에서 100 m 정도의 지리적 이격이 필요하지만, 안테나 위치 및 방향 조정 등을 통해 공동사용을 할 수 있다.

3.4 독일의 Local/특정 지역 이용 5G 분배 및 할당

Local 5G에 대한 도입은 일본뿐만 아니라, 독일, 프랑스, 홍콩, 중국 등에서 추진되고 있으며, 특히 2018년 4월 독일의 전기전자공업연맹(ZVEI)은 「5G Alliance for Connected Industries and Automation(5G ACIA)」을 발족하여 통신업체와 함께 Local 5G를 자동차업체 중심으로 제조업에 적극적으로 도입하고 있다. 현재 3.7 GHz 대역과 26 GHz 대역을 Local 5G 대역으로 분배하였으며, 여기에서는 3.7 GHz에 대한 제도 도입 내용과 주파수 분배현황을 나타내고 있다⁷⁾.

3.4.1 기본개념

- 면허 신청자에게 비즈니스 모델에 따라 유연하게 스펙트럼을 할당한다.
 - 특히, 공장 등의 실내에서 Industry 4.0 이용 등을 주요 대상으로 한다.
- 이동통신사업자는 별도의 주파수 대역을 가지고 있

기 때문에 원칙적으로 신청할 수 없다.

- 이동통신사업자 이외에 다른 주파수를 보유하고 있는 자도, 소유하고 있는 주파수를 완전하게 이용하고 있지 않으면 신청할 수 없다.
- 지역적인 실내이용/ 지역적인 옥외이용/ 특정 지역 이용의 3종류 할당 방식으로 분류한다.

3.4.2 할당방법

- 지역적인 실내이용 (제1 우선)
 - 3,700~3,800 MHz 이용
 - 면허신청자: 건물 소유자 또는 사용자 (임차인 등)
 - 실외에 영향을 주지 않도록 출력을 제한한다.
- 지역적인 옥외이용
 - 3,780~3,800 MHz 이용
 - 면허 신청자: 토지 소유자 또는 사용자(지상권 소지자 등)
 - 지역적 실내 이용자에 영향을 미치지 않는 것이 의무
- 특정 지역 이용: 일본의 지역BWA와 유사한 서비스 형태로 일정한 범위의 면적에서 이용한다.
 - 3,700~3,780 MHz 이용
 - 지역적 실내이용자에 영향을 미치지 않는 것이 의무
 - 10 MHz 단위로 필요 대역만 할당
 - 기지국 정비계획의 제출 의무 부과

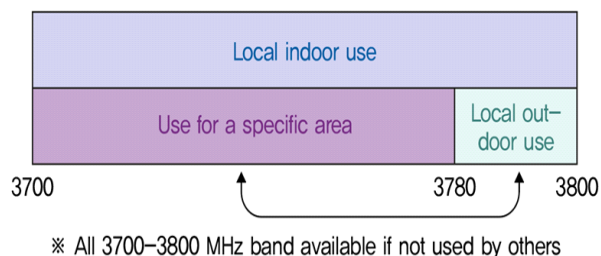


그림 4. 독일의 3.7~3.8 GHz 대역 분배^[5]

Fig. 4. 3.7~3.8 GHz frequency band allocation in Germany^[5].

5) 제도제정 초기에는 총무성에 의한 기지국 수 파악을 통해 관리하면서 중장기적인 관리방법 등에 대해서는, 제도 정비 후 Local 5G 무선국의 면허 상황을 근거로 지속적으로 검토한다.

6) 28.2~28.3 GHz 이외의 지역 5G 대역에서 비동기 작업의 가능성도 포함하여 검토. 또한 28.2~28.3 GHz에서도 향후 특정 조건에서 비동기 운용이 가능하다고 판단할 경우에는 비동기 작업을 추가하는 것도 검토.

IV. 지역BWA 대역의 자가망용 BWA 이용 검토

4.1 자가망용 BWA 도입 배경과 역할

Local 5G를 자가망용 등으로 사용하여 자체 네트워크를 구축하는 대역이 비교적 높은 주파수 대역이기 때문에 넓은 면적을 서비스하는 것이 어려울 것으로 예상된다. 일본 총무성에서는 이러한 문제를 해결하기 위하여 비교적 넓은 면적의 서비스가 가능하고, 4G와 호환성이 있는 자가망용 통신시스템 등을 구축하여, Local 5G와 함께 네트워크를 구축하는 것이 효과적이라고 판단하였다.

「Local 5G 검토 작업반」에서는 Local 5G와 4G를 이용한 시스템을 함께 사용하여 자가망용 등의 자체 네트워크를 구축할 수 있도록 지역BWA의 대역을 이용한 4G 자가망용 통신시스템(자가망용 BWA)의 도입을 검토하였으며, 일정한 조건에서 도입에 필요한 기술적 조건 등을 발표하였다. 이 작업반에서 검토한 자가망용 BWA 주파수 대역은 2,575~2,595 MHz이며, 이 주파수 대역은 TD-LTE와 호환되는 통신방식을 적용하고 있다. 자가망용 BWA의 목적 및 역할은 다음과 같다.

- ① 현재 지역BWA 용도로 분배된 2.5 GHz 대역을 자가망용 BWA 용도로 확대함으로써 지역에 밀착하여 유연한 이용환경을 제공하는 것을 목표로 하며, Local 5G와 함께 이용할 수 있는 이용환경을 제공한다.
- ② 지역BWA는 전기통신사업으로 시가지(주택단지, 역, 상업지역)를 중심으로 서비스를 전개한다.
- ③ 자가망용 BWA는 공업지역과 농업지역 등에서 지역BWA가 이용되지 않는 지역/가까운 시기에 이용 가능성이 적은 지역에서 「소유자 건물 내」 또는 「소유자 토지영역 내」에서 이용이 가능하다.

4.2 자가망용 BWA 이용 검토 내용

지역BWA 대역에서 자가망용 BWA로 사용하는 무선국은 2차 업무로 분배하고 기술적 조건 등은 지역BWA와 동일하게 한다.

4.2.1 할당 정책

- 지역BWA 이용을 1차 업무로 하고, 자가망용 BWA 이용을 2차 업무로 한다⁷⁾.
- 「소유자 건물 내」또는 「소유자 토지의 영역 내」에서 건물 또는 토지 소유자 등이 면허취득하는 것을 기본으로 한다. 또한 해당 소유자 등으로부터 시스템 구축을 의뢰 받은 자도 의뢰를 받은 범위 내에서 면허취득이 가능하다⁸⁾.
- 건물 또는 토지 소유자 등에 의뢰를 받아 자가망용 BWA 면허를 취득할 수 있는 자는 지역BWA와 동일하다(전국 캐리어 및 그 자회사 법인 등은 면허를 취득 불가).

4.2.2 기술적 조건 및 공동사용 조건

- 지역 BWA의 기술적 조건 및 공동사용 조건과 동일하다.

4.2.3 전파유효이용 확보

- 일정기간 경과 후 해당 대역의 이용도가 낮고 (면허인이 적고 지리적 커버리지가 낮은 경우 등), 이유 없이 비효율적인 기술을 활용하는 것이 명백할 경우에는 그 이용방법의 재검토 등 전파유효 이용확보를 위한 노력을 한다.

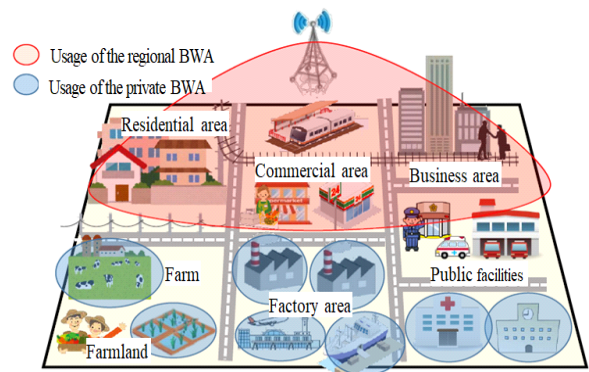


그림 5. 지역BWA와 자가망용 BWA의 이용 Image^[1]

Fig. 5. Usage image of regional BWA and private BWA^[1].

7) 단, 이미 자가망용 BWA를 이용하는 영역에서 지역BWA를 사용하는 경우는 일반적으로 사용할 수 없고, 사전에 협의를 통해 일정한 자가망용 BWA 이용 보호조치를 마련하여야 한다.

8) 2차 업무이기 때문에 원칙적으로 지역BWA가 이용하지 않고/가까운 장래 이용 가능성이 낮은 범위에서 개설.

V. 시사점

국내에서는 자가망용 주파수로 380 MHz 대역에서 TETRA 등의 통신방식을 이용한 TRS(Trunked Radio System, 주파수공용통신)용 주파수가 2004년 분배고시되었다^[8]. 그러나 국내에서 사용되는 자가망용 TRS 시스템은 음성중심의 서비스를 기본으로 저속의 데이터 서비스를 제공하고 있으나, 산업현장에서 동영상을 포함한 고속, 고신뢰, 낮은 지연을 보장하는 데이터 서비스는 제공하지 못하고 있다. 또한 TRS 시스템은 서비스영역이 산업체가 위치한 지역으로 한정되는 경우도 있지만, 택시조합에서 사용하는 경우에는 도시의 전 지역을 서비스 영역으로 사용하고 있기 때문에 Local 5G에서 생각하는 자가망과는 개념이 다르다. 이러한 이유에서 Local 5G에 대한 요구가 대두되고 있으며, 과학기술정보통신부에서도 Local 5G에 대한 도입을 검토하면서 논의가 진행되고 있는 상황이다.

여기에서는 일본과 독일의 제도도입 사례를 참조하여 국내에서 Local 5G 도입을 위해 검토가 필요한 주요 내용을 분석하였다.

5-1 Local 5G 주파수 분배 대역

Local 5G를 위한 주파수 분배는 단말기 칩셋의 제조단가를 고려하여 기존의 이동통신사업자에게 할당된 주파수 대역의 인접 주파수를 검토해야 할 것이다. 또한 5G 서비스의 서비스품질을 만족하기 위하여 최소한 100 MHz 이상의 대역폭을 검토하는 것이 필요하다.

과학기술정보통신부에서는 제5세대 이동통신 추가 주파수 확보를 위한 검토를 진행하고 있다. 현재 검토대상 주파수 대역은 3.42~3.50 GHz, 3.7~4.2 GHz, 700 MHz, 2.3 GHz, 2.5 GHz 대역을 중심으로 진행 중이다.

Local 5G의 서비스 범위(regional/private)를 고려한 후보 주파수 대역을 검토할 때, clean band보다는 기존의 서비스와 주파수 공동 사용이 가능한 대역을 검토하는 것이 필요하다. Clean band의 경우에는 주파수 경매를 통한 사업자선정이 가능하기 때문에, 주파수의 가치를 도출하여 이용대가를 회수할 수 있다는 관점에서 Local 5G의 후보 대역으로 고려하는 것은 어려울 것으로 판단된다.

따라서 주파수 공동사용이 가능하고 100 MHz 이상의 대

역폭 확보가 가능한 주파수 대역으로 3.7 GHz~4.2 GHz 대역을 검토할 수 있을 것으로 예상된다. 이 대역은 고정위성과 일부 무선국이 사용하고 있는 대역으로 주파수 공동사용을 통하여 regional/private 서비스를 실시할 수 있는 Local 5G의 후보 주파수 대역으로 고려할 수 있을 것이다. 또한 2018년 주파수 경매에서 초기에 26.5~29.5 GHz의 3 GHz 대역폭을 5G 주파수 대역으로 고려하였으나, 이동통신 3사에 26.5~28.9 GHz에 800 MHz씩 2.4 GHz의 대역폭을 할당하였다. 일본과 독일 등의 경우를 고려할 때, 비록 이 대역에서 5G 서비스는 시작되었으나, Local 5G 도입을 통해 이 대역의 서비스 활성화와 조기도입을 촉진한다는 측면에서 28.9~29.5 GHz 대역의 일부 대역에 대한 검토도 가능할 것으로 예상된다.

5-2 기존 망과의 연동허용

Local 5G의 서비스를 보완하기 위하여 Local 5G 이용자가 서비스영역 이외로 단말을 이동했을 때, 이동통신사업자의 Core망과 연동될 수 있도록 허용하는 것이 필요하다.

5-3 서비스 영역에 대한 정의

독일의 경우는 일부 주파수 대역에 대하여 일본의 지역BWA(4G를 이용)와 유사하게 넓은 지역을 Local 5G의 서비스 영역으로 규정하고 있다. 일반적으로 Local 5G는 기존의 5G의 무선 설비 기술기준으로 준용하기 때문에 TRS 시스템과 같이 매우 넓은 지역을 서비스할 수는 없지만, 토지 또는 건물의 소유권이 없는 지역에도 서비스를 수행할 수 있다는 점에서 서비스 영역에 대한 검토도 필요하다.

5-4 이동통신사업자 무선국허가 범위

일본에서는 Local 5G 도입 초기 검토 단계에서는 이동통신사업자가 직접 무선국 허가를 받아 Local 5G를 구축하는 것도 검토하였으나, 최종적으로는 이동통신사업자는 Local 5G 대역의 면허를 취득할 수 없는 것으로 결정하였다. 그러나 타인의 Local 5G 시스템을 구축을 지원하는 것은 가능하도록 하였으며, 일정 기간 경과 후 Local 5G 대역의 이용 상황을 고려하여 재검토할 수 있도록 규정하여 이동통신사업자의 Local 5G 참여에 대한 여지를

남겨 놓았다. 국내에서도 5G 조기도입에 따른 서비스 활성화와 산업촉진을 위하여 일본의 무선국허가 범위와 조건을 참고하여 규정을 정할 필요가 있다.

5-5 주파수 공동사용을 위한 간섭분석

앞에서 언급한 바와 같이 현재 국내에서 Local 5G로 사용할 수 있을 것으로 예상되는 주파수 대역은 단말기의 칩셋 제조단가를 고려하여 기존의 5G 주파수 대역의 인접 주파수 대역을 검토 대상을 할 수 있다. 그러나 검토할 수 있는 주파수 대역은 위성통신 등과 같이 다른 용도로 이미 사용하고 있는 주파수 대역이므로 기존 용도와의 주파수 공동사용을 위한 동일 주파수 간섭문제를 검토하여야 하며, 또한 검토 대상 주파수 대역과 인접 주파수 간의 간섭문제도 수행하여 기존 무선국과의 이격거리 및 송신전력에 대한 제한도 검토해야 한다.

본 논문에서는 국내에서 Local 5G 제도 도입을 위해 필요한 요구사항을 일본과 독일의 제도 도입 내용을 분석하여 제시하였다. 그러나 현재 이동통신사업자가 제공하는 5G망을 이용하여 Local 5G의 기능과 유사하게 서로 다른 속성을 갖는 단말들을 대상으로 서비스를 제공하는 network slicing 개념이 나타나고 있다⁹⁾. 이것은 사물인터넷(IoT), 커넥티드카(connected car) 등 산업체의 다양한 서비스별로 network slice를 운영해야 하기 때문에, 개별 네트워크 서비스에 대한 품질측정, 분석기술에 대한 요구가 어느 때보다도 필요할 것으로 예상된다. 이러한 산업체의 다양한 요구를 5G가 어느 정도 대응할 수 있을 것인가가 Local 5G의 도입 여부에 대한 판단을 결정할 수 있는 기초가 될 수 있을 것으로 판단된다.

VI. 결 론

본 논문에서는 최근 일본과 독일 등에서 진행되고 있는 Local 5G의 도입내용을 분석하고 추진방향을 제시하였으며, 국내에 Local 5G 도입을 위한 검토내용 등을 분석하였다.

Local 5G의 도입은 기업의 규모, 보안, 미션크리티컬한 업무를 수행하는 일부 산업체에서는 선별적으로 매우 필요할 것으로 판단되지만, 망구축 및 운용 등을 고려할 때

많은 비용이 필요하기 때문에 network slice 개념과 도입 시기 등을 이용한 기존 망을 이용하는 방법에 대한 장단점을 비교하고, 기업의 수요를 검토할 필요가 있다고 판단된다. 그러나 5G의 조기구축 촉진, 산업체에 특화된 킬러서비스 개발과 이동통신사업자와의 경쟁을 통한 새로운 생태계를 조성할 수 있다는 점을 고려할 때, Local 5G의 조기 도입도 큰 의미가 있을 것이다.

References

- [1] MIC, "New Generation Mobile Communications System Committee Report(draft)" Ministry of Internal Affairs and Communication(MIC), Tokyo, Japan, Mar. 2019.
- [2] ITmedia Inc, "From private LTE to local 5G, German manufacturing continues to evolve" <https://monoist.atmarkit.co.jp/mn/articles/1904/24/news010.html>.
- [3] G. Brown, "Ultra-reliable low-latency 5G for industrial automation," Qualcomm. Jun. 2018.
- [4] MIC, New Generation Mobile Communication System Committee, Local 5G working group (the fifth)" http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/policyreports/joho_tsusin/5th_generation/local_5g/02kiban14_04000642.html.
- [5] MIC, "The Summary of Local 5G Work (draft)" http://www.soumu.go.jp/main_content/000594340.pdf.
- [6] MIC, "Call for comments on the report(draft) of New Generation Mobile Communication Systems Committee" http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban14_02000380.html
- [7] Global Mobile Suppliers Association [GSA], "Spectrum for terrestrial 5G networks: Licensing developments worldwide." Dec. 2018.
- [8] J. O. Ahn, C. E. Park, S. G. Jung, G. B. Yang, S. J. Kang, and J. Y. Seo, et al., "Study on the improvement of TRS frequency band," Korea Radio Promotion Association, Dec. 2006.
- [9] C. M. Yoo, J. W. Son, "5G and E2E network slicing," 2015. <https://www.netmanias.com/ko/post/blog/8292/5g-data-center-iot-network-slicing-sdn-nfv/5g-and-e2e-network-slicing>.

박 덕 규 [목원대학교/교수]

<https://orcid.org/0000-0002-7331-1753>



1984년 2월: 인천대학교 전자공학과(공학사)
1986년 2월: 연세대학교 전자공학과 (공학석사)
1992년 4월: 일본 게이오대 전기공학과 전기공학 (공학박사)
1992년~1995년: 일본 우정성 통신총합연

구소 과학기술특별연구원

1995년~1999년: 한국전자통신연구원 초빙연구원

2000년~2001년: 일본 YRP 이동통신기반기술연구소 객원주임연구원

2006년~2007년: Visiting Faculty, MPRG, Virginia Tech., U.S.A.

1995년 3월~현재: 목원대학교 정보통신융합공학부 교수

[주 관심분야] 주파수할당 및 전파정책, 소출력, 무선설비기술 기준

김 영 수 [경희대학교/교수]

<https://orcid.org/0000-0003-0605-1231>



1981년 2월: 연세대학교 전자공학과 (공학사)

1983년 2월: 연세대학교 전자공학과 (공학석사)

1988년 12월: Arizona State University 전기공학과 (공학박사)

1985년 5월~1986년 5월: Consultant, Signal-System Technology Inc., U.S.A.

1986년 6월~1988년 12월: Research Associate, Arizona State University

1989년 2월~1992년 8월: ETRI 전파기술부 전파응용연구실 실장

2002년 1월~2003년 2월: Visiting Faculty, MPRG, Virginia Tech., U.S.A.

1992년 9월~현재: 경희대학교 전자공학과 교수

[주 관심분야] 통신 및 레이더 신호처리, 스마트 자동차, IoT, 스펙트럼 공학