

오픈소스로 여는 뉴노멀

2020 공개SW 페스티벌



과학기술정보통신부
Ministry of Science and ICT

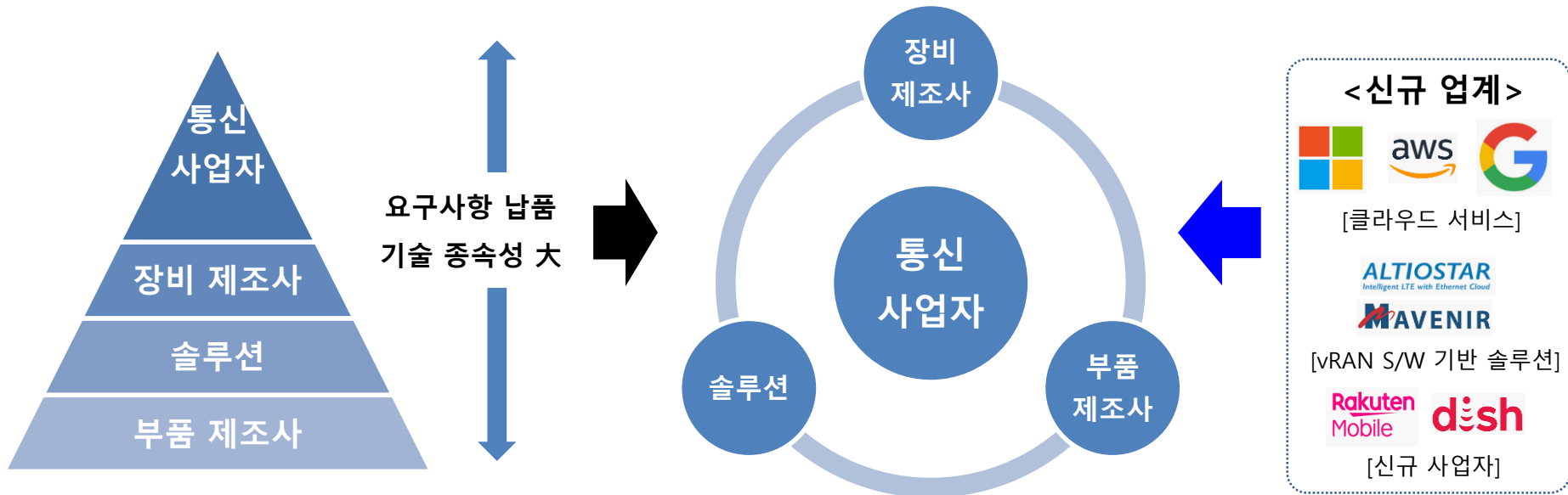


정보통신산업진흥원
National IT Industry Promotion Agency

파괴적 혁신 시대에서의 통신 분야 주요 오픈소스 동향 및 시사점

삼성전자 Samsung Research
홍문기

기존 사업 영역의 파괴적 혁신이 통신 분야에서도 진행



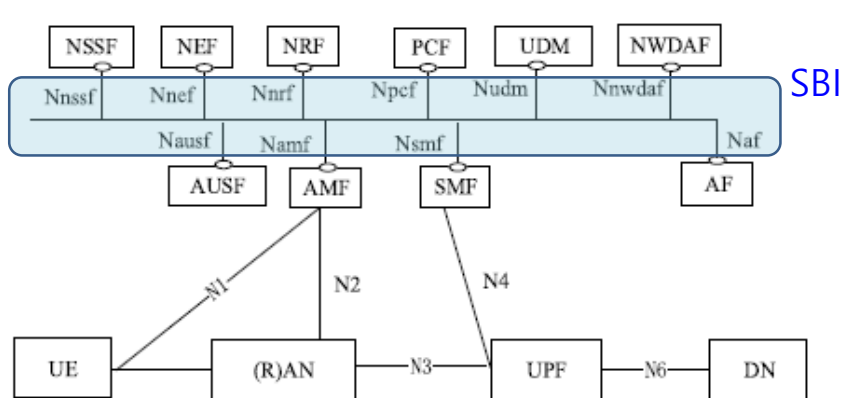
- MS, Affirmed Networks, Metaswitch 인수, AT&T / Verizon, 5G MEC 분야에 MS, AWS, Google과 사업 협력 강화
- Mavenir, AltioStar – Vodafone, Telefonica, Rakuten Mobile 등과 완전 S/W 가상화 통신 인프라 기반 서비스 추진
- RedHat, VMWare, Windriver 의 기존 자사 클라우드 솔루션 사업을 통신 분야로 확대 추진 등등...

CONTENTS

1. 3GPP 표준 內 통신 분야 오픈소스 위치
2. 개방형 인터페이스 및 O-RAN Alliance
3. 통신 오픈소스 진영의 대응 및 개발 현황
4. 맺음말

▶ 네트워크 기능 가상화 및 모듈화 → Service Based Architecture (SBA)

- 모듈화된 네트워크 기능 간의 통신은 통합된 메시지 Bus : Service Based Interface (SBI)
- 다양한 기능 분리 : Control / User / Management Plane 분리, Disaggregated Networks



3GPP SBA 구성도 (from Rel-15, TS 23.501, [도면 출처](#))

**Softwarization, Cloudification
as VM (VNF) and/or Container (CNF)**



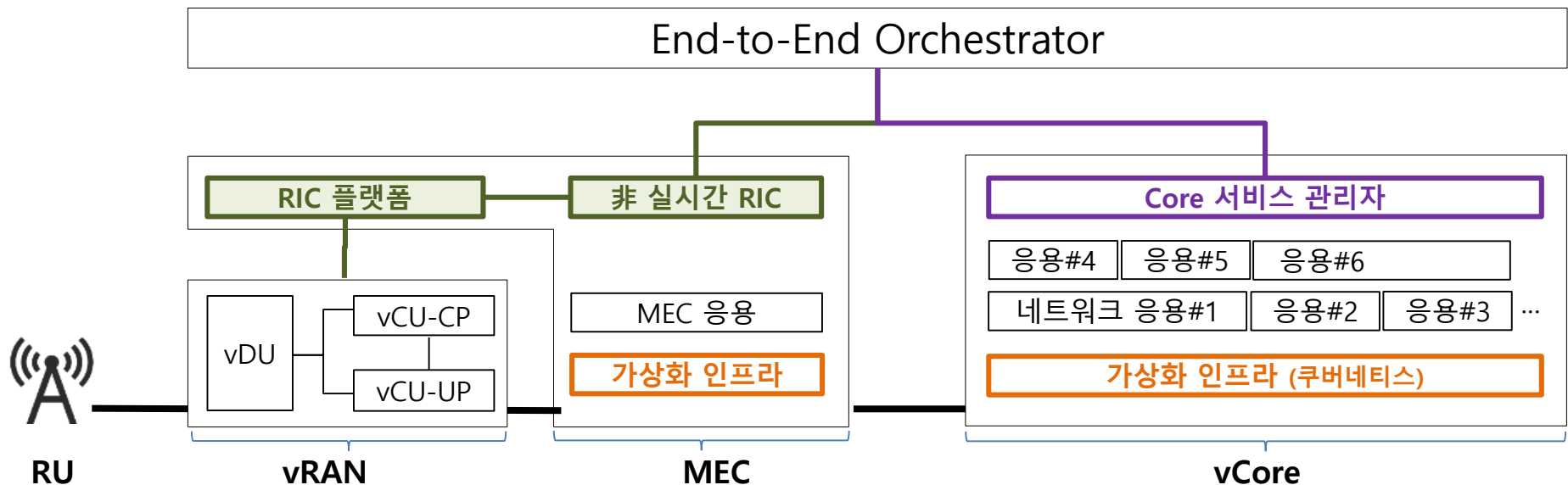
서비스 운영 / 관리 복잡도 증가

네트워크 서비스 운영 / 관리 플랫폼 + Analytics 적용을 위한 데이터 확보 중요성

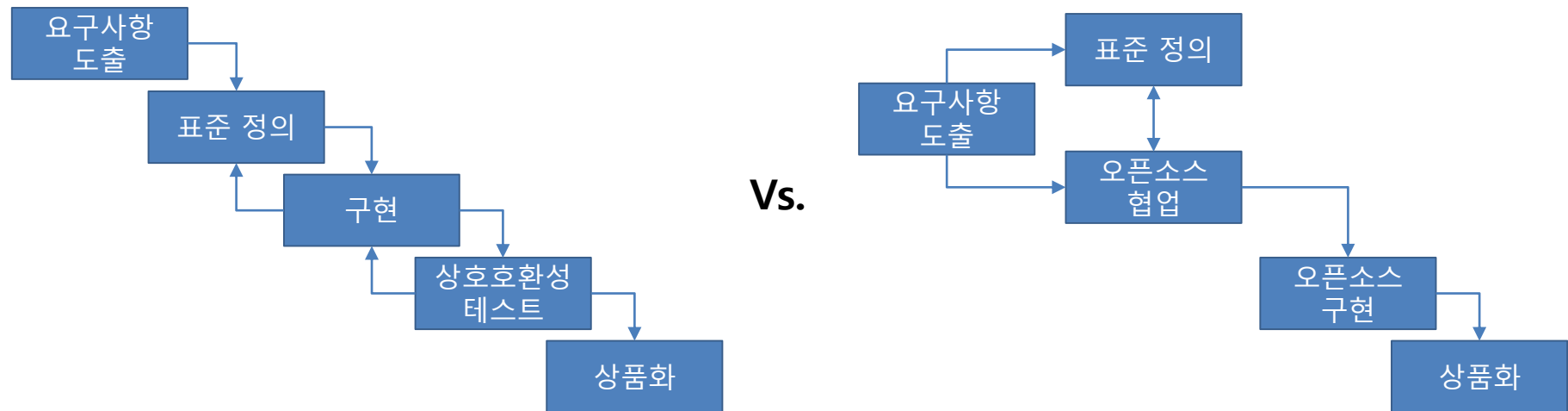
▶ 모듈화된 네트워크 컴포넌트 사이의 인터페이스 개방 → 유연성 증대

- 다양한 형태의 개방형 인터페이스 표준화가 논의 중 : 3GPP, ETSI, O-RAN Alliance
- 예) CU-CP/UP 사이의 "E1", CU-DU 사이의 "F1",
CU 사이의 "Xn", CU/DU – RAN 제어기 사이의 "E2"

*CU: Central Unit, CP: Control Plane, UP: User Plane, DU: Distributed Unit



▶ 표준 + 오픈소스 협업 급격히 증가 : 구현 시, 이슈 사전 검증, Time-to-Market



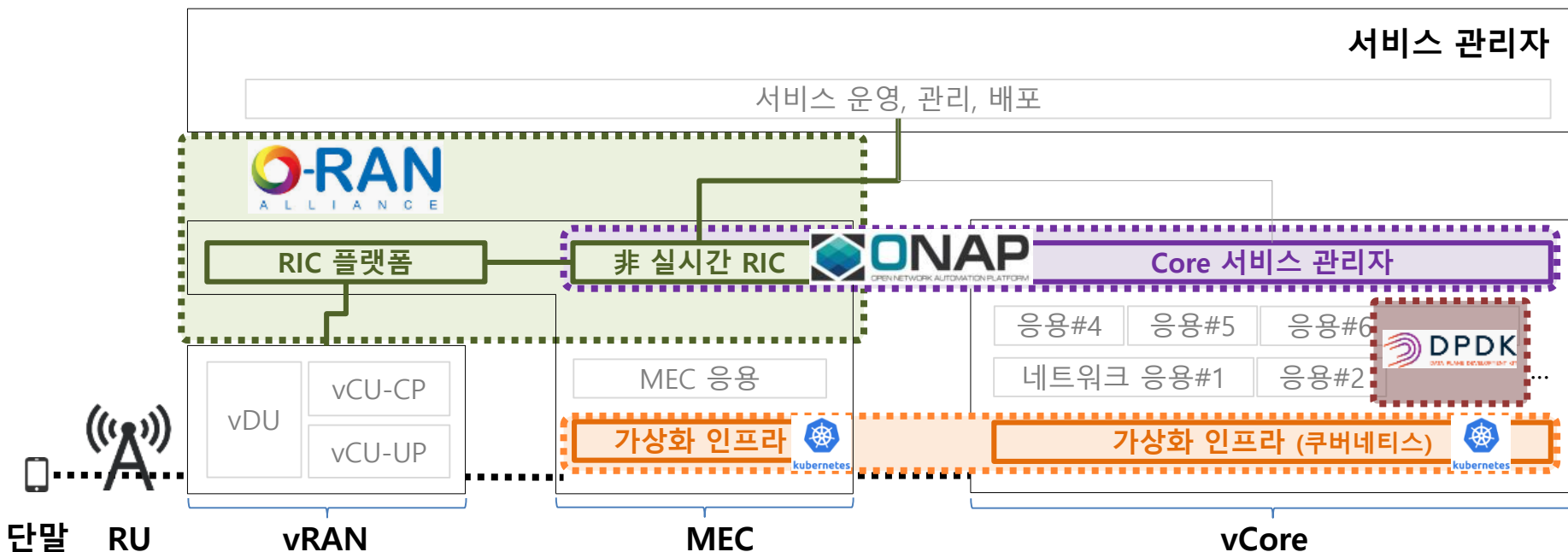
Workflow : (左) 전통 표준 개발 (右) 오픈소스 협업 개발 ([도면 출처](#))

▶ 개방형 인터페이스 표준 + 오픈소스 프로젝트 상호 채택

- "Do not invent a wheel" : 코드 / 스펙 재사용성을 높이고, 공통의 아키텍처 조기 구축
- Killer 서비스를 위한 Use Case 발굴 → 사업자가 정의한 시나리오 기반 PoC 집중

▶ 사업자가 정의한 ZSM : 다양한 데이터 수집 기반의 Analytics → 운영 자동화

* ZSM : Zero-touch network & Service Management



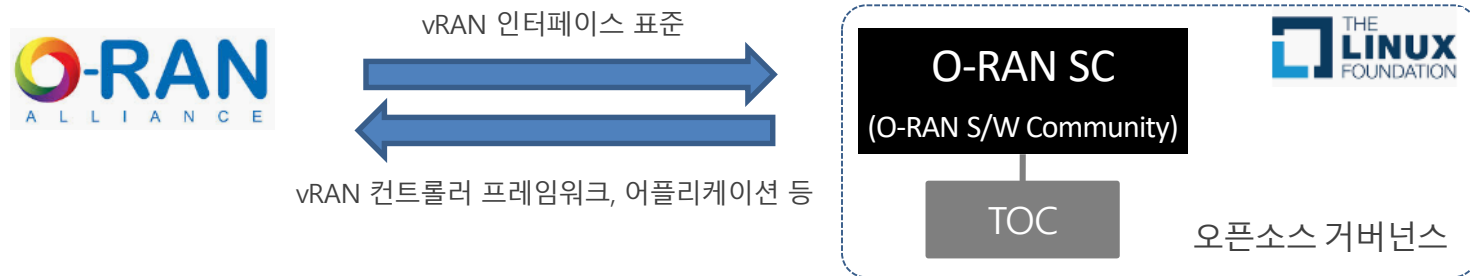
▶ '20년 : 미국 정부 중심, 통신 인프라의 개방형 인터페이스 도입 장려 추세

- 안보와 직결되는 중국 제조사 의존성 탈피 목적, 사업자들도 선호
- 상원 의회 주도로 지원책 입안 추진, 관련 정책 자문회 발족
- 유일한 표준 기술인 O-RAN 과 연계될 가능성, TIP OpenRAN 협력 강화 발표

▶ 기술 너머의 배경과 관련해 다양한 예측 → 기존 통신 기술 종속성 탈피 필요

OpenRAN 또는 Open RAN	O-RAN (Alliance / Software Community)
• 통신 인프라 인터페이스 개방을 모두 포함 • 기지국 - 기지국, 기지국 - 코어를 포함한 다양한 인터페이스 개방 옵션이 가능 • DU-RU간 개방을 다수 언급 (Open Fronthaul) • 정책 및 사업 관련 기사 다수 (정부 연계)	• OpenRAN 구현을 위한 규격/오픈소스 • 사업자가 주도하는 형국이나, 주요 제조사 참여하여 인터페이스 개방 범위 조율 • CU/DU 상위 단의 인터페이스 개방 위주로 개발 중 (RIC [RAN Intelligent Controller])

▶ vRAN 개방형 인터페이스 및 vRAN 지능형 제어 표준 업계 연합 ('18년~)

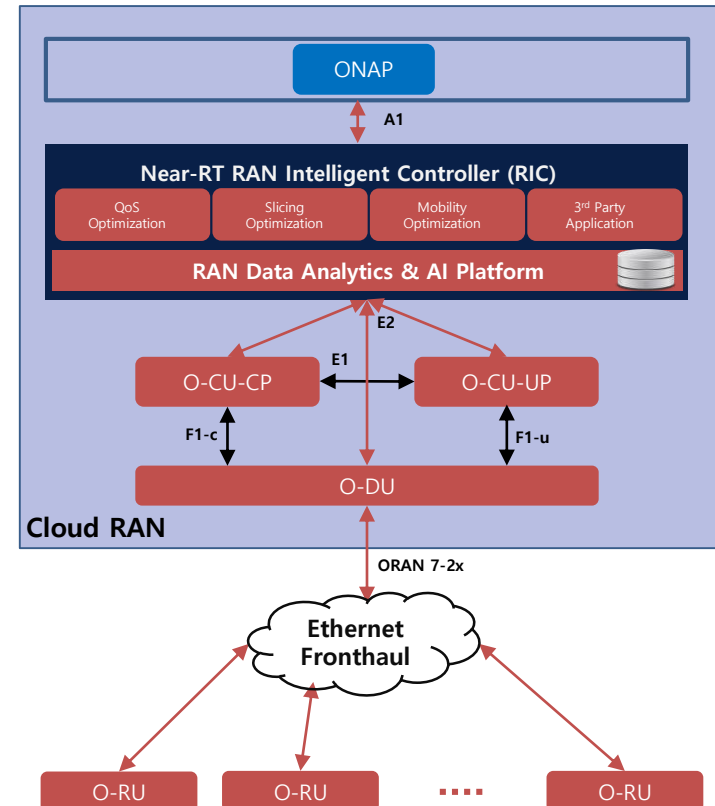


▶ 전세계 주요 통신사업자 및 IT 업체, 장비 제조사, 칩셋 업체 총 175개 회원사

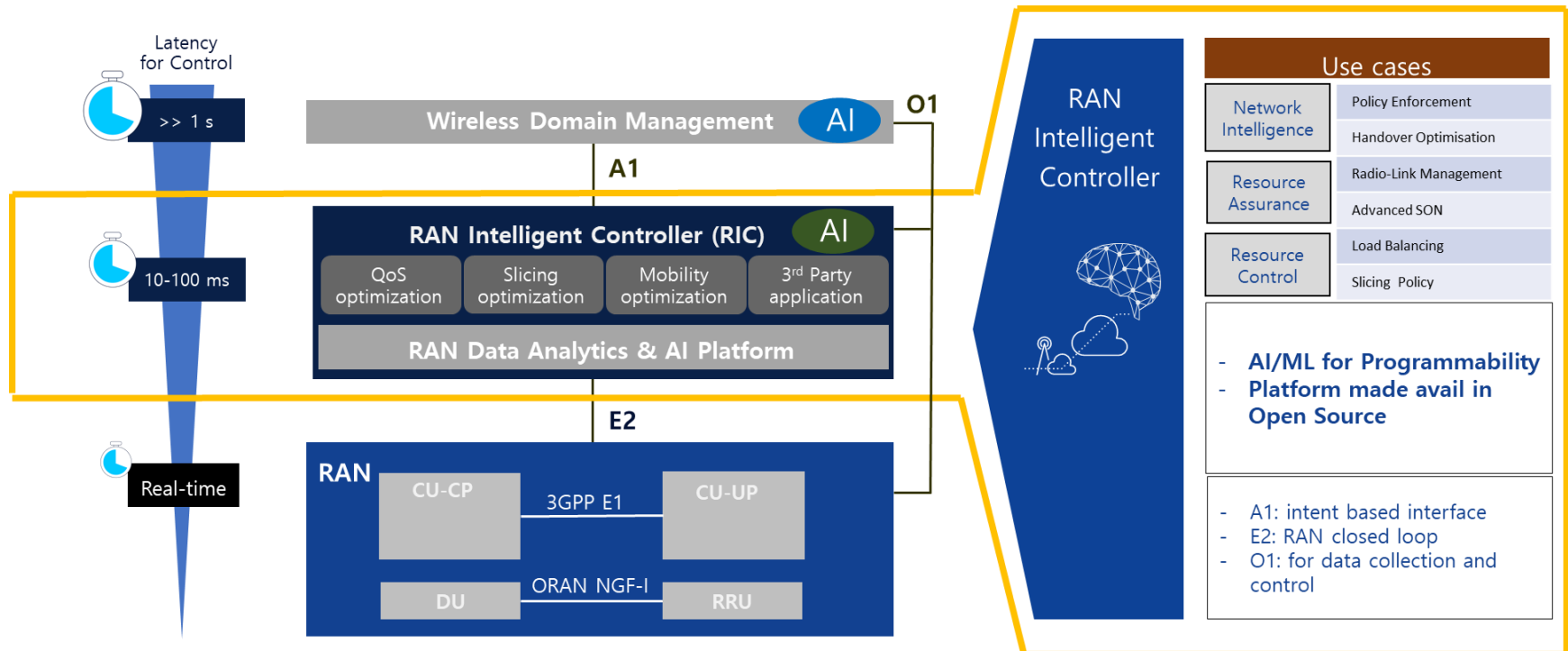
업종	주요 업체
통신 사업자	AT&T, 차이나모바일, NTT Docomo, Verizon, T-Mobile, Orange, Vodafone, SKT, KT 등
네트워크 장비 제조사	Ericsson, Nokia, 삼성전자, ZTE 등 (Huawei 미참)
IT 기업, S/W 솔루션	MS, Facebook, IBM, RedHat, VMWare, Windriver, AltioStar, Mavenir, MobileEdgeX 등
서버, Net 솔루션	Dell, Inspur, Cisco, Ciena, Juniper Networks, KMW Comm., Lenovo, NEC 등
칩셋, NIC 제조사	Intel, Qualcomm, ARM, nVidia, Broadcom, NXP, Xilinx 등

▶ 주요 특징 "as Cloud RAN 시스템"

- Full S/W 시스템 (안테나/RU 제외)
- 가상화 / Containerization
- Microservice 구조
- ONAP 기반의 네트워크 서비스 통합 관리
- AI/ML 응용 적용에 적합한 플랫폼 제공
- Fronthaul 대역폭 절약을 위한 신규 표준화 진행
- Radio Scheduler 상호 연동을 통한 동적 대역폭/Congestion 제어

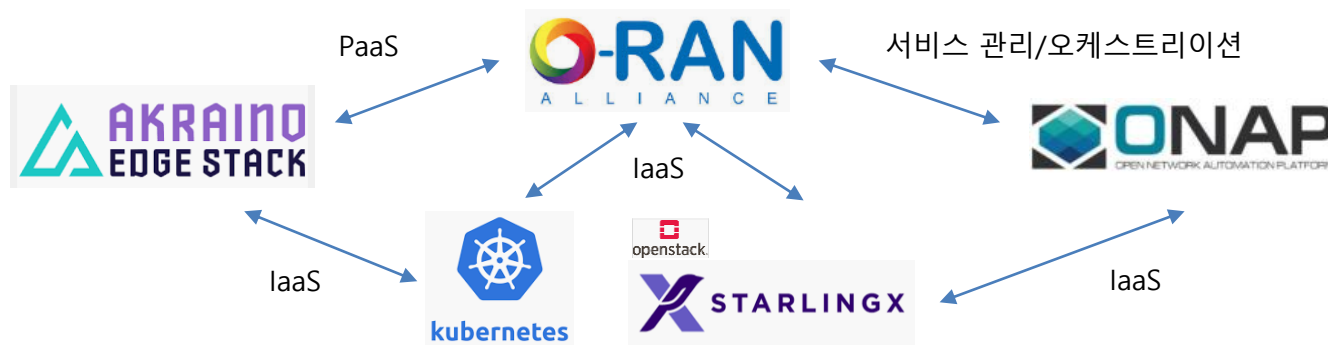


➤ RAN Intelligent Controller → 네트워크 인텔리전스 적용의 핵심



▶ O-RAN 표준을 오픈소스로 공개 ('19.4월)

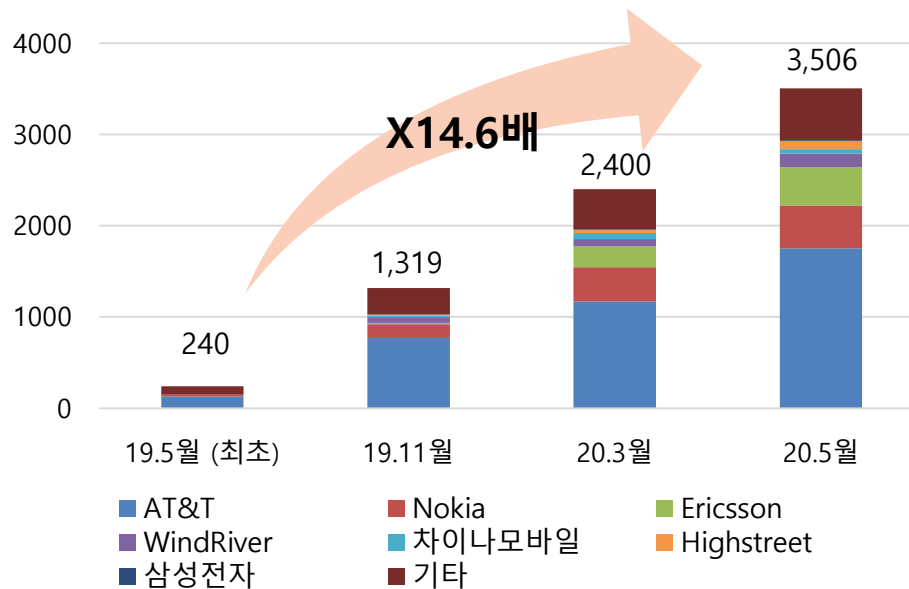
- Apache 2.0 라이선스 || O-RAN S/W 라이선스 (FRAND에 준함) 중 택일
- 표준 진영의 각 컴포넌트에 대응하여 개발 프로젝트를 구성하여 운영 중
- AT&T, Ericsson, Nokia, 삼성전자, Intel, Radisys, 차이나모바일, Windriver 등 개발 참여 확대
- 관련 통신 분야 오픈소스 프로젝트와 긴밀 협력 중



▶ “Bronze” 릴리즈 (6/14) 후 Cherry 버전 오픈소스 개발 중

- Traffic Steering Use Case 를 최초로 지원 : **AI/ML Workflow 를 가미한 RAN 제어**
- Full feature 는 '20년 하반기 목표 : RIC 플랫폼 및 응용, ONAP 연계 개발 집중

*Open Network Automation Platform



과제	커밋 수
RIC 플랫폼	1,392
RIC - ONAP 연계	396
테스트	344
관리, 모니터링	270
인프라	152
RIC 응용 (xApp)	142
O-DU	88
기타	722

[표] 주요 과제별 개발 현황 ('20.5.21)

*총 89개 Repo별 커밋 현황 세부 분석

RIC-E2-TERMINATION 3rdparty test
 e2apv1sim e2sim main java
 ru-fh asn1cFiles src libe2ap
 docs ricsim ASN1c asn1c_defs pkg
 E2Manager meta-stx org yang

[키워드로 분석한 '20년 개발 화두]

- RIC 플랫폼의 E2 인터페이스 처리
- E2E 테스트를 위한 E2 시뮬레이터
- 3GPP 저작권 관련된 asn1c 처리 등

*Open Networking Forum S/W Defined RAN

▶ O-RAN 표준을 준수하는 오픈소스 프로젝트 “SD-RAN” 공표 (8/25, [출처])

- “μONOS-RIC” 및 기술 백서 공개 ([공식 웹사이트](#))

*Micro Open Network Operating System-RAN Intelligent Controller

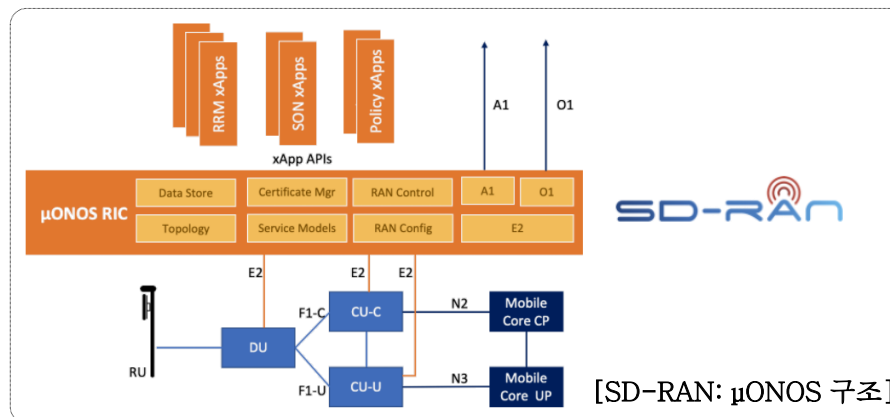
- ONF의 기존 SDN 오픈소스인 ONOS 프로젝트를 O-RAN 표준 인터페이스를 지원하도록 최적화하는 방향
- 현황: μONOS-RIC 프로토타입 개발 완료 (미공개), E2 인터페이스로 RAN 에뮬레이터와 동작한다고 주장
- '21년 상반기까지 Field Trial 완료 목표

- TIP OpenRAN 그룹 및 O-RAN Alliance와의 협업을 천명: 단, O-RAN 과의 마찰

- O-RAN Alliance 이사진 합의 없이 공표: O-RAN-SC와 별도의 거버넌스로 운영 → Fragmentation 우려로 반발이 심함

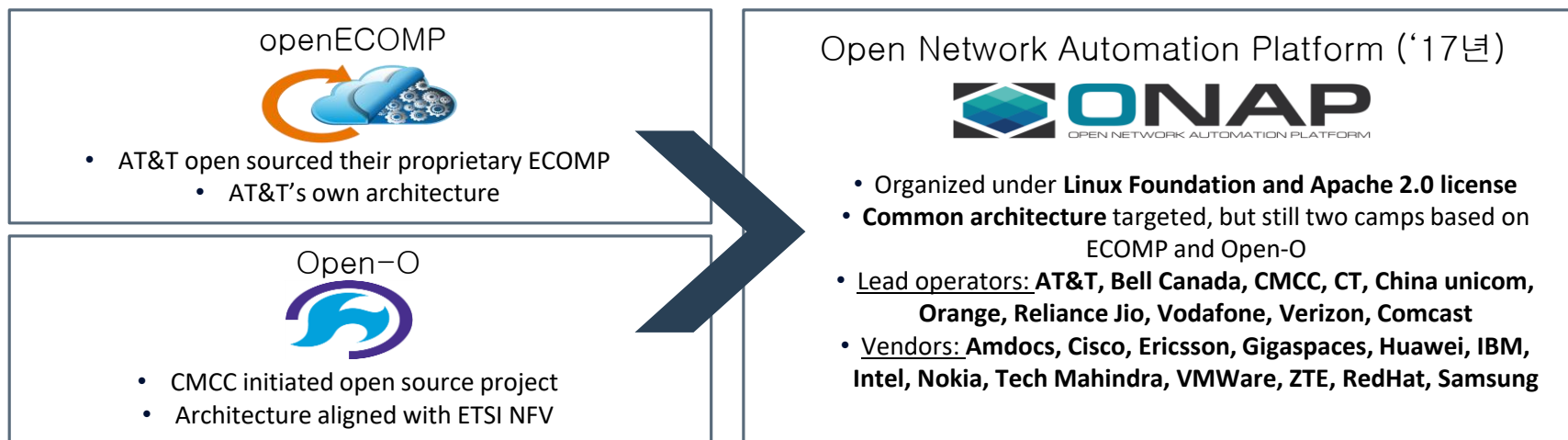
- 생태계 구축에 필요한 오픈소스 개발자 확보가 성패를 좌우할 것으로 예상

- '20년은 제조사 참여 미미: 기존 ONOS 오픈소스 개발에 ONF의 Star Player인 AT&T, Google, Facebook 참여 없음
- ONOS Commit 순위 최근 1년 ONF, SK텔레콤, Ciena 순; Commit 수는 1,418개 ([출처](#)) << O-RAN-SC 2,007개 ([출처](#))



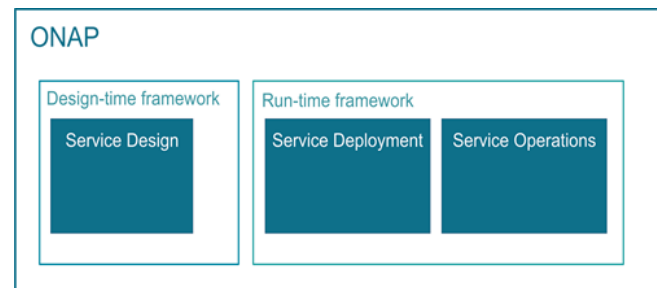
▶ 시작부터 10M 라인 코드로 구성 : 6번 공식 릴리즈 “Frankfurt” (‘20년 6월)

- AT&T의 관리/자동화 도구를 ETSI NFV 표준으로 맞추는 과정 : 다양한 사업자 참여 중
- 3GPP에서 표준화 작업 연계 : 네트워크 서비스 관련 데이터 수집/분석/이벤트 처리 기능
- 같은 기능을 여러 모듈에서 제공 가능, Mega Project : 채택 과정에서 선택/집중 필요

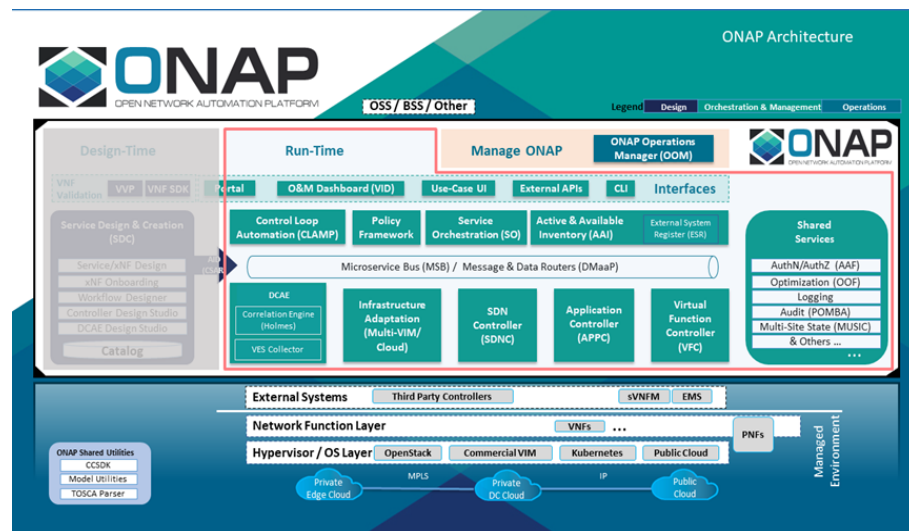


▶ “Virtual Network Functions”로 구성된 네트워크 서비스를 관리 – VNF, PNF, CNF

- “Design-time”, “Run-time” 프레임워크 제공
- Run-time : 서비스 배포 및 동작 관련 기능



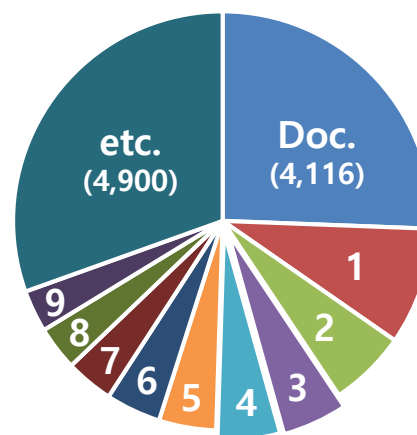
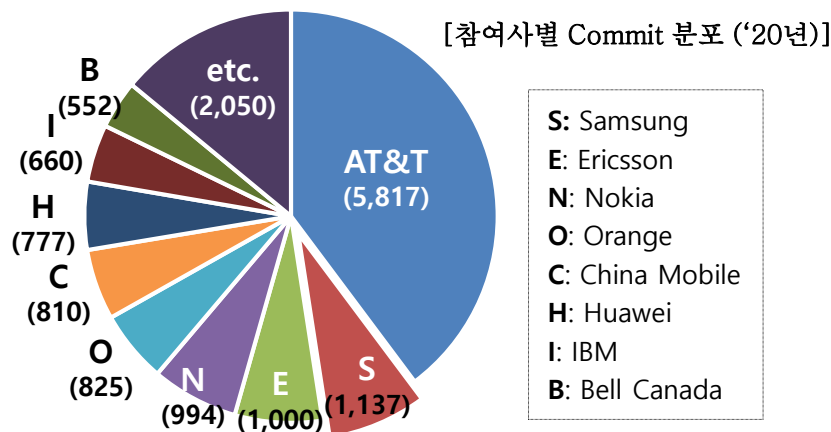
Service Deployment	Service Orchestration
• 자동화 Flow 실행 • 유효한 Cloud Region 선택 및 가상화된 서비스 Instantiation • VNF 및 서비스 설정	• 네트워크 서비스 데이터 수집 및 분석 • Closed Loop 자동화 운영/관리



▶ Frankfurt 버전 릴리즈 완료 (6월 [출처]), Guilin 버전 개발 중 (11월 완료 목표)

- Frankfurt 버전 주요 기능

- 5G 표준 (3GPP, ETSI, TM Forum) 지원 강화: Network Slicing, MDAS (FM/PM/Configuration 관리), Northbound API 추가 등
- 상품화 레벨의 CI 개선: 자동화 테스트 추가 ('20. 1월~6월: 4,000개의 ONAP 설치 및 70,000개의 자동화 테스트 수행)
- 보안 강화: Https로 포트 이관, 하드 코딩 된 패스워드 제거, Non-root privileges 모드 K8s Pod 동작, CVE 이슈 해결 등
- Cloud-Native 배포 환경 지원 강화: OOM 프로젝트 개선 (Ingress Controller를 통한 NodePorts 제거)
- O-RAN-SC 연계 기능: 표준 O1/A1 인터페이스, RAN 설정 이벤트 저장 서비스 (C&PS) 등



[프로젝트별 Commit 분포 ('20년)]

Projects	커밋	개발자
1: Policy	1,457	40
2: CCSDK	961	61
3: Integration	810	91
4: OOM	775	114
5: DCAE	711	61
6: SO	684	70
7: SDC	594	49
8: AAI	549	45
9: CI-mgmt.	522	94

▶ Edge Computing 관련 오픈소스를 LF Edge로 통합하여 공식 론치 : '19.1월



▶ Akraino : 산하에 각각의 Use Case를 정의하여 독자적으로 합종연횡 개발 중

- 주요 업체의 Blueprint 설립/개발 등 참여가 확대 : Ericsson, Nokia, Huawei 등
- ETSI NFV 업무 협약 체결 : 표준 연계를 통해 영향력 확대 시도 중

▶ 통신 분야 Edge 프로젝트인 Akraino Edge Stack: 3번째 버전 릴리즈 (8월)

- 총 20개 Blueprint : 신규 6개 론치 및 기존 14개 Blueprint 기능 개선 ([Blueprint 세부 내역](#))
- 회원사들의 Donation으로 H/W 실험실 셋업: 실제 환경을 통해 모두 테스트 완료

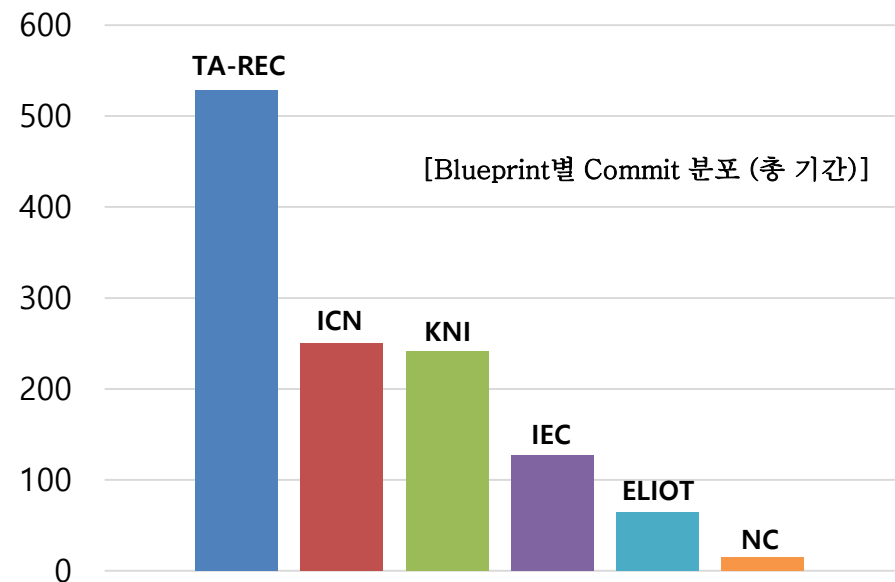
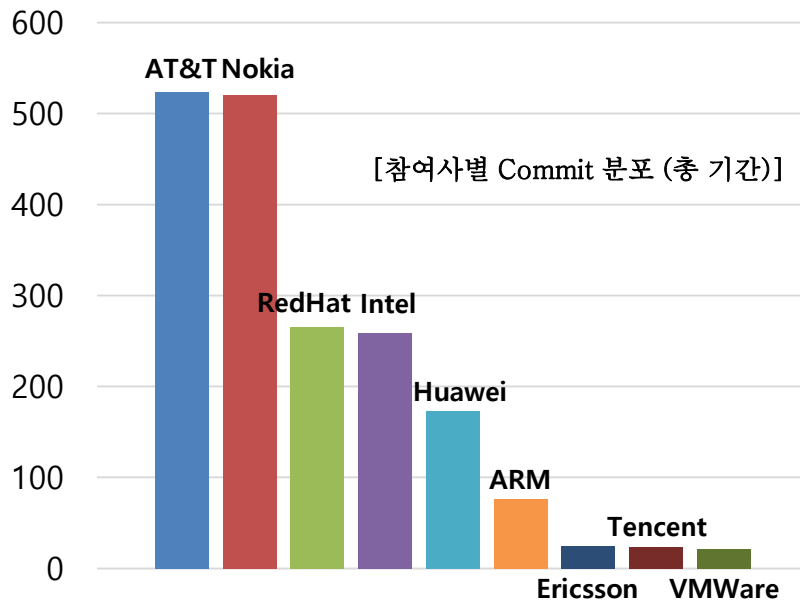
Blueprint 명	KNI	Network Cloud	TA - REC	ICN	IEC	...
Use Case	IIoT	Telco Cloud	Network AI	SD-WAN	AR/VR	
Edge S/W Stack	EdgeX	Airship	O-RAN RIC	OpenNESS	Ansible	
	Multus	OVS-DPDK	FD.io (VPP)	SR-IOV	OVS-DPDK	
	K8s	OpenStack	K8s	K8s	K8s	
협력 개발사	RedHat, ARM	AT&T, Ericsson	AT&T, Nokia	Intel, Verizon	ARM, Huawei	

[Blueprint별 Stack 구성도]

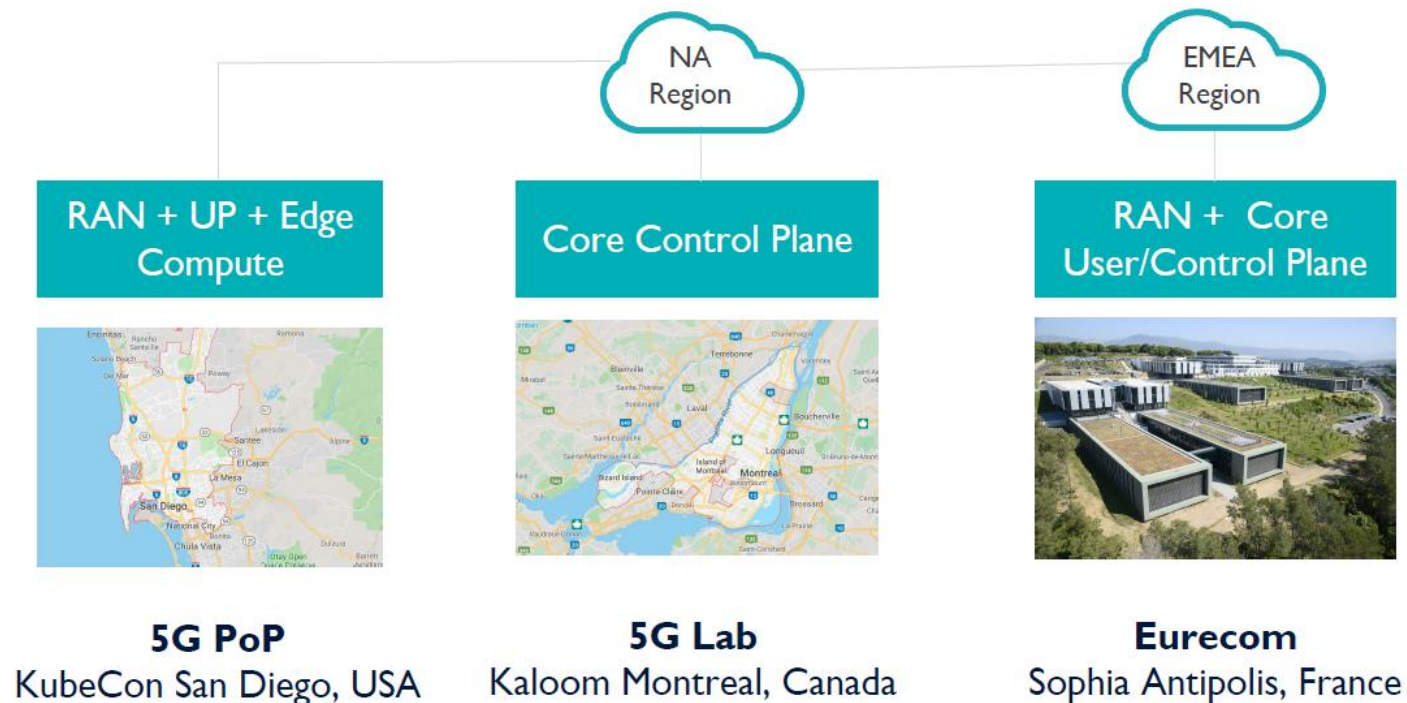
- Blueprint별 코드가 독립적으로 존재, 개발 → **공통의 표준 아키텍처 없음**
- **오픈소스 기반 기술 마케팅 성격** → 연합 구성 및 Use Case 를 유심히 지켜볼 필요 있음

▶ 통신 사업자, 장비 제조사, 솔루션 업체 및 칩셋 업체 골고루 포진

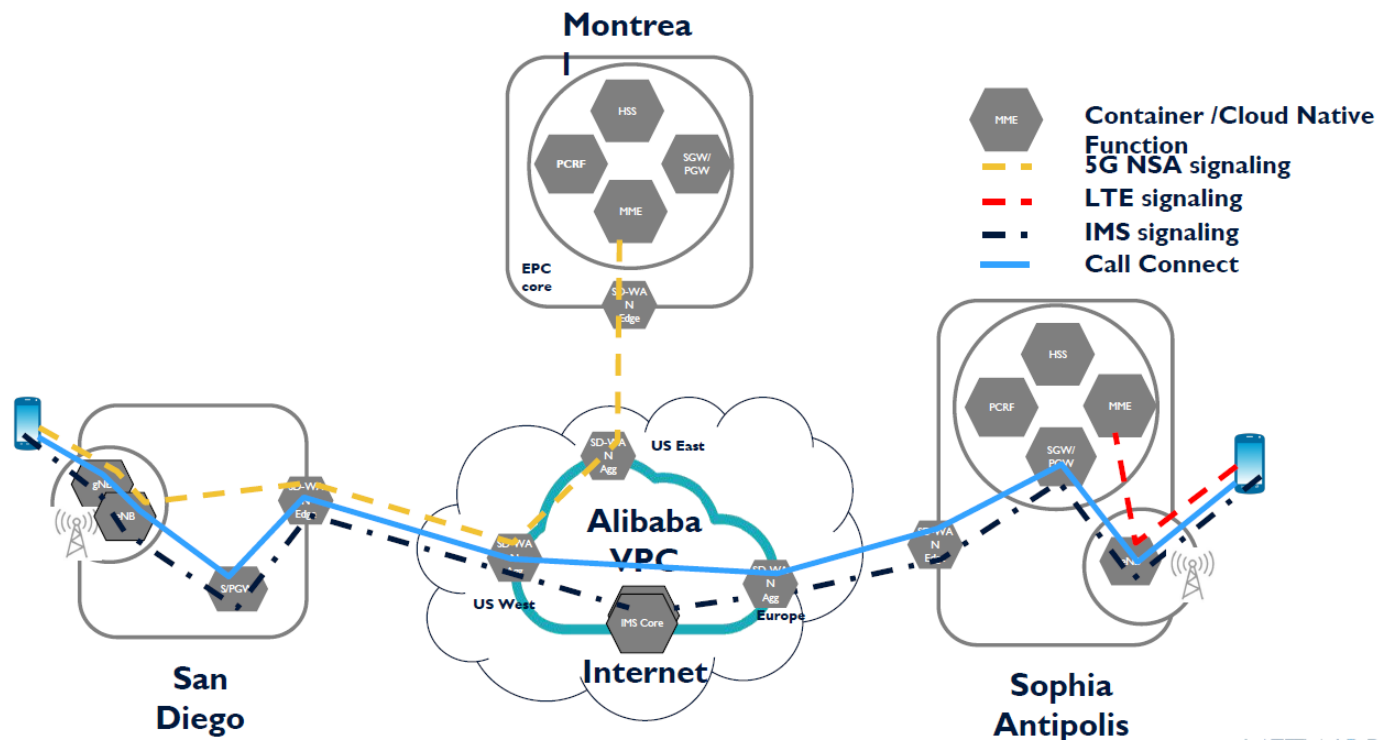
- **AT&T 독주 체제 종식** → 최근 1년 內 Huawei 약진 (※ 오픈소스는 미-중 무역분쟁 영향이 적음)
- Nokia Top 2 등재: R3 릴리즈로 **Radio Edge Cloud 완성 단계** (O-RAN Near Realtime RIC 지원)



▶ 미주 지역 및 유럽의 Core, Edge 클라우드 및 RAN을 원격 연결



▶ E2E 비디오 컨퍼런스 콜을 시연 : 연관된 Core Network Function 연동



- ▶ 배경 : 범용 COTS 서버 위에 “가상화”된 네트워크 서비스를 운영했을 때,
 - ① 다양한 Vendor 인프라 위에서 “일관된” 네트워크 서비스 동작이 필수
 - ② 다양한 서비스 업체의 네트워크 서비스간 “상호연동성” 보장이 필수

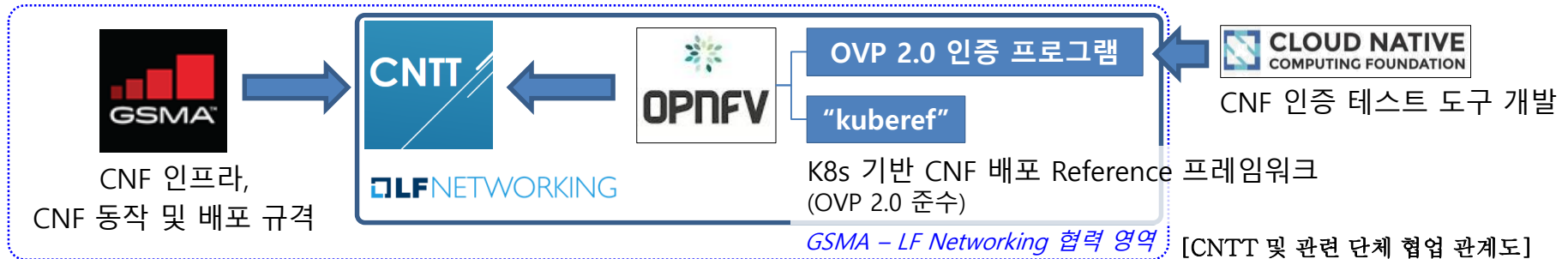
▶ CNTT (Cloud-native iNfrastructure Telco Taskforce) 창립

- 인증 규격은 GSMA에서 개발
- 관련 테스트 Suite는 오픈소스 방식으로
리눅스 재단 프로젝트 협업으로 개발
- 관련 오픈소스 프로젝트들과 역할 및
협업 방식 정의 中



▶ LF Networking, CNTT를 통해 CNF 배포 Reference 프레임워크 개발 (7월~)

- GSMA와 공동으로 CNTT 설립 ('19년) 후 기존 진영과 R&R 정립 및 산출물 구체화 완료
- CNTT Baldy 릴리즈 (6월): R&R 및 관련 로드맵 확정



- CNF 인증 테스트 도구 및 “kuberef” 프로젝트 개발이 주목을 받고 있음

- KubeCon EU '20에서 리눅스 재단이 직접 발표



[Kubecon EU '20 리눅스 재단 발표 자료]

▶ Facebook Connectivity 의 Packet Core 오픈소스 “Magma” 개요

- 배경 및 개발 이력

- 자사 서비스 (WhatsApp, Instagram, Facebook 등) 사용 확산을 위한 네트워크 인프라 지원 목적 (비용 절감)
- 네트워크 인프라가 상대적으로 열악한 Emerging Market 타겟: 4G LTE 向 개발 완료 → 현재 5G Core 개발 중
- Magma 설립팀은 현재 VMWare NSX인 Nicira 출신: SDN 상품 개발, 출시한 경험을 Magma 개발에 적용

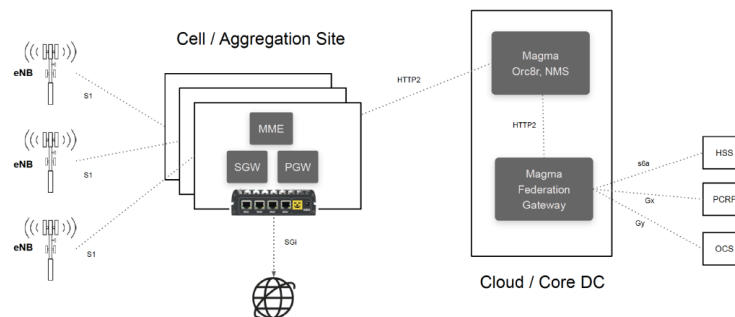
*VMWare 데이터 센터 가상화 플랫폼 솔루션 (자사 클라우드 OS인 vSphere와 연동)

- 3개의 모듈로 구성 [[오픈소스 GitHub](#), [공식 웹사이트](#)]

- **Access gateway:** P/S-GW 및 MME 제공
- **Federation gateway:** HSS 및 PCRF와 같은 사업자 환경의 기존 컴포넌트와의 인터페이스 제공
- **Orchestrator:** Magma 컴포넌트들의 관리 및 모니터링

- 현재까지 Facebook Connectivity에서 개발의 91%를 차지

- GoLang, Python, C/C++, JavaScript 지원, 158명의 오픈소스 개발자, LOC는 200만 라인



[Magma 아키텍처]



[Magma 로고]

▶ 5G Core의 De-facto 오픈소스로서의 입지 선점을 위해 공격적으로 협업 중



[Magma 와 관련 단체 협력 관계도]

Open Core Network (OCN) Project Group ('20.4월~ [링크](#))

- Magma 프로젝트 협업을 위해 TIP Charter까지 변경
 - (Before) 기존 프로젝트를 활용, 조합하여 Field Trial
 - (After) 오픈소스 구현을 TIP Charter에 추가
- Facebook 주도 (TIP 설립사 중 하나)
- Rakuten Mobile, Amdocs, Vodafone, British Telecom, Orange, Mirantis 등 동참

※ [참고] TIP Project Group은 기술 분야 별로 다음과 같이 구성

- Access Projects: OpenRAN (5G NR), OpenCellular 등
- Transport Projects: mmWave Networks, Wireless Backhaul 등
- Core & Services Projects: Open Core Network, E2E Network Slicing 등

▶ Magma 프로젝트 5G 개발 로드맵

5G FWA, Private 5G

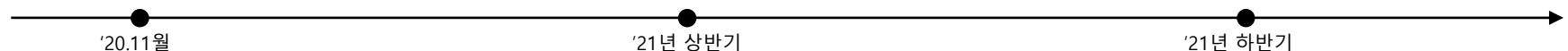
- UPF, AMF, SMF
- 3GPP reference points 지원:
N1, N2, N3 (RAN) & N6 (Data Network)

Converged Core

- 5G Core with Non-5G access
(4G-LTE & WiFi)

Full 5G Core

- 5G Standalone Based Service (SBA 기반)



*단, Moving Target 성향이 강한 오픈소스 특성에 의거, 향후 개발 추이 모니터링 필요

- ▶ 기술적으로 가상화, 모듈화되는 통신 네트워크 서비스 추세 속
 - 복잡한 시스템 관리에 필요한 자동화 / 지능화에 Analytics 적용 필수
 - 데이터 / 서비스 연동에 필요한 개방형 인터페이스의 중요도는 더욱 커질 것
- ▶ 사업자 운영 효율성 및 안보상의 이유로 개방형 인터페이스가 화두로 유지 추측
- ▶ 개방형 인터페이스는 기존 통신 업계에 양날의 검
 - Proprietary 솔루션을 상실할 수도 있고 신규 시장을 개척할 수도 있음
 - 인터페이스 개방이 모든 업체가 참여할 수 있는 것 아님 : 여러 노하우 필요
 - 관련 오픈소스 참여, 공동 개발을 통한 선제적 대응만이 최선의 대응책