

欧州の新世代ネットワーク関連機関の研究開発動向とテスト
ベッド上での実証動向の調査報告書

情報通信研究機構 欧州連携センター

平成 26 年 7 月 11 日

目次

はじめに.....	1
全体の要約.....	4
GENERAL SUMMARY.....	10
第一部 欧州委員会の新世代ネットワーク・将来ネットワークの研究開発及びテストベッドでの実証実験に係る取り組みの動向.....	15
第一章 欧州委員会の 5G 技術及び研究・実験テストベッドの研究開発に係る取り組み.....	15
第二章 第七次枠組計画とホライゾン 2020 におけるネットワーク技術と研究・実験テストベッドに係る研究助成動向.....	20
第二部 欧州における新世代ネットワーク・将来ネットワークの研究開発及びテストベッドでの実証実験に係る研究開発組織とパートナーシップの動向.....	22
第一章 5G-PPP.....	22
5G-PPP インフォメーションデー 視察レポート.....	27
第二章 ダンテ (DANTE).....	31
第三章 テレナ (TERENA).....	34
第四章 サーフネット (SURFNET).....	37
第五章 ノールデュネット (NORDUNET).....	39
第六章 フェリックス (FELIX) プロジェクトへの欧州側参加組織の概要.....	41
第七章 オープンデイルイト (OpenDaylight) プロジェクトへの欧州参加組織の概要.....	44
第三部 欧州における新世代ネットワーク・将来ネットワークの研究開発及びテストベッドでの実証実験に係る研究プロジェクトの動向.....	46
第一章 FP7 における 5G に係る研究開発プロジェクト事例.....	46
ヒアリング議事録: CEALIST.....	48
第二章 FP7 FIRE の研究開発プロジェクト事例.....	55
ヒアリング議事録: UPMC LIP6.....	55
CI-FIRE イベント視察レポート.....	62
第三章 ANA 100G プログラムの動向.....	68
第四部 国際電気通信連合と欧州電気通信標準化機構における SDN 及び NFV 標準化の動向.....	69
第五部 第 1 回将来インターネットに関する欧州会議 (ECFI) 報告レポート.....	71
第六部 欧州ネットワーク・通信会議 (EUCNC) 視察レポート.....	78

はじめに

調査目的

情報通信研究機構（以下、当機構という）では、情報伝送量の大幅な拡大、これに伴う情報処理機器でのエネルギー消費量の増大、セキュリティの脅威等、情報通信ネットワークが抱える様々な問題を抜本的に解決することを目的として、社会の基盤として高い適応性と持続発展性を有するネットワークの構築技術を確立すべく、「新世代ネットワーク」の研究開発を進めている¹。このため、「ネットワーク研究本部」を中心に、新世代ネットワークの実現を目指し当機構内外の研究者を結集して平成 22 年度より新世代ネットワーク戦略プロジェクトを推進している。

新世代ネットワークの実現に向けては、実利用に適するかが重要であり、当機構では、「テストベッド研究開発推進センター」²を中心として、全国規模の新世代通信網テストベッド「JGN-X」や、大規模エミュレーション環境「StarBED3」を利用し、新世代ネットワークの実証を行い、研究の展開と研究成果の普及を目指している。

欧州では、欧州連合（EU）を中心として、日本で言うところの新世代ネットワークに相当するものを「将来ネットワーク」と呼ぶことが多く、EU の「第七次枠組プログラム（FP7）」において、各国における将来ネットワークの研究開発を推進している。また、新世代ネットワークの研究開発を更に加速し、深化させるため、当機構では EU の行政執行機関である欧州委員会とともに、日欧共同で研究開発を行う研究機関に対して研究開発の委託を行うべく提案を募集し、当該研究機関が 2013 年 4 月から研究を開始しているところである。この中では、ネットワークテストベッドを活用した日欧における実証的共同研究が対象となっており（FELIX プロジェクト）、新世代ネットワークの実現に向けて、テストベッド上での実証が重要となっている。また、FP7 プログラムのみならず、2014 年からの EU の新しい研究開発助成計画「ホライゾン 2020」では、第五世代携帯電話（5G）を含めて、新世代ネットワーク・将来ネットワークに関する研究開発を推進しようとしている。当機構でも、欧州委員会とともに研究開発の委託の第二次提案を募集し、2014 年秋以降に研究が開始される予定である。

このような観点から、本調査では、テストベッド研究開発推進センターの JGN-X 上で進めている新世代ネットワーク技術の検証に関し、JGN-X での研究の独自性・先進性を確認する観点から、欧州における各種研究ネットワークでの同ジャンルの研究進捗状況を調査した。合わせて、「ホライゾン 2020」等における 5G を含めた新世代ネット

¹ <http://www.nict.go.jp/nrh/nwgn/>

² <http://www.nict.go.jp/jgn/index.html>

ワーク・将来ネットワークの研究状況を調査した。

調査研究項目

- ・ 欧州委員会の新世代ネットワーク・将来ネットワーク及びテストベッドの研究開発に係る取り組み（5G-PPP、非欧州国との研究提携、FP7 とホライゾン 2020 における研究開発助成動向）
- ・ 欧州における新世代ネットワーク・将来ネットワークの研究開発及びテストベッドで実証実験に係る研究開発組織及びパートナーシップ（5G-PPP、FI-PPP、TERENA、DANTE、SURFnet、NORDUnet、FELIX プロジェクト及び OPENDAYLIGHT プロジェクトの欧州側参加機関）
- ・ 欧州における新世代ネットワーク・将来ネットワーク及びテストベッドの研究開発プロジェクト（FP7 の 5G に係るプロジェクト、FP7 のテストベッド・実験施設に係るプロジェクト、ANA100G）
- ・ 国際電気通信連合及び欧州電気通信標準化機構における SDN 及び NFV 標準化の動き

なお、上記の調査に当たっては、OpenFlow、SDN、DCN、NSI、Network Virtualization 等の最新ネットワーク技術と、5G 民間ベンダー・電気通信事業者（シスコ、ジュニパー、エリクソン、ノキア・ソリューション・ネットワーク、アルカテルルーセント、オレンジ、インテル、タレス、ファーウェイ等）の協調関係又は競争関係にも留意して調査した。

実施方法

欧州の研究機関や企業の公開情報、各種メディアで紹介・報道される情報をもとに調査を行うとともに、関係者へのインタビュー、ICT イベントへ視察を実施して、情報を収集し、ヒアリング議事録及びイベント視察レポートも本報告書に収録した。インタビュー調査としては、仏公的研究機関 CEA LIST と仏 UPMC の研究者を対象に調査を実施した。ICT イベントには、第 1 回将来インターネットに関する欧州会議、5G-PPP インフォメーションデー、FP7 の CI-FIRE プロジェクトの会合、欧州ネットワーク・通信会議へ参加した。

なお、本報告書では、情報を入手したウェブサイトの URL を参考のため注に載せているが、これらの記事はウェブサイト管理運営者の都合で随時移動、修正、削除される可能性がある。従って、本報告書の発表後、注に記された URL から情報源となった記事にアクセスできないことがありうることを、ここで前もって注記しておきたい。

調査支援組織 : ONOSO

住所 : 2 Boulevard Anatole France, 92100, Boulogne-Billancourt, FRANCE

電話番号 : 01 46 03 06 53 (フランス国外から: 0033 1 46 03 06 53)

メールアドレス : k.ono@onosofr

担当 : 小野 浩太郎

全体の要約

以下に本報告書の全体の要約を記す。より詳しい情報については本文を参考していただきたい。

第一部 欧州委員会の新世代ネットワーク・将来ネットワークの研究開発及びテストベッドでの実証実験に係る取り組みの動向

欧州委員会の取り組み

- ・ ネットワーク技術及びテストベッドに関する欧州委員会の取り組みにおいて、最も注目される最新の動向は、5G 技術開発に係るものである。
- ・ 2013 年 12 月に、通信ネットワーク・コンテンツ・技術総局（通称：CONNECT 総局）トップのネリー・クルース欧州委員会副委員長は、官民研究パートナーシップ協定である 5G Infrastructure PPP（以下、5G-PPP とする）の創設に署名し、これにより、EU は 7 年間の欧州の大型研究開発助成プログラムであるホライゾン 2020 を通して、5G 研究開発に総額 7 億ユーロを拠出する予定である。5G-PPP は、通信網の分野における EU の競争力を強化し、雇用を安定させる狙いがあり、産業をその原動力とする。
- ・ 現在、欧州委員会は非欧州国との 5G 研究開発に係る議論、そして、協定の締結に力を入れている。その先駆けとして、2014 年 6 月 16 日に、政府レベルの協力として、欧州委員会の通信ネットワーク・コンテンツ・技術総局と韓国の科学・ICT・将来計画省が、IoT、クラウド等について ICT 協力ワーキンググループを設置すること、5G の技術・標準・周波数分野で協力すること、産業協力活動をサポートすることを宣言した。翌日 6 月 17 日には、産業レベルの協力として、5G インフラストラクチャ協会と 5G フォーラムが、5G のビジョン、要件、システムコンセプト、周波数、世界標準の準備のために MoU を締結した。
- ・ 5G 技術の研究開発の他、将来ネットワークの開発に不可欠なテストベッドの研究に関しても、欧州委員会は非欧州国との連携を強化している。韓国とは FP7 の FIRE 枠で SmartFIRE プロジェクト、ブラジルとは FP7 の EU-ブジラル共同公募枠で FIBRE プロジェクト、中国とは FP7 の FIRE 枠で EU China FIRE プロジェクトを欧州委員会は実施している。中国とのプロジェクトは EU 側が予算をほぼ拠出しており、今後の共同研究に向けた EU 側からのアプローチと見られる。

第七次枠組計画とホライゾン 2020 におけるネットワーク技術とテストベッドの研究開発への助成動向

- ・ FP7 では、目標 1.1 の「将来ネットワーク」という公募枠で、ネットワーク技術に係る研究プロジェクトが募集され、7 年間（2007 年から 2013 年）の期間で、152 プロジェクトが助成されている。予算に関しては、6 億 5000 万ユーロが EU より支給されている。研究・実験テストベッドに関しては、目標 1.6（もしくは目標 1.7）の FIRE（Future Internet Research&Experimentation）で、7 年間で 61 プロジェクトが募集された。
- ・ ホライゾン 2020 ICT 作業プログラムにおける 2014 年度分の公募の多くは、2014 年 4 月 23 日に締め切られるが、5G 向けの ICT-14 の公募締め切りは、2014 年 11 月 25 日である。
- ・ ネットワーク技術に関しては、「ICT5：スマートネットワークと新型インターネットアーキテクチャ」（予算：2400 万ユーロ：応募内容：ICN（Information Centric Networks）、NDN（Named Data Networking）、PSN（Publish Subscribe information Networking）、DTN（Disruption Tolerant Networking）等の研究、IP 網を超える技術）、「ICT6：スマート光・無線ネットワ

ーク技術」(予算:3000万ユーロ:応募内容:光網、フェムトセルによる新しいネットワーク資源のコントロール、コグニティブ無線、90GHzまでの高周波利用による周波数有効技術、地上と衛星通信の結合)、「ICT14:将来インターネットのための先端5Gネットワークインフラストラクチャ」(予算:1億2500万ユーロ)という公募枠が設置されている。情報通信研究機構(当機構)でも研究が進められているICNは、ホライズン2020のICT作業プログラムではICT-5で、また、周波数有効技術に係る研究は、ICT-6で募集されている。5G向けに公募枠が設けられ、予算額(1億2500万ユーロ)も大きく、欧州委員会の同技術に関する関心の強さが伺える。なお、ICT-14では、5G技術向けのテストベッドの研究開発へも助成される。

- ・ 研究・実験テストベッドに関しては、新たに「ICT11:FIRE+」(予算:3150万ユーロ:応募内容:移動通信と無線通信、クラウド、周波数、フォトニクス、IoT、分散サービスプラットフォーム、センサー向けの実験インフラストラクチャ、GÉANTへのでこ入れ、EaaS(Experimentation-as-a-Service)と仮想的実験(Virtual Experimentation))という枠が設置されている。
- ・ 欧州委員会の発表では、現在(2014年7月)、ICT-5には37プロジェクト、ICT-6には88プロジェクトが応募され、各プロジェクトの予算平均は300万ユーロであった。ICT-5への応募では、ICN(Information Centric Networking)関連のプロジェクトも幾つか応募されていたが、SDNとNFVに係るプロジェクトが多かった。ICT-6への応募では、250GHz帯までのミリ波を開拓するプロジェクトの応募が増えており、5Gでのバックホールへの利用が考えられている。

第二部 欧州における新世代ネットワーク・将来ネットワーク及びテストベッドの研究開発組織とパートナーシップの動向

5G-PPP

- ・ 5G-PPPは2013年12月に設立され、予算は14億ユーロ(EU側 拠出金:7億ユーロ 企業側 拠出金:7億ユーロ)が見込まれている。5G-PPPは欧州産業に第五世代移動通信技術標準(5G)の開発に取り組みませ、5G標準の本質的特許(Standards essential patents)の少なくとも20%を開発することを目標にしている。欧州委員会とPPPの協定を締結するために創設された団体、5Gインフラストラクチャ協会のメンバーは、5G向けに新設されたETPの運営委員会メンバーであり、欧州の大手通信事業者とIT機器ベンダー、研究開発機関、中小企業がメンバーとして加入している。だが、欧州の有名な研究機関(独フラウンホーファー協会や仏鉱業・テレコム研究院等)は参加していない。また、非欧州国からは、日本、韓国、中国、アメリカの企業が参加している。
- ・ 5G-PPPのプライベート側の組織である5Gインフラストラクチャ協会に参加する多くの組織はFP7 METISプロジェクトにも参加しており、同プロジェクトは5G-PPPと関係が深い。5Gインフラストラクチャ協会とMETISプロジェクトの両者に参加する組織は、ノキア(フィンランド)、アルカテルルーセント(フランス)、ドイツテレコム、フランステレコム、テレコムイタリア、エリクソン(スウェーデン)、テレフォニカ(スペイン)、ドコモ(日)、ファーウェイ(中)であり、欧州の主要通信事業者とベンダーがそろって参加している。従って、METISプロジェクトは5G-PPP、ひいては、欧州の5G研究開発に大きな影響を与える可能性があると考えられる。
- ・ 5G-PPPが掲げる5GのKPIは、以下の7点である。
 1. 2010年時と比較して、1000倍高い無線通信分野の容量とより変化に富んだサービスの能力を提供する。

2. 提供されるサービス毎に 90% のエネルギーを削減する。
 3. 主要なエネルギー消費が無線アクセス網に由来する通信網
 4. サービス製作の平均タイムサイクルを 90 時間から 90 分に縮減させる
 5. 安全、信頼可能で、依存可能なインターネットの創造（サービス提供のための停止時間なし）
 6. 70 億人以上が利用する 7 兆以上の無線端末が接続する無線通信リンクの非常に濃密な展開を促進する。
 7. より進んだユーザー・プライバシーコントロールを可能にする
- ・ 5G-PPP は、将来インターネットのプラットフォームやサービスの研究開発に焦点を当てた FI-PPP とは補完的な関係にある。FI-PPP 等におけるサービス開発の進展は、インフラストラクチャの改善の必要性を加速させており、5G のような先端ネットワークが必要である。FI-PPP と 5G-PPP は、将来インターネットにおける欧州のリーダーシップという同じ 1 つの目標を目指す 2 つの欧州のイニシアチブである。
 - ・ 5G-PPP は欧州委員会が 5G 研究開発政策の中心に据える取り組みであるが、研究者側から懸念がないわけではない。ヒアリング調査を実施した仏 UPMC LIP6 の研究者（テストベッドの研究開発が専門）は、FI-PPP の経験から 5G-PPP に疑念を抱いている（同研究者によれば、FI-PPP のプロジェクトの一つである FI-WARE では、各組織間の競争がなく、研究成果が乏しい）。

ダンテ・テレナ・サーフネット・ノールデュネット

- ・ ダンテ (Dante : Delivery of Advanced Network Technology to Europe) は、1993 年以来、研究・教育機関向けに汎欧州研究ネットワークを提供している。ダンテは民間の非営利団体であり、欧州諸国の国立研究・教育ネットワーク (NREN : National Research and Education Networks) によって形成されたネットワークである。本拠地は英国のケンブリッジにあり、人員数は約 70 名である。
- ・ テレナ (TERENA : Trans-European Research and Education Networking Association) は、研究・教育のコミュニティにより利用されるインターネット技術、インフラストラクチャ、サービスの開発を強化するために、提携し、技術革新を行い、知識を共有するためのフォーラムである。テレナには各国から多くの組織 (国際機関の他、欧州国及び欧州国の通信事業者、大手ベンダー、インターネットサービス事業者等) が参加しており、EU 加盟国の組織に限られない。また、テレナに参加する一定の機関は、ダンテにも属している場合がある。テレナの人員は 22 名で、2013 年度の予算は約 300 万ユーロである。
- ・ サーフ (SURF) は、1986 年に設立されたオランダの NREN であり、国内で高等教育・研究向けの ICT インフラストラクチャの開発と運営を行っている。サーフの内部組織であるサーフネットは、高等教育・研究機関及びベンダーと提携して、革新的な ICT ソリューションを開発し、また、新しいアプリケーションのテストを行う施設を提供している。サーフの本拠地はオランダ・アムステルダムであり、全人員は 138 名で、2013 年の収入は 3270 万ユーロである。
- ・ ノールデュネット (NORDUNET) は、5 つの北欧諸国の NREN の共同インフラストラクチャである。参加組織はデンマーク・DeIC、フィンランド・Funet、アイスランド・RHnet、ノルウェイ・Uninett、スウェーデン・SUNET である。本拠地は、スウェーデンのストックホルムにある (北欧大学ネットワークオペレーションセンター)。2013 年 12 月には、ノールデュネットはサーフネットとともに、100Gbps のアムステルダムとロンドン間に光網を展開することに成功した。2013 年初頭から、ノールデュネットとサーフネットは欧

州とアメリカの大陸間に 100Gbps ネットワークを展開するプロジェクト「ANA-100」に参加し、サーフネットが伝送機器を提供し、ノールデュネットが光網の整備に従事していた。

フェリックスプロジェクト及びオープンデイルイトプロジェクトへの欧州参加組織

- ・ フェリックス (Federated Test-beds for Large-scale Infrastructure experiments : FELIX) は、日本と欧州の実験施設を将来インターネットで接続するため、共通のフレームワークを開発することを旨とするプロジェクトである。日本からは産業技術総合研究所と KDDI が参加している。欧州側参加組織は、PSNC(ポーランド)、ネクストワークス (イタリア)、i2CAT (スペイン)、サーフネット (オランダ)、EICT (独)、iMinds (ベルギー) である。
- ・ オープンデイルイトプロジェクトは、リナックスファウンデーション (米に本拠地) が主催する共同プロジェクトの一つである。この共同プロジェクトでは、民間ベンダーや ICT サービス企業に特定のソフトウェアの開発と利用を振興する組織的な基盤を与えているが、オープンデイルイトプロジェクトは、SDN の実現と NFV (Network Functions Virtualization) に確かな基礎を与えるネットワークプログラムアビリティのためのオープンプラットフォームを開発することを目的としている。プロジェクトに参加している非米国組織は、スウェーデン (エリクソン)、フランス (6WIND、QOSMOS)、ドイツ (ADVA)、日本 (富士通、ミドクラ)、中国 (HBC、ファーウェイ、ZTE) である。

第三部 欧州における新世代ネットワーク・将来ネットワークの研究開発及びテストベッドでの実証実験に係るプロジェクトの動向

FP7 の METIS と TROPIC

- ・ FP7 の METIS プロジェクト (研究期間: 2012 年 11 月-2015 年 4 月・プロジェクトコーディネーター: エリクソン) は、FP7 の 5G 研究プロジェクトの中でも、全予算 2600 万ユーロ以上、約 30 参加組織という超大型プロジェクトであり、非常に注目が集まっている。同プロジェクトには、欧州の大手通信事業者 (ドイツテレコム、フランステレコム、テレコムイタリア、テレフォニカ)、研究開発組織 (フラウンホーファー協会、鉱業・テレコム研究院など)、大手ベンダー (エリクソン、ノキア、アルカテルルーセント) の他、NTT ドコモ、ファーウェイ技術も参加している (NTT ドコモは同社の欧州子会社だけではなく、日本企業として参加)。その上、世界的な自動車企業 BMW (独) も参加しており、5G の自動車サービスの研究及び商用化が積極的にプロジェクト内に取り込まれていることが分かる。METIS の主な目標は、未来の包括的な移動・無線通信システムに関する欧州のコンセンサスの基盤を作ることである。そして、同プロジェクトはプレ標準化と規制立法プロセスに貢献し、移動・無線通信分野における欧州のリーダーシップを確立することを目指している。METIS プロジェクトは、現在、欧州における 5G のビジョンや要件に影響を与える可能性があり、実際に影響を与えていると言える。なぜなら、METIS プロジェクトに参加している多くの通信事業者と IT 機器ベンダーが、5G 向けの ETP 運営委員会、そして、5G インフラストラクチャ協会のメンバーであるからである。従って、METIS プロジェクトと 5G-PPP は深いつながりを持つ。
- ・ なお、2014 年 6 月末に開催された欧州ネットワーク・通信会議 (EUCNC) における METIS プロジェクトのコーディネーターの発言によれば、5G 技術としては、SDN と NFV の開発を進めるとしている。
- ・ TROPIC プロジェクト (全予算: 458 万 1178 ユーロ・11 参加組織・研究期間: 2012 年 9 月-2015 年 2 月・プロジェクトコーディネーター: カタルーニャ工科大学 (スペイン)) は、

アプリケーション、サービスの仮想化と配信向けにフェムトセルネットワークとクラウドコンピューティングのパラダイムを融合させることを目標としている。同プロジェクトは、フェムトセルにより周波数の有効利用を促進するとともに、フェムトセルにクラウドコンピューティング機能を装備させることによって、エネルギー消費の大幅な削減を目指している。2013年2月の欧州委員会の報道発表では、TROPICはMETISと並んで、5Gに必要なアーキテクチャと機能に係る研究プロジェクトの一つとして挙げられているものの、5G技術の開発だけでなく、現行の4Gをより展開させる面も備えており、現段階が4Gから5Gへの過渡期にあることを反映したプロジェクトである。

FP7 の OPENLAB ・ FED4FIRE ・ CI-FIRE

- OPENLAB プロジェクト（全予算 737 万 431 ユーロ ・ 20 参加組織 ・ 研究期間：2011 年 9 月-2014 年 2 月 ・ プロジェクトコーディネーター：UPMC（仏））は OneLab 施設を拡張させ、PlanetLab、そして、ワイヤレスや IoT（モノのインターネット）向けのテストベッド等、ヘテロジニアスなテストベッドを連合させることを目標としている。
- FED4FIRE プロジェクト（全予算 1085 万 1133 ユーロ ・ 17 参加組織 ・ 2011 年 10 月-2016 年 9 月 ・ プロジェクトコーディネーター：iMinds（ベルギー））では、実験管理、モニタリング等、様々な用途に合わせた共通ツールを開発することによって、複数のテストベッドを連合させるフレームワークを開発している。現在、17 のテストベッドが FED4FIRE に参加している。非欧州国からは、オーストラリアの NORBIT テストベッド、韓国の KOREN テストベッド、アメリカのスタンフォード光学アクセステストベッドが参加している。API を試験的に利用して、後に不具合等を報告してもらうため、研究パートナーを公募しており、現在、2 回目の公募が実施されている（公募期間：2014 年 5 月～7 月）。なお、FED4FIRE で開発したツールは無料で利用でき、実際にダンテ等が利用している。
- CI-FIRE（全予算 60 万 4984 ユーロ ・ 5 参加組織 ・ 2013 年 10 月-2015 年 3 月 ・ プロジェクトコーディネーター：EURESCOM（独））では、テストベッドの研究開発と利用、そして、維持のためのビジネスモデルの構想と実施等について研究している。

ANA100G

- ANA100G（Advanced North Atlantic 100G）パイロットプロジェクトは、100Gbps で北米と欧州を結ぶ研究・教育向けネットワークで、新しいアプリケーション、リソース、モニタリング技術、SDN のような最新技術の開発とテストに実施することを目標としている。ANA100G には、米欧の組織（欧州側：ノールデュネット、サーフネット、GÉANT）と米ベンダー 2 社（Ciena とジュニパー）も参加しており、官民共同のプロジェクトである。ANA100G によって、新しいネットワークアプリケーションやアーキテクチャの他、データを利用する科学、高エネルギー物理学、電波天文学、遺伝学における発見を加速させることが見込まれている。

第四部 国際電気通信連合と欧州電気通信標準化機構における SDN と NFV の標準化動向

- SDN（Software-Defined Networking）は、5G の中核となる技術として世界的に注目を浴びており、国際電気通信連合（ITU）では、2012 年 11 月に開催された世界電気通信標準化会議で「ITU-T における SDN（Software-Defined Networking）向け標準化作業」に係る規則 77 を採択して以来、SDN の標準化作業を加速させている。2013 年 6 月には、「SDN 共同調整活動（JCA-SDN：Joint Coordination Activity on Software-Defined Networking）」が設立されている。JCA-SDN の役割は、SDN の標準化作業の調整を行うことであり、ITU-T SG11 及び SG13（ITU-T Study Group）等を特に支援する。SG13 は、2014 年 2 月の会合後に、ITU-T

Y.3300「SDNのフレームワーク」勧告を発表しているが、この勧告は、ITU-T SDN 標準の最初の承認であり、SDN 標準の更なる研究のための基礎を与えている。

- ・ 欧州の電気通信部門の標準化段階である ETSI では、SDN とも関係が深い NFV の標準化のため、NFV ISG (Industrie Specification Group) を設立し、2013 年 1 月に ETSI 本部があるフランスのソフィアアンチポリスで第一回会合を開催している。NFV ISG のメンバーには、世界各国の通信事業者や機器ベンダーが入っている。2013 年 10 月に、ETSI は NFV ISG との協力の下、NFV の最初の仕様を発表している。2014 年 3 月には、オープン SDN と Openflow 技術及び標準を振興するオープンネットワーク財団 (ONF) と ETSI が NFV と SDN の標準化に関して、戦略的パートナーシップ協定を締結している。ETSI と ONF は、SDN による NFV の展開を進めて行く方針である。

第五部と第六部

第五部と第六部にはそれぞれ、第 1 回将来インターネットに関する欧州会議 (ECFI) と欧州ネットワーク・通信会議 (EUCNC) への視察レポートを収録した。特に欧州ネットワーク・通信会議では、5G について多くの時間が割かれ、まさに 5G のための会議という様相を示していた。

- ・ ファーウェイ (中) とサムスン (韓) が 5G のビジョンと研究開発状況を示し、中国と韓国は同会議において存在感を示していた。
- ・ 特に、5G ビジョンとして、伝送速度の増加の他に、レイテンシ (遅延時間) の減少、D2D (デバイス間) 通信によるネットワークの分散化、エネルギー消費の向上、周波数有効利用のためのスモールセルとミリ波等の高周波の利用、SDN (ソフトウェア定義ネットワーク) と NFV (ネットワーク機能仮想化) の展開、モノのインターネット (特に、車載技術) の実現に言及する組織が多かった。
- ・ 5G の主なタイムラインとしては、2020 年: 5G 商用化、2019 年: 世界無線通信会議 (WRC) (5G 周波数割当)、2016 年ぐらいから標準化活動開始、2015 年: WRC (5G 周波数割当の準備) とされ、2014 年と 2015 年は共同研究開発の期間と全般に考えられている。
- ・ 英国のサリー大学には、5G 開発を実施する「5G イノベーションセンター」という研究機関が設置されており、5G-PPP とはまた別の枠組みで独自に研究開発を実施している。同研究機関には、英規制当局 OFCOM も参加し、日本からはソニーと富士通が参加している。

GENERAL SUMMARY

(This is a general summary of the present report. Please read the report for further information)

The first part : the trend of the European Commission's R&D policy on New generation network, Future network and test-bed

The European Commission's activities on the R&D of Future network and test-bed for research and experiment

- 5G's R&D policy is the most remarkable policy of the European commission.
- On the 17 of December 2013, the Vice-President of the European Commission (and the European Commissioner for Digital Agenda), Neelie Kroes, signed an agreement with 5G Infrastructure Public-Private Partnership (5G-PPP) which is one of the PPPs between the EU and European public or private companies. Thus, the EU will contribute about 700 millions euro for 5G R&D by Horizon 2020. This is a big European grant 7 years programme for R&D. 5G-PPP aims to reinforce the EU's competitiveness in communication network sector and to stabilize employment in Europe. According to the European Commission, industry is its important driving force.
- In addition, the European Commission is very active for 5G R&D cooperation with non-European countries. On the 16th of June in 2014, Neelie Kroes and Mun-Kee CHOI, South Korean Minister of Science, ICT and Future Planning, agreed to work towards a global definition for 5G and to cooperate for 5G R&D. The following day, 5G infrastructure Association (5G-PPP private side organization) and 5G forum (South Korean 5G private organization) signed a MoU for 5G vision, requirements, system concept, frequency and global standards preparation.
- A part from 5G, the European Commission has reinforced its cooperation with non-European countries for the R&D and the federation of test-bed indispensable to do research on Future network : FP7 "SmartFIRE" project with South Korea, FP7 "FIBRE" project with Brazil (in joint call EU and Brazil) and "EU-China FIRE" project with China. In the latter project, the EU has contributed to most part of grant, thus this project can be considered as an approach from the EU to China for future cooperation.

Network technologies and test-beds in the Seventh framework programme (FP7) and Horizon 2020

- Around 152 projects have been launched under "Future Network", Objective 1.1, in FP7 for 7 years (2007 – 2013). They are supported to the amount of around 650 millions euro. For test-bed, 61 projects have been launched for 7 years under the "FIRE", Objective 1.6 or 1.7.
- In ICT working programme for 2014 – 2015 of Horizon 2020, ICT-5 "Smart Networks and novel Internet Architectures", ICT-6 " Smart optical and wireless network technologies" and ICT-14 "Advanced 5G Network Infrastructure for the Future Internet" have been set up for network technologies. European strong interest for 5G is evident because of the amount for ICT-14!
 - ICT-5 : 24 millions euro (budget) : the R&D of ICN (Information Centric Networks), NDN (Named Data Networking), PSN (Publish Subscribe information Networking), DTN (Disruption Tolerant Networking), beyond IP technologies etc.).
 - ICT-6 : 30 millions euro (budget) : optical network, femtocell, cognitive radio, usage of higher bands up to 90 GHz, hybrid combination of terrestrial and satellite infrastructures
 - ICT-14 : 125 millions euro (budget) : 5G R&D and test-bed for 5G

- ICN, which is one of the key new generation network technologies developed in NICT, will be supported in ICT-5. Test-bed for 5G technologies will be also supported in ICT-14.
- ICT-11 “FIRE+” has been set up for test-bed.
 - ICT-11 : 31,5 millions euro (budget) : for creation, reconfiguration and/or extension of experimental infrastructures in several areas (Mobile and Wireless, Cloud, Spectrum, Photonics, Internet of Things (IoT), Distributed Service Platforms, Sensors), leverage of Europe's Research and Education Network infrastructure (GÉANT) and developing the concepts of Experimentation-as-a-Service (EaaS) and Virtual Experimentation.
- The deadline of most of calls in ICT working programme for 2014 - 2015 is the 23rd of April in 2014, while the deadline of ICT-14 is the 25th of November in 2014.
- According to the European Commission, there were 37 proposals for ICT-5 and 88 proposals for ICT-6. The average amount of the budget for a project was 3 millions euro. There were a number of proposals on ICN, but architectural topic is getting displaced towards SDN/NFV. There were a strong move towards exploitation of millimetric bands, up to 250 GHz, and an emphasis on backhaul-front haul optimisation and integration, 5G “round the corner”.

The second part : Research organization and partnership of New generation network, Future Network and test-bed in Europe

5G-PPP

- 5G-PPP was found in December 2013. Its total budget is about 1,4 billions euro (EU part is 700 millions euro and private part is 700 millions euro). This partnership aims to have European industry driving the development of 5G standards and to develop and exploit at least 20% of the 5G SEP (standards essential patents).
- 5G infrastructure Association, found for 5G-PPP contract with the EU, is composed by European IT vendors (Alcatel-Lucent, Nokia Solutions and Network, Ericsson, Thales, etc), big European telecom operators (Deutsch Telekom, Orange, Telecom Italia, Telefónica, Telenor, etc), and European research organizations (CEA-LETI etc), some European SMEs and some non-European companies (DOCOMO, Samsung, Huawei, Intel and IBM). In fact, many of them have participated in FP7 METIS project too (Alcatel-Lucent, Nokia Solutions and Network, Ericsson, Deutsch Telekom, Orange, Telecom Italia, Telefónica, DOCOMO and HUAWAI). So, the relationship between METIS and 5G-PPP is very strong, and this FP7 project is a very influential project for 5G R&D in Europe.
- 5G-PPP's KPIs for 5G are these 7 points.
 1. Providing 1000 times higher wireless area capacity and more varied service capabilities compared to 2010.
 2. Saving up to 90% of energy per service provided. The main focus will be in mobile
 3. Communication networks where the dominating energy consumption comes from the radio access network.
 4. Reducing the average service creation time cycle from 90 hours to 90 minutes.
 5. Creating a secure, reliable and dependable Internet with a “zero perceived” downtime for services provision.
 6. Facilitating very dense deployments of wireless communication links to connect over 7 trillion wireless devices serving over 7 billion people.

7. Enabling advanced user controlled privacy.
- 5G-PPP is complementary to FI-PPP which focus on Future Internet (FI) platform and service. An advanced communication networks like 5G is necessary for FI because the development of FI services needs to improve communication networks. 5G-PPP and FI-PPP are two European initiatives to realize European leadership in FI.
 - But there are concerns on 5G-PPP. An European researcher doubts of 5G-PPP success because of FI-PPP's failure. According to him, FI-WARE project, one of the FI-PPP projects, won't have a sufficient result ensuring lack of competition.

DANTE, TERENA, NORDUNET and SURFNET

- Found in Cambridge in 1993, Dante (Delivery of Advanced Network Technology to Europe) is composed by European NRENs (National Research and Education Networks).
- TERENA (Trans-European Research and Education Networking Association) is a forum designed to reinforce innovation in the field of internet technologies, infrastructure and services for research and education community. Different types of organization have participated into this association like NREN, telecom operator, vender, internet provider, non-European organization etc).
- NORDUNET is a joint infrastructure composed by 5 Nordic countries' NREN (Danish DeIC, Finnish Funet, Icelandic RHnet, Norwegian Uninett and Swedish SUNET). Its headquarter is in Stockholm. NORDUNET has participated in ANA-100 with SURE, the Dutch NREN (found in Amsterdam in 1986).

European participants to FELIX project and OPENDAYLIGHT project

- FELIX is a Japanese - European project for developing a common framework to connect Japanese experimental facilities and European ones. European participants are PSNC (Poland), Nextworks (Italy), i2CAT (Spain), SURFNET (Netherland), EIXT (Germany) and iMinds (Belguim).
- OPENDAYLIGHT project is one of the collaborative projects of Linux foundation (in the US). Its objective is to realize SDN (Soft Defined Networking) and NFV (Network Functions Virtualization). Non-American participants are Ericsson (Sweden), 6WIND (France), QOSMOS (France), ADVA(Germany), Fujitsu (Japan), Midokura (Japan), HBC (China), Huawei (China) and ZTE (China).

The third part : The R&D of New generation network, Future network and test-bed in Europe

FP7 : METIS and TROPIC

- METIS is the largest current European project for 5G (26 millions euro of total budget : about 30 participants (coordinator, Ericsson) : from November 2012 to April 2015). Its main objective is to lay the foundation for, and to generate a European consensus on the future global mobile and wireless communications system. It provides valuable and timely contributions to pre-standardisation and regulation processes, and ensures European leadership in mobile and wireless communications. Many big European companies (Alcatel-Lucent, Nokia Solutions and Network, Ericsson, Deutsch Telekom, Orange, Telecom Italia, Telefónica, etc), some big European research organization (Frannhofer-Gesellschaft, Institute Mines-Telecom, KTH, RWTH Aachen University, Aalto-University etc), and non-European companies (DOCOMO and HUAWEI) are partners in this project. In addition, BMW, a big European automobile company, participates in this project.

According to the presentation of Ericsson in European Conference on Network and Communications in June 2014, this project has focused on SDN and NFV rather than ICN.

- TROPIC project (about 4,5 millions euro of total budget : 11 participants (coordinator, Universitat Politècnica de Catalunya : from September of 2012 to February of 2015) aims to merge cloud computing with femtocell networking for better use of frequencies and energy. This project consists in developing 4G technologies further. So, it reflects the transition between 4G and 5G

FP7 : OPENLAB, FED4FIRE and CI-FIRE

- OPENLAB project (about 7 millions euro of total budget : 20 participants (coordinator, UPMC), from September 2011 to February 2014) aims to expand ONELAB facilities operated by UPMC and federate heterogeneous test-beds for wireless, Internet of Things etc.
- FED4FIRE project (about 11 millions euro of total budget : 17 participants (coordinator, iMinds) : from October 2011 to September 2016) aims to federate test-beds by developing common tools for managing and monitoring them. 17 test-beds have participated into this project (from non-European countries too : Australian NORBIT test-bed, South Korean KOREN test-bed and American test-bed of Stanford University). The tools developed by FED4FIRE can be used free of charge.
- CI-FIRE project (600 4984 euro of total budget : 5 participants (coordinator, EURESCOM) : from October 2013 to March 2015) develops the use case and business model of test-bed.

ANA100G

- ANA100G (Advanced North Atlantic 100G) is an American – European project for research and education networking. Its main objective is to develop and test new applications or new network technologies like SDN in research and education networks between North America and Europe. American organizations (Internet2 and ESnet), two American vendors (Cinea and Juniper), and European organizations or project (NORDUNET, SURFNET and GÉANT) are part of this project.

The Forth part : Standardization of SDN and NFV in ITU and ETSI

- ITU (International Telecommunication Union) has accelerated standardization activities of SDN since the adoption of the Resolution 77 – Standardization work in ITU-T for software defined networking in November of 2012. JCA-SDN (Joint Coordination Activity on Software-Defined Networking) was found in June 2013. Its role is to coordinate standardization activities in ITU in supporting particularly IUT-T SG11 and SG13 (SG : Study Group). SG13 published “Recommendation ITS-T Y.3300 Framework of Software-Defined Networking” in February 2014 which gives a basis for further study of SDN by providing its definition, objectives, capabilities, requirements and high-level architecture.
- ETSI (European Telecommunication Standards Institute) has found NFV ISG (Industrie Specification Group) for NFV, and its first meeting took place in January 2013 in Sophia Antipolis. Many big telecom operators and IT vendors around the world have participated in this ISG. In addition, in March 2014, ETSI and Open Networking Foundation (ONF) announced strategic collaboration for SDN and NFV.

The Fifth part : the report on the European Conference on the Future Internet (ECFI)

The Sixth part : the report on the European Conference on Networks and communications

(EUCNC)

The Fifth part and the Sixth part are dedicated to two big European conferences : the European Conference on the Future Internet (ECFI) and the European Conference on Networks and communications (EUCNC).

- There were many sessions on 5G in the EUCNC in addition to 5G-PPP workshop, as if it was dedicated to 5G. The European Commission focused on 5G technologies in this conference.
- Chinese company, Huawei, and Korean company, Samsung, showed their 5G vision, thus China and Korea made their presence felt in EUCNC.
- Many researchers mentioned 5G technological characteristics : transfer speed, diminution of latency, D2D communications, improvement of energy consumption, small cell and extremely high frequency for better use of frequency, SDN, NFV and IoT including vehicle communication technologies.
- General European time line for 5G : commercialization in 2020, spectrum allocation in 2019, standardization in 2016, preparation of spectrum allocation in 2015. 2014 and 2015 are for collaborative research period.
- Found in the University of Surrey in the UK, 5G Innovation Centre (5GIC) is developing 5G technologies parallel to 5G-PPP. British authority, OFCOM, and some Japanese companies (Fujitsu and Sony) have also participated into 5GIC.

第一部 欧州委員会の新世代ネットワーク・将来ネットワークの研究開発及びテスト

ベッドでの実証実験に係る取り組みの動向

第一部では、欧州委員会の新世代ネットワーク、将来ネットワーク及びテストベッドの研究開発に係る取り組みを外観する。第一章では、欧州委員会の第五世代移動通信技術（以下、5G技術とする）の研究支援取り組み、第二章では、第七次枠組計画（以下、FP7とする）と新枠組計画であるホライゾン 2020 における新世代ネットワーク、将来ネットワーク及びテストベッドの研究助成動向について記す。

第一章 欧州委員会の5G技術及び研究・実験テストベッドの研究開発に係る取り組み

み

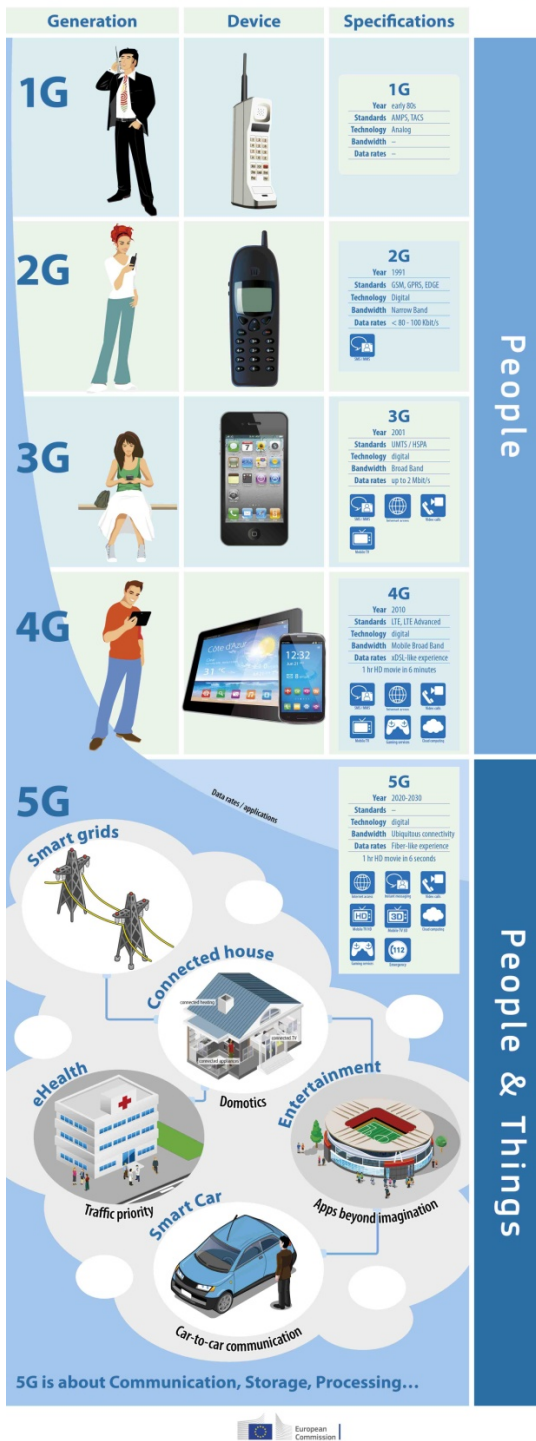
第一節 5G-PPPの創設

ネットワーク技術及びテストベッドに関する欧州委員会の取り組みにおいて、最も注目される最新の動向は、ユビキタスな超高速通信の実現を目標とする次世代通信網の要である5G技術開発に係る取り組みである。欧州の研究機関と産業が5G開発において大きな役割を果たし、欧州が同分野でリーダーシップを発揮して、欧州の経済成長と雇用創出を確保するために、欧州委員会は研究開発、技術仕様の標準化作業、周波数割当等、様々な側面から研究組織と産業を支援する旨をウェブサイト上で表明している³。特に、2013年12月には、通信ネットワーク・コンテンツ・技術総局トップのネリー・クルース欧州委員会副委員長は、官民研究パートナーシップ協定である5G Infrastructure PPP（以下、5G-PPPと略す）の創設に署名し、これにより、EUは7年間の欧州の大型研究開発助成プログラムであるホライゾン 2020を通して、5G研究開発に総額7億ユーロを拠出する予定である（5G-PPPについては、本報告書第二部で詳述する）。

欧州委員会が公表している1Gから5Gに至る技術及びサービスの進展を描いた図版によれば、5Gでは通信速度が向上する上に、4Gまでは対応する端末がスマートフォンとタブレットに限定されていたが、飛躍的に対応端末が広がり、スマートグリッド、スマートシティ、スマートハウス、スマートカー、Eヘルス等の技術との融合が進むことが見込まれており、ヒト同士での通信だけでなく、ヒトとモノ、そして、モノとモノとの通信が進み、移動通信技術が新たな段階に突入する。

³ <http://ec.europa.eu/digital-agenda/en/towards-5g>

Mobile communications: from 1G to 5G



出典 欧州委員会

さて、フランスのICT研究者にインタビュー調査を行った際に、この欧州委員会の図版に対して意見を伺った。以下に、質問と回答を抜粋する⁴。

⁴ ヒアリング議事録は同報告書第三部に収録したので、より詳しくはそちらを参考にいただきたい。

(質問) 欧州委員会の 5G ビジョンの図版を見ると、5G においては、通信速度が上がるだけでなく、他の様々なもの、電力網、自動車、家、街、通り、病院等と接続できるようになる。あなたがたはこれと同じ 5G ビジョンを持つか。

仏CEALIST (ICT応用研究機関) の研究者の回答:

(回答) 確かにその通りだと思う。人同士の通信から、モノとモノと、人とモノの通信へと通信技術が拡大していくだろう。われわれは現在産業パートナーとともに、産業アプリケーションに移動通信技術を利用できないか考えているところである。M2M技術 (センサー等) と移動通信技術の融合が目指される。

仏UPMC LIP6 の研究者の回答:

(回答) この図は政策立案者にはいいかもしれないが、これが本当に 5G ビジョンとして役に立つかは分からない。私は近年の電気通信部門の発展として、まず、電話システムの IP 網への移行 (IP everywhere)、ついで、スマートフォンやタブレットによるインターネットへのワイヤレスアクセスの普及があると考え。第二の進展は、今後自動車によるインターネットアクセスにもつながるだろう。第三の進展としては、ソフトウェア・ネットワーク、つまり、SDN やクラウドを挙げる。これらの技術によって、多くの機能がソフトウェアによって提供されうるし、より簡単に提供されうる。これは多くの分野に言えることで、例えば、インフラストラクチャがオンデマンドによってよりダイナミックな仕方提供される。私は 5G にとって重要な要素は、プログラム可能性 (programmability) であると考え。SDN や NFV は 5G の重要な構成要素である。

以上のような返答があり、欧州委員会の作成図版に対する反応は研究者により様々なようである。

第二節 欧州委員会と韓国の 5G 研究開発に係る協定

5G-PPP の他、現在、欧州委員会は非欧州国との 5G 研究開発に係る議論、そして、協定の締結に力を入れている。その先駆けとして、2014 年 6 月 16 日に、政府レベルの協力として、欧州委員会の通信ネットワーク・コンテンツ・技術総局と韓国の科学・ICT・将来計画省が、IoT、クラウド等について ICT 協力ワーキンググループを設置すること、5G の技術・標準・周波数分野で協力すること、産業協力活動をサポートすることを宣言した。翌日 6 月 17 日には、産業レベルの協力として、5G-PPP 協会と 5G フォーラムが、5G のビジョン、要件、システムコンセプト、周波数、世界標準の準備のために MoU を締結した⁵。また、2016 年から 2017 年にお EU と韓国間で共同公募を実施する可能性も示唆されている。2014 年 6 月末にイタリアのボローニャ市で開催された欧州ネットワーク・通信会議 (EUCNC) では、欧州委員会は、中国、日本との同種の協定に係る議論の必要性が強調されていた。5G-PPP の説明では、2014 年と 2015 年はまだ市場競争がないことから、他国と協力して研究開発を実施することが可能である。

第三節 欧州委員会と非欧州国とのテストベッド共同研究の動向

5G 技術の研究開発の他、将来ネットワークの開発に不可欠なテストベッドの研究に関しても、欧州委員会は非欧州国との連携を強化している。韓国とは、FP7 の FIRE 枠で SmartFIRE プロ

⁵ http://europa.eu/rapid/press-release_IP-14-680_en.htm

プロジェクト、ブラジルとは FP7 の EU-ブラジル共同公募枠で FIBRE プロジェクト、中国とは FP7 の FIRE 枠で EU China FIRE プロジェクトを欧州委員会は実施している。以下に、これら 3 プロジェクトの概要について記す。中国とのプロジェクトは EU 側が予算をほぼ拠出しており、今後の共同研究に向けた EU 側からのアプローチと見られる。

a) SmartFIRE

正式名称	韓国と欧州における将来インターネットインフラストラクチャを開拓する無線テストベッドにおける SDN 実験の可能性
略称	SmartFIRE
公募枠と年度	ICT-2013-10
研究期間	2013 年 11 月-2015 年 12 月(26 ヶ月)
予算(EU 拠出金)	130 万 5000 ユーロ(49 万 9000 ユーロ)
コーディネーター	テッサリア大学(ギリシア)
参加組織	UPMC(仏)、iMinds(ベルギー)、ムルシア大学(スペイン)、Sigma Orionis(仏)、オーストラリア国立 ICT、GIST(韓)、KISTI(韓)、KAIST(韓)、ETRI(韓)、SNU(韓)
ウェブサイト	http://eukorea-fire.eu
プロジェクト内容	欧州と韓国内の将来インターネット向けの既存のテストベッドを拡張し、連合させる。特に、SDN 研究の実験を可能にする大規模実験施設の統一された共通の実験方法の創出と、欧州と韓国のインフラストラクチャの連合が目標となる。

b) FIBRE プロジェクト

正式名称	ブラジルと欧州間の将来インターネットテストベッド/実験
略称	FIBRE
公募枠と年度	ICT-2011-10-1-3
研究期間	2013 年 11 月-2015 年 12 月(26 ヶ月)
予算(EU 拠出金)	156 万 0457 ユーロ(109 万 9965 ユーロ)
コーディネーター	I2CAT(スペイン)と UFPA(ブラジル)
参加組織	ネクストワークス Sri(伊)、ブリストル大学(英)、UPMC(仏)、テッサリア大学(ギリシア)、オーストラリア国立 ICT、CPqD(ブラジル)、RNP(ブラジル)、UFF(ブラジル)、UFG(ブラジル)、UFRJ(ブラジル)、UFSCar(ブラジル)、UNIFACS(ブラジル)、USP(ブラジル)、UFPE(ブラジル)
ウェブサイト	http://www.fibre-ict.eu
プロジェクト内容	ブラジルと欧州における連合された大規模将来インターネット実験施設の創出。

c) EU China FIRE

正式名称	EU-中国の将来インターネットの共通活動と機会
------	-------------------------

略称	EU China FIRE
公募枠と年度	ICT-2013-10
研究期間	2013年8月-2015年7月(24ヶ月)
予算(EU 拠出金)	58万8947ユーロ(49万9000ユーロ)
参加組織	Martel GMBH (スイス)、Easy Global Market (仏)、ルクセンブルグ大学(ルクセンブルグ)、Sigma Orionis (仏)、中国電気通信研究アカデミー(中)、Fujian Ruijie Networks (中)、BII Group Holdings (中)
ウェブサイト	http://www.euchina-fire.eu
プロジェクト内容	EUと中国の将来インターネットに係る共同研究を強化し、テストベッドの連合を開拓する。

第二章 第七次枠組計画とホライズン2020におけるネットワーク技術と研究・実験テ

ストベッドに係る研究助成動向

第一節 第七次枠組計画 (FP7)

FP7 では、目標 1.1 の「将来ネットワーク」という公募枠で、ネットワーク技術に係る研究プロジェクトが募集され、7年間（2007年から2013年）の期間で、152プロジェクトが助成されている。予算に関しては、6億5000万ユーロがEUより支給されている⁶。プロジェクトは、トピック毎に3つのクラスターに分かれている。

- ・ FI: 将来インターネットアーキテクチャ及びネットワーク管理⁷
- ・ RAS: 電波アクセスと周波数⁸
- ・ CaON: 融合した光ネットワーク⁹

研究・実験テストベッドに関しては、目標 1.6（もしくは目標 1.7）のFIRE（Future Internet Research&Experimentation）で、7年間で61プロジェクトが募集された¹⁰。

FP7の将来ネットワークとFIREの研究プロジェクト事例に関しては、本報告書第三部で記す。

第二節 ホライズン 2020

2014年1月から開始されたホライズン2020では、ICT部門がLEIT枠（Leadership in enabling and industrial technologies）に設置され、研究プロジェクトの募集が行われている。募集内容や助成額等の公募要件は、2014-2015年度ICT作業プログラムに記されている¹¹。同作業プログラムは2013年12月に発表され、多くの2014年度分の公募締め切りは、2014年4月23日であるが、5G向けのICT-14の公募募集締め切りは、2014年11月25日である。

ネットワーク技術に関しては、「ICT-5: スマートネットワークと新型インターネットアーキテクチャ」、「ICT-6: スマート光・無線ネットワーク技術」、「ICT-14: 将来インターネットのための先端5Gネットワークインフラストラクチャ」という公募枠が設置されている。5G向けに公募枠が設けられ、予算額（1億2500万ユーロ）も大きく、欧州委員会の同技術に関する関心の強さが伺える。

ICT-5・ICT-6・ICT-14の概要

- ・ ICT-5: 「スマートネットワークと新型インターネットアーキテクチャ」: 予算: 2400万ユーロ: 応募内容: ICN (Information Centric Networks)、NDN (Named Data Networking)、PSN (Publish Subscribe information Networking)、DTN (Disruption Tolerant Networking) 等の研究、IP網を超える技術
- ・ ICT-6: 「スマート光・無線ネットワーク技術」: 予算: 3000万ユーロ: 応募内容: 光網、フェムトセルによる新しいネットワーク資源のコントロール、コグニティブ無線、90GHz

⁶ http://cordis.europa.eu/fp7/ict/future-networks/projects_en.html

⁷ <http://fi-cluster.futureinternet.eu/>

⁸ <http://www.ict-ras.eu/>

⁹ <http://caon.i2cat.net/>

¹⁰ <http://cordis.europa.eu/fp7/ict/fire/>

<http://www.ict-fire.eu/home.html>

¹¹ http://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/wp/2014_2015/main/h2020-wp1415-leit-ict_en.pdf

までの高周波利用による周波数有効技術、地上と衛星通信の結合

- ・ ICT-14:「将来インターネットのための先端 5G ネットワークインフラストラクチャ」: 予算:1 億 2500 万ユーロ: 応募内容: 同公募は 5G-PPP 向けの枠であり、本報告書第二部でより詳しく記す。

情報通信研究機構(当機構)でも研究が進められているICNはICT-5で、周波数有効利用に係る技術はICT-6で研究プロジェクトが募集されている。なお、ICT-14では、テストベッドの研究開発へも助成される。5G-PPPの動向に関しては、本報告書第二部でより詳しく取り扱う

ICT-11: FIRE+の概要

研究・実験テストベッドに関しては、新たに「ICT-11: FIRE+」という枠が設置されている。

- ・ ICT-11: FIRE+: 予算: 3150 万ユーロ: 応募内容: 移動通信と無線通信、クラウド、周波数、フォトニクス、IoT (モノのインターネット)、分散サービスプラットフォーム、センサーの実験インフラストラクチャ、GÉANT へのこ入れ、EaaS (Experimentation-as-a-Service) と仮想的実験 (Virtual Experimentation)

ICT-5 と ICT-6 への応募状況

ホライズン 2020 の公募応募状況については、欧州委員会が 2014 年 6 月末に開催された欧州ネットワーク・通信会議で、以下のように報告している。

- ・ 将来ネットワークに係る ICT-5:「スマートネットワークと新型インターネットアーキテクチャ」と ICT-6:「スマートオプティカル・ワイヤレスネットワーク技術」は、2014 年 4 月 23 日に募集が締め切られている。ICT-5 には 37 プロジェクト、ICT-6 には 88 プロジェクトが応募され、各プロジェクトの予算平均は 300 万ユーロであった。中小企業の参加割合は 8%、産業界からの参加は 45%であった。
- ・ ICT-5 への応募状況について: EU 産業界からはあまり応募がなかったが、非 EU 圏の企業(米、日本、中国) が関心を示した。大学や研究機関からの参加応募が多かった。ネットワークアーキテクチャのプロジェクトに関しては、ICN 関連のプロジェクトも幾つかあったが、SDN と NFV に関するプロジェクトが多かった。
- ・ ICT-6 への応募状況について: 産業界の応募が多かった。光網に関しては、SDM、PON という技術的問題とコントロールに係る問題を扱うプロジェクトが良いバランスで混合しており、またキャリア間容量管理のための SDN に関するプロジェクトがあった。無線技術に関しては、250GHz 帯までのミリ波を開拓するプロジェクトの応募が多くなってきており、5G でのバックホールへの利用が考えられている。

第二部 欧州における新世代ネットワーク・将来ネットワークの研究開発及びテスト

ベッドでの実証実験に係る研究開発組織とパートナーシップの動向

第二部では、欧州における新世代ネットワーク・将来ネットワークの研究開発及びテストベッドでの実証実験に係る組織及びパートナーシップの動向について記す。特に、5G-PPP、ダンテ、テレナ、サーフネット、ノールデュネット、フェリックスプロジェクト及びオープンディライトプロジェクトへの欧州側参加組織について概要を記す。5G-PPP に関しては、2014 年 4 月末にフランスのパリでインフォメーションデーが開催されたので、視察参加し、関連情報を収集した。その視察レポートも収録する。

第一章 5G-PPP

概要

5Gインフラストラクチャ・パブリック・プライベート・パートナーシップ（正式名称：5G Infrastructure Public-Private Partnership：略称：5G-PPP）¹²は、欧州ICT産業と欧州委員会による官民合同の研究開発イニシアチブであり、通信網の分野におけるEUの競争力を強化し、雇用を安定させる狙いがあり、産業をその原動力とする。5G-PPPは、情報通信インフラを見直し、ユビキタスな超高速接続とシームレスなサービスをいかなる状況においても提供できる次世代の通信網とサービスを創造することを目的としている。このため、5G-PPPは欧州産業に第五世代移動通信技術標準（以下、5G標準とする）の開発に取り組みせ、5G標準の本質的特許（Standards essential patents）の少なくとも 20%を開発することを目標にしている。なお、5G-PPPは2013年12月に設立され、予算は14億ユーロ（EU側 拠出金：7億ユーロ 企業側 拠出金：7億ユーロ）が見込まれている。

背景

2012年、欧州委員会が中心となり、新しい通信網のPPPに関して議論を開始し、2013年2月に開催されたモバイルワールドコンGRESSで欧州委員会委員のネリー・クルース氏が5G向けのPPPの創設を呼びかけ、31組織を含む提案グループが5G-PPP案を作成し始めた。2013年前期に同案が作成され、同年6月に欧州委員会へ初めて提出され、9月に改正案が提出された。

新ETP

2013年10月には、5G-PPPをサポートする欧州技術プラットフォーム(ETP)が、「Net !Works」¹³と「ISI (Integral Satcom Initiative)」というETP¹⁴が合併し新たに設立された（名称は未定）。このETPは、ホライズン2020の作業プログラムに関して、欧州委員会に対するインプット資料として利用される戦略的研究・技術革新アジェンダ (Strategic Research and Innovation Agenda : SRIA) を作成するのに貢献する。

¹² <http://5G-PPP.eu>

¹³ <http://www.networks-etp.eu/home.html>

¹⁴ ETPの定義：http://cordis.europa.eu/technology-platforms/documents_en.html

5G インフラストラクチャ協会

プライベート側（研究機関と民間企業）は、「5G インフラストラクチャ」という協会を設立し、欧州委員会と契約協定を締結して、PPP を立ち上げている。同協会の会員にはメンバーと準メンバーがあり、メンバーは新 ETP の運営委員会メンバーである。

5G インフラストラクチャ協会のメンバー

産業界：アルカテルルーセント（仏）、アストリアム・サテライト（エアバスグループの参加）、アトス（仏）、ドイツテレコム、ドコモ・コミュニケーション研究所ヨーロッパ、エリクソン（スウェーデン）、ファーウェイテクノロジーズ・デュッセルドルフ（中）、NEC ヨーロッパ、ノキアソリューションズ・ネットワークス（フィンランド）、オレンジ・ラボ（フランステレコム）、ポルトガルテレコム、SES（ルクセンブルグ）、テレコムイタリア、テレフォニカ（スペイン）、テレノア（ノルウェイ）、テレスパジオ（伊）、タレス・アレニア・スペース（仏・伊）、トルコテレコミュニケーション

研究機関：CEA-LETI（仏）、カタルーニャ・テレコミュニケーション技術センター（スペイン）、国立テレコミュニケーション・インターユニバーシティコンソーシアム（伊）、IMDEA ネットワークス基金（スペイン）、テレコミュニケーション研究院（ポルトガル）、ボローニャ大学（伊）

中小企業：Integrasy（スペイン）、Interinnov（仏）、M.B.I（伊）、Nextworks（伊）、Quobis（スペイン）、Sequans Communications（仏）

新メンバー：サムスン・電子工学研究院（韓）、ADVA オプティカル・ネットワーキング（独）、リスボン大学（ポルトガル）、TNO（蘭）、インテル・モバイルコミュニケーション（米）、IBM リサーチ（米）

以上の5Gインフラストラクチャ協会への参加者を見れば、欧州の大手通信事業者（ドイツテレコム、フランステレコム、テレフォニカ、テレコムイタリア）とIT機器ベンダー（アルカテルルーセント、ノキア、エリクソン等）がメンバーとして加入していることがわかる。また、非欧州国からは、日本、韓国、中国、アメリカの企業が参加している。欧州の有名な研究機関（独フラウンフォーハー協会、仏鉱業・テレコム研究院等）は参加していない。

ところで、本報告書第三部第一章で見ると、5Gインフラストラクチャ協会に参加する多くの組織がFP7の大型5Gプロジェクト「METIS」（2012年11月～2015年4月）に参加しており、このプロジェクトは5G-PPPと関係が深い。5Gインフラストラクチャ協会とMETISプロジェクトの両者に参加する組織は、ノキア（フィンランド）、アルカテルルーセント（フランス）、ドイツテレコム、フランステレコム、テレコムイタリア、エリクソン（スウェーデン）、テレフォニカ（スペイン）、ドコモ（日）、ファーウェイ（中）であり、欧州の主要通信事業者とベンダーがそろって参加しており、METISプロジェクトの成果は5G-PPPに影響を及ぼしている。

5G-PPP の新通信網の KPI

5G-PPP が目標とする新通信網の KPI（Key Performance Indicator）としては、以下7つの点が挙げられている

1. 2010年時と比較して、1000倍高い無線通信分野の容量とより変化に富んだサービスの能力を提供する。
2. 提供されるサービス毎に90%のエネルギーを削減する。

3. 主要なエネルギー消費が無線アクセス網に由来する通信網
4. サービス製作の平均タイムサイクルを 90 時間から 90 分に縮減させる
5. 安全、信頼可能で、依存可能なインターネットの創造（サービス提供のための停止時間なし）
6. 70 億人以上が利用する 7 兆以上の無線端末が接続する無線通信リンクの非常に濃密な展開を促進する。
7. より進んだユーザー・プライバシーコントロールを可能にする

ホライズン 2020 における 5G-PPP 公募

2013 年 12 月に、欧州委員会は 8 つの PPP を開始しており、このパートナーシップには総額 60 億ユーロ以上が EU から拠出される見込みである¹⁵。一般に PPP はホライズン 2020 の公募を通して実施されるが、5G-PPP に関しては、ホライズン 2020 LEIT ICT 作業プログラム（2014 年—2015 年）の「ICT-14」の「将来インターネットのための先端 5G ネットワークインフラストラクチャ」という枠が設けられており、同作業プログラムでは 1 億 2500 万ユーロが拠出される予定である（公募締切日：2014 年 11 月 25 日）。

ICT-14 の内容

a. 研究技術革新アクション（予算配分：9800 万ユーロ）の研究公募内容

a.1. 電波ネットワークアーキテクチャと技術

- ・ ネットワークアーキテクチャ
- ・ 用途の広い (versatile) ユビキタス無線アクセスインフラ
- ・ 柔軟なバックホールソリューション
- ・ 5G 受信器とマイクロサーバーのアーキテクチャ
- ・ 大規模デモンストレータとテストベッドの準備 (既存の実験施設にてこ入れも視野に入れる)

a.2. ラストマイルを超えたコンバージェンス

- ・ 無線網と光固定網の統合：各種の無線網（提携、コグニティブ、固定）と光固定網の連続によるユビキタスアクセスを少なくとも 10Gbps で実現
- ・ 異なる技術とプロトコルの異種性 (heterogeneity) の管理を実現
- ・ 法規制を考慮

a.3. ネットワーク管理

- ・ ネットワークレベル管理
- ・ サービスレベル管理
- ・ 融合した SDN と自律性
- ・ セキュリティ/リスク分析と脅威モデルの定義

b. 技術革新アクション（予算配分：2500 万ユーロ）

(技術革新が中心であり、そのための研究は副次的)

¹⁵ http://ec.europa.eu/research/industrial_technologies/ppp-in-research_en.html

b.1. ネットワーク仮想化とソフトウェア・ネットワーク

- ・ 仮想化
- ・ SDN
- ・ アプリケーション/サービスレイヤとネットワークレイヤの統合
- ・ オープン性、OTT 統合、E2E SLA、サードパーティプロバイダと開発者へのネットワークリソースを開示

c. サポートアクション (予算配分: 200 万ユーロ)

- ・ プログラム全体の統合、研究成果の分析 (モニタリング)
- ・ 社会的パースペクティブ
- ・ 国際活動
- ・ (プレ) 標準のサポート
- ・ 周波数政策のサポート
- ・ ウェブサイト
- ・ 主要な技術と実験要請と施設のためのロードマップ

同公募では、韓国、日本、米国、中国との Win-Win 関係を実現する国際提携活動が推奨される。

☆ICT-14 では、テストベッドの研究開発へも助成される (a.1 及びc)

5G-PPP と FI-PPP との関係

5G-PPP は、将来インターネットのプラットフォームやサービスの研究開発に焦点を当てた FI-PPP とは補完的な関係にある。FI-PPP 等におけるサービス開発の進展は、インフラストラクチャの改善の必要性を加速させており、また、最適なユーザ経験と EU のリーダーシップを確保するために、5G のような先端ネットワークが必要である。FI-PPP と 5G-PPP は将来インターネットにおける欧州のリーダーシップという同じ 1 つの目標を目指す 2 つの欧州のイニシアチブである。

5G-PPP への懸念

5G-PPP は欧州委員会が 5G 研究開発政策の中心に据える取り組みであるが、研究者側から懸念がないわけではない。ヒアリング調査を実施した仏 UPMC LIP6 の研究者 (テストベッドの研究開発が専門) は、FI-PPP の経験から 5G-PPP に懸念を抱いている。以下に、ヒアリング議事録から当研究者とのやり取りを抜粋する (ヒアリング議事録全体は本報告書第三部第二章に収録した)。

(質問) UPMC の LIP6 は FI-PPP や 5G-PPP に参加しているか。

(回答) 私は FI-PPP には二度と参加したくない。FI-PPP のほとんどは失敗であるからである。二、三年後には皆気づくであろう。巨額の資金を与えても、その後、競争がなければ、研究開発は進まない。例えば、FI-PPP の一つである FI-WARE プロジェクト¹⁶はお知りだと思う。あなたが FI-WARE プロジェクトのウェブサイトを見れば、それが失敗であることがお分かりになるだろう。5G-PPP については、よく分からない。欧州委員会は 5G-PPP は FI-PPP とは違い、より

¹⁶ <http://www.fi-ware.org>

オープンであり、同じ間違いはしないと話している。我々はステークホルダーであるアルカテルルーセントやフラウンホーファー・FOCUS研究所と現在相談している。

(質問) 5G-PPPは5Gの標準化活動に重要ではないか。

(回答) その通り。5G-PPPは5Gビジョンの構想、そして、産業アクターが自分の立場を取るのに重要である。PPPのアイデアが悪いのではなく、その実施の仕方が悪いと私は言いたい。我々は巨額の助成金を使って、欧州産業の競争力を高めなければならない。私はただ助成金を得るためにだけにプロジェクトに参加したいわけではなく、プロジェクトのインパクトが重要である。我々は5G-PPPへ参加するか否か議論している最中である。

5G-PPP インフォメーションデー 視察レポート

2014年4月フランスのパリで、5G-PPPのインフォメーションデーが欧州委員会の主催で開催され、5G-PPPについて、ステークホルダーにより詳しい説明と質疑応答がなされた。

日時： 2014年4月28日午前10時～午後4時

場所： オレンジ・リサーチ・ラボ（フランス・パリ近郊）

主催： 5G インフラストラクチャ PPP

概要： 5G インフラストラクチャ PPP インフォメーションデーは午前と午後の二部構成で開催され、午前第一部では、1) EUの5Gへの取り組み概要、2) 5G インフラストラクチャ PPP（以下、5G-PPPと略す）の組織と活動、3) 欧州委員会の5G-PPP公募内容、4) 第七次枠組み計画（以下、FP7と略す）の5GプロジェクトMETISの概要、5) 5G-PPPにおける実験とテストベッドの役割、以上について各々担当者から説明があり、午後第二部では、5G-PPP公募の事前構成モデルアプローチの説明の後、5G関連の研究を実施している25の欧州の民間企業及び研究機関の代表者が研究パートナーを探すために組織と研究の紹介を行った（トルコ、台湾の組織も参加）。以下に、特に5G-PPPとホライゾン2020について説明した第一部の概要を報告する。

第一部

1) プレゼンテーションタイトル: «5Gに対するEUコンテキストと優先事項»

スピーカー：ベルナール・バルー二氏：欧州委員会通信ネットワーク・コンテンツ・技術総局
Unit E1

5G-PPPは、通信網の分野におけるEUの競争力を強化する戦略的イニシアチブである。雇用を安定させる狙いがあり、産業が原動力である。また、テレコム、IT、マイクロ電子工学、ユーザというように全てのファクターを包括するホーリスティックなアプローチを取り、新型アプリケーションを可能にする。EUは5Gの議論に寄与し、2015年末にはコンセンサスを高めたい。

5G-PPPは、2020年後の通信インフラストラクチャに焦点を当てている。プライベート側（研究機関と民間企業）は、「5Gインフラストラクチャ」という協会を設立し、欧州委員会と契約協定を締結して、PPPを立ち上げている。また、新たにNetWorld2020という欧州技術プラットフォーム（ETP）を設立している。このETPは戦略研究・技術革新アジェンダ（SRIA）を策定し、5G-PPPをサポートする。EUは、ホライゾン2020を通して、2014年から2020年の間に5Gの研究開発に7億ユーロの予算を用意している。プライベート側は、研究プロジェクトに投資にてこ入れし、KPI（重要パフォーマンス指標）の実現を目標とする。研究開発以外では、EUは5G開発のために、標準化、周波数、国際的コンセンサスなどの面でサポートを行う。5Gの優先事項としては、IoTからU-HDTVまでのユビキティ、「垂直的」要請、触知できるインターネット、真のユビキタスアクセス、トラフィックの増加と複雑さ、コストとエネルギーの削減の実現であり、ITUのPDNR「IMT VISION」もある。

なお、EU側では、5Gに関して作業部会が6つ設立されている（WG 5G Vision：2015年末までに5G定義、WG Pre standards、WG Spectrum：WRC 2018に向けて、WG Public Relations、WG International cooperation、WG Societal）。

2) プレゼンテーションタイトル: 5G インフラストラクチャ協会とその活動

スピーカー: Werner Mohr 氏: 5G-PPP 協会

5G-PPP は、2013 年 2 月のモバイルワールド कांग्रेस (バルセロナ) における欧州委員会委員のネリー・クルースの呼びかけに端を発し、2013 年 12 月に正式に発足した。PPP (Public-Private Partnership) に関しては、ホライズン 2020 の設立に係る EU 法の第 25 条で規定されている。5G-PPP は、今後 10 年間のユビキタスな 5G 通信インフラストラクチャのソリューション、アーキテクチャ、技術、諸標準を提供することを目標としている。主要な課題は、高いレベルの KPI を達成することにある。

研究プログラムでは、1) より広い範囲のサービス向けに統合された大容量アクセス及びコアネットワークのためのより速く、強力で、エネルギー効率の高いソリューションの開発 (無線網、光網、自動化されたネットワーク組織、アクセスラストマイルを超えたコンバージェンスを実施)、2) ネットワークの再デザイン (情報中心ネットワーク、ネットワーク機能仮想化、SDN、クラウドのネットワーク)、3) 利用可能性、ロバストネス、セキュリティの確保、4) 効率のいいハードウェア実行の確保が提案される。

5G-PPP は他の PPP と補完的な関係にある。FI-PPP 等におけるサービス開発の進展は、インフラストラクチャの改善の必要性を加速させており、また、最適なユーザ経験と EU のリーダーシップを確保するために、5G のような先端ネットワークが必要である。FI-PPP と 5G-PPP は将来インターネットにおける欧州のリーダーシップという同じ 1 つの目標を目指す 2 つの欧州のイニシアチブである。

なお、国際的なレベルでは、欧州、アメリカ、アジア諸国 (中国、日本、韓国、台湾) を含め、多くの国で 5G ビジョンが検討されている。

5G-PPP 契約協定では、ホライズン 2020 の下で、5G に係る研究開発のために、2014 年~2020 年で総額 14 億ユーロが EU とプライベート側の双方から助成されることが取り決められている (EU 側: 7 億ユーロ プライベート側: 7 億ユーロ)。2014 年度は 1 億 4000 万ユーロ、2015 年度 1 億 6000 万ユーロ、2016 年度 1 億 8000 万ユーロ、2017 年度 2 億ユーロ、2018 年度 2 億 2000 万ユーロ、2019 年度 2 億 4000 万ユーロ、2020 年度 2 億 6000 万ユーロの拠出予定である。また、先に述べた技術性能の KPI の他に、ビジネス関連の KPI と社会的 KPI があり、ユーザによるプライバシーコントロールとエネルギー削減は社会的 KPI にも入る。

5G 研究開発のタイムラインは、2013 年 12 月にホライズン 2020 の公募 1 の募集開始、2014 年 11 月にプロジェクト提案締め切り、2015 年半ばに採用されたプロジェクト開始の予定である。アジアが大きな推進力となっており、2018 年には韓国で冬季オリンピック、2020 年には東京オリンピックがある。2018 年に国際周波数会議が開催される予定であり、2017 年は国際標準化のサポートを行う。

既存の ETP である Net !Works と ISI (衛星通信系) により新しく設立された ETP の NetWorld2020 は、移動及び無線通信、固定・光通信、衛星通信という全ての通信網をホリスティックな観点から対象としている。2013 年~2015 年度の新 ETP のステアリングボードの構成は、産業界からは、アルカテルルーセント (仏)、アストリアム・サテライト (エアバスグループ参加)、アトス (仏)、ドイツテレコム、ドコモ・コミュニケーション研究所ヨーロッパ、エリクソン (スウェーデン)、ファーウェイテクノロジーズ・デュッセルドルフ (中)、NEC ヨーロッパ、ノキアソリューションズ・ネットワークス (フィンランド)、オレンジ・ラブ (フラ

ンステレコム)、ポルトガルテレコム、SES (ルクセンブルグ)、テレコムイタリア、テレフォニカ (スペイン)、テレノア (ノルウェイ)、テレスパジオ (伊)、タレス・アレニア・スペース (仏・伊)、トルコテレコムコミュニケーション、研究機関からは、CEA-LETI (仏)、カタルーニャ・テレコムコミュニケーション技術センター (スペイン)、国立テレコムコミュニケーション・インターユニバーシティコンソーシアム (伊)、IMDEA ネットワークス基金 (スペイン)、テレコムコミュニケーション研究院 (ポルトガル)、ボローニャ大学 (伊)、中小企業からは、Integrasy (スペイン)、Interinnov (仏)、M.B.I (伊)、Nextworks (伊)、Quobis (スペイン)、Sequans Communications (仏) である。ETPに参加すると、戦略研究・技術革新アジェンダをアップデートするためにエキスパートグループへ寄与できる。

5G インフラストラクチャ協会には、サムスン・電子工学研究院 (韓)、ADVA オプティカル・ネットワークング (独)、リスボン大学 (ポルトガル)、TNO (蘭)、インテル・モバイルコミュニケーション (米)、IBM リサーチ (米) の6メンバーが新規加入し、現在36メンバーいる。

☆質問など

(質問) 非欧州企業がETPと5Gインフラストラクチャ協会に属しているようだが、欧州のシェアの観点からどうか。

(回答) 本社がどこにあらうとも、法的に欧州に拠点があればFP7やホライゾン2020に参加可能である。国際的に標準を受け入れさせるには、産業界が他国とも協力し、提携関係が必要である。

3) プレゼンテーションタイトル: ホライゾン 2020, イントロダクションと期待

スピーカー: フィリップ・ルフェーブル氏: 欧州委員会通信ネットワーク・コンテンツ・技術総局 Unite E1

5G-PPPは、ホライゾン2020 LEITのICT作業プログラムを通して助成される。2014年~2015年度ICT作業プログラムICT-14「将来インターネットのための先端5Gネットワークインフラストラクチャ」の概要を説明する。ICT-14は、a. 研究技術革新アクション、b. 技術革新アクション、c. サポートアクションから構成され、全予算は1億2500万ユーロである。

質問など

(欧州委員会) ICT作業プログラムにあるコンバージェンスとは、光固定網と無線網を融合することである。対応する競争モデルも重要である。

(欧州委員会) SDNを利用し、費用低減させる。

(質問) 10Gbpsはどこでも可能になるのか。

(回答) 必ずしもそうではない。衛星の地域等、不可能な地域もある。

4) プレゼンテーションタイトル: 5GのためのMETISコンセプト

スピーカー: Hugo Tullberg氏: METIS技術マネージャー (エリクソン)

METISプロジェクトの目標は、接続された情報社会を支援する将来の移動・無線通信システムのコンセプトを開発することである¹⁷。より具体的には、1000倍高いモバイルデータ量、10倍から100倍多い接続された端末数、10倍から100倍のエンドユーザのデータレート、レイテンシの5倍減少、10倍長いバッテリー寿命を実現する。以上の目標のため、直接D2D通信 (Device-to-Device Communication)、大量機械通信 (Massive machine communication)、移動する

¹⁷ https://www.metis2020.com/?doing_wp_cron=1398937232.8615689277648925781250

ネットワーク（Moving Networks：自動車通信システム）、超濃密ネットワーク（Ultra-Dense Networks）、超信頼可能通信（Ultr-Reliable Communication）の研究を行っている。技術としては、SDN、NFV、SONを利用する。

5) プレゼンテーションタイトル: 5G-PPP における実験とテストベッドの役割

スピーカー：ニコス・イサリ氏：欧州委員会通信ネットワーク・コンテンツ・技術総局 Unit E4

5G の成功は、新型ソリューションの開発、プロトタイプテストと認証にかかっており、また、デモンストレータがブランド構築とコミュニケーション目的に必要とされている。共有実験施設は、コスト削減、投資におけるリスク共有、テストベッドの旧式化に対する柔軟性、共有され、分散された E2E 認証、証明されたベンチマーク方法論と連合されたツール、信用・信頼可能性・独立・ブラックボックスアプローチ、INCO 戦略を強化する世界中での実験を可能にする。

5G-PPP 公募においては、a. 研究技術革新アクション a.1. 電波ネットワークアーキテクチャと技術及び C. サポートアクションで助成される。

タイムラインは、0) デモンストレータの既存プロジェクトを提携、1) デモンストレータの概念実証及び実験、認証、デモンストレーションの必要性と要請のロードマップ作成、2) 実験要請及び既存の実験インフラストラクチャのてこ入れ、3) 大規模トライアル、プロトタイプ、パイロット実験、スケラブルテストである。

第二章 ダンテ (DANTE)

概要

ダンテ (Dante : Delivery of Advanced Network Technology to Europe) は、1993 年以来、研究・教育機関向けに汎欧州研究ネットワークを提供している。ダンテは民間の非営利団体であり、欧州諸国の国立研究・教育ネットワーク (NREN : National Research and Education Networks) によって形成されたネットワークである¹⁸。NRENとは、欧州各国において、データ通信ネットワークとサービスを研究・教育のコミュニティに提供する機関である。ダンテは、NRENを代表して汎欧州研究ネットワークの計画、構築、管理を実施することを第一の使命としており、調整と管理の役割を担っている。最新技術を使い、最速のデータ通信速度で通信網を提供する他、国際研究の提携を実施している。ダンテの最近の主な活動は、GÉANTという汎欧州マルチギガビット研究教育ネットワークの運営と管理である。また、欧州委員会はダンテの重要なパートナーである。なお、次章で紹介するテレナは姉妹組織であり、ダンテとともに同プロジェクトに参加している。

背景

1993 年に、イギリスのケンブリッジに本拠地を持つ非営利組織が主導し、欧州諸国の同等機関と提携して、ダンテが設立された。

予算と人員

ダンテの予算は、ダンテが管理しているプロジェクトから供給されており、現在は GÉANT プロジェクトが最大のプロジェクトであり、各 NREN が同プロジェクトに支払っている登録料から収入を得ている。その他、欧州委員会から他のネットワークプロジェクトに関して直接収入を得ることもある。人員数は約 70 名である。

シェアホルダー

ダンテのシェアホルダーは、以下の 15 組織である。

組織名	国名
ARIADNET (GRNET)	ギリシア
ARNES	スロバニア
CESNET	チェコ共和国
DFN	ドイツ
FCCN	ポルトガル
GARR コンソーシアム	イタリア
HEAnet	アイルランド
HEFC-E	イギリス
HUNGARNET	ハンガリー

¹⁸ <http://www.dante.net/Pages/default.aspx>

NORDUnet	北欧諸国：デンマーク、フィンランド、アイスランド、ノルウェイ、スウェーデン
RedIRIS	スペイン
RENATER	フランス
RESTENA	ルクセンブルク
SURFnet	オランダ
SWITCH	スイス

非欧州諸国との関係

非欧州諸国との研究提携に関しては、特に北アメリカ（アメリカとカナダ）と緊密な関係を持ち、Internet2（米）、ESnet（米）、CANARIE（カナダ）のネットワークと提携している。また、ACE（America Connects to Europe）という国立科学基金（米）が出資しているプログラムでは、北米と欧州という二大陸間でマルチドメイン接続とサービスを提供している。以上の他、地中海諸国（EUMEDCONNECT）、アフリカ諸国（AfricaConnect）、中央アジア諸国（CAREN）、中国（ORIENTplus）と共同プロジェクトを実施しており、さらに、ラテンアメリカ諸国（RedCLARA）、カリブ海諸国（CKLN）、太平洋諸国（TEIN）とのプロジェクトを支援している。

研究プロジェクト事例

- ・ GÉANT：欧州地域全般の研究・教育ネットワーク
- ・ EUMEDCONNECT¹⁹：南・東地中海地域の研究・教育ネットワーク
- ・ AfricaConnect²⁰：南・東アフリカ地域の研究・教育ネットワーク
- ・ CAREN²¹：中央アジア諸国（キルギスタン、タジキスタン、トルクメニスタン、カザフスタン、ウズベキスタン）の研究者、大学関係者、学生を結ぶネットワーク。EUとともに投資され、2010年に開始。
- ・ ORIENTplus²²：欧州と中国の研究者を結ぶeインフラストラクチャであり、ロンドンにあるGÉANTと中国のNRENであるCERNETと北京にあるCSTNETを介した両地域の最短ネットワーク経路。
- ・ RedCLARA²³：2003年にEUのALICEプロジェクトにより設立され、GÉANTを介して、ラテンアメリカ13諸国と欧州の間でネットワークを提供している（ブラジルのサンパウロとスペインのマドリッド）。同プロジェクトは、EUにより資金を提供されているELCIRAプロジェクトも運営している。
- ・ C@ribNET²⁴：CKLNが運営するカリブ海諸国間と欧州をGÉANTと接続する研究・教育ネットワーク（ドミニカ共和国のセント・ドミンゴとフランスのパリ）。同諸国はRedCLARAを通して、ラテンアメリカと接続するとともに、北米とも接続している。
- ・ TEIN²⁵：ユーラシア大陸を通して、アジアと太平洋諸国に渡る世界最大規模の研究・教育

¹⁹ <http://www.eumedconnect3.net/Pages/home.aspx>

²⁰ <http://www.africaconnect.eu/pages/home.aspx>

²¹ <http://caren.dante.net/Pages/home.aspx>

²² <http://www.orientplus.eu>

²³ <http://www.redclara.net/index.php?lang=es>

²⁴ <http://www.ckln.org/home/>

²⁵ <http://www.teincc.org/teincc/index.do>

ネットワークであり、2006年以來、DANTEにより運営されている。2012年9月には、最新のTEIN4の運営責任が韓国政府により設立されたTEIN*CCに移り、2016年までダンテの支援の下、ネットワークの展開を続ける予定である。

第三章 テレナ (TERENA)

概要

テレナ (TERENA: Trans-European Research and Education Networking Association)²⁶は、研究・教育のコミュニティにより利用されるインターネット技術、インフラストラクチャ、サービスの開発を強化するために、提携し、技術革新を行い、知識を共有するためのフォーラムである。欧州の研究ネットワークコミュニティにおける新しいイニシアチブを強化するための環境を提供し、テレナ技術プログラムを通し、欧州における新しいネットワーキング、ミドルウェア、アプリケーションに関する技術の開発、評価、テスト、統合、振興を支援することを主な活動としている。年に一度、テレナネットワーキング会議を開催している。また、本拠地をオランダの首都アムステルダムに持つ。

予算と人員

テレナの人員は22名で、2013年度の予算は約300万ユーロである²⁷。

テレナメンバー

テレナには多くの組織が各国から多くの組織が参加しており、EU加盟国に限らない。また、テレナに参加する一定の機関は、ダンテにも属している場合がある。国際機関の他、欧州国及び欧州国の通信事業者、大手ベンダー、インターネットサービス事業者も参加している。

組織名	国名(本拠地)
国メンバー	
ANA	アルバニア
ASNET-AM	アルメニア
ACOnet	オーストリア
ANAS	アゼルバイジャン
UIIP NASB	ベラルーシ
Belnet	ベルギー
BREN	ブルガリア
CARNet	クロアチア
CYNET	キプロス
CESNET	チェコ共和国
DeIC	デンマーク
EENeT	エストニア
FUNET	フィンランド
RENATER	フランス

²⁶ <http://www.terena.org>

²⁷ 数値はテレナ年間報告書による。

<http://www.terena.org/publications/files/TERENA-Annual-Report-2013.pdf>

DFN	ドイツ
GRNET	ギリシア
HUNGARNET	ハンガリー
Rhnet	アイスランド
HEAnet	アイルランド
IUCC	イスラエル
GARR	イタリア
IMCS	ラトビア
LITNET	リトアニア
RESTENA	ルクセンブルク
MARnet	マケドニア
マルタ大学	マルタ
RENAM	モルドバ
MREN	モンテネグロ
SURFnet	オランダ
UNINETT	ノルウェイ
PCSS	ポーランド
FCCN	ポルトガル
ROEduNet	ルーマニア
AMRES	セルビア
SANET	スロバキア
ARNES	スロバニア
RedIRIS	スペイン
SUNET	スウェーデン
SWITCH	スイス
ULAKBIM	トルコ
Janet	イギリス
国際メンバー	
CERN	
欧州宇宙庁	
準メンバー	
ADVA Optical Networking	ドイツ
アルカテルルーセント	ドイツ(本拠地はフランス)
Ciena コーポレーション	カナダ(本拠地はアメリカ)
Cisco	オランダ(本拠地はアメリカ)
Coriant	ドイツ

ダンテ	イギリス
ECI テレコム	ドイツ(本拠地はイスラエル)
EMBL	イギリス
グーグル UK	イギリス(本拠地はアメリカ)
ファーウェイ	オランダ(本拠地は中国)
Level3 コミュニケーションズ	オランダ
NORDUnet	デンマーク
Tata コミュニケーションズ	インド
テレフォニカ	スペイン

主な活動及び研究プロジェクト事例

- ・ GÉANT
- ・ キャンパスベストプラクティス²⁸：欧州の大学内のネットワーク利用に関するベストプラクティスを提案する。GÉANTプロジェクトの一貫。
- ・ クラウドコンピューティング関連²⁹：TF-MSP³⁰（NRENによるクラウドサービス利用の振興）とTF-STORAGE³¹（NRENによるデータ管理に係るアイデアや知識の交換をサポート）
- ・ 各国のNRENに係る情報を整理した報告書を毎年作成（TERENA COMPENDIUM報告書）³²。
- ・ Eduroam³³：ある機関に属している学生や研究者が、他国を含め、他の機関を訪れた時に無線でインターネットに接続することを可能にするサービス。GÉANTによって資金を供給されている。

²⁸ <http://www.terena.org/activities/campus-bp/>

²⁹ <http://www.terena.org/activities/clouds/>

³⁰ <http://www.terena.org/activities/tf-msp/>

³¹ <http://www.terena.org/activities/tf-storage/>

³² <http://www.terena.org/publications/files/TERENA-Compendium-2013.pdf>

³³ <https://www.eduroam.org/index.php?p=about>

第四章 サーフネット (SURFNET)

概要

サーフ (SURF)³⁴は、1986年に設立されたオランダのNRENであり、国内で高等教育・研究向けのICTインフラストラクチャの開発と運営を行っている。サーフは、サーフホールディングス (全体の組織の運営)、サーフネット (ICTインフラストラクチャの開発と運営)、サーフマーケット (機器等の市場)、サーフサラ (スーパーコンピュータ施設)、サーフシェア (イノベーションプロジェクトの統合) という5つの組織からなる。サーフネットは、高等教育・研究機関及びベンダーと提携して、革新的なICTソリューションを開発し、また、新しいアプリケーションのテストを行う施設を提供している。

予算と人員

サーフの全人員は138名で、2013年の収入は3270万ユーロである。

欧州委員会及び他の欧州諸国との関係

サーフネットは、テレナのメンバーであり、NORDUnet や JANET とパートナー提携している。欧州のGÉANTプロジェクト、そして、NEXPREeSに参加している。

- ・ NEXPREeS³⁵: 欧州のVLBI (Very Long Baseline Interferometry) ネットワークのオンラインサービスの開発。欧州の天文学の国立研究機関 (9組織) と他国のNREN (デンマーク)、ダンテ、PSNC (ポーランドのポズナンスーパーコンピューティング・ネットワークセンター)、ミュンヘン工科大学 (独) と提携している。

非欧州諸国との関係

アメリカのInternet2等と協力しており、100Gbitsの接続を準備している。国際プロジェクトとしては、サーフネットはGLORIAD (Global Ring Network for Advanced Application Development) プロジェクトとGLIFプロジェクトに参加している。

- ・ GLORIAD³⁶: アメリカ、カナダ、韓国、ロシア、中国とアカデミックネットワークを創設することを目標としており、サーフネットは欧州側の拠点である。

³⁴ <http://www.surf.nl/en/about-surf/subsidiaries/surfnet>

³⁵ <http://www.nexpres.eu>

³⁶ <http://www.gloriad.org/gloriadrupal/>

第五章 ノールデュネット (NORDUNET)

概要

ノールデュネット³⁷は、5つの北欧諸国のNRENの共同インフラストラクチャである。参加組織のデンマーク・DeIC、フィンランド・Funet、アイスランド・RHnet、ノルウェイ・Uninett、スウェーデン・SUNETが研究・教育機関向けにネットワークサービスを提供している。本拠地は、スウェーデンのストックホルムにある（北欧大学ネットワークオペレーションセンター）。

背景

ノールデュネットは、北欧諸国の政府から資金を支給されたノールデュネットプログラム（1986-1992）の成果であるが、北欧諸国の組織間の協力は1980年から開始されている³⁸。

欧州諸国・欧州委員会・FP7 とホライゾン 2020 との関係

ノールデュネットは、GÉANTとダンテにおいて北欧諸国を代表している。2013年12月には、ノールデュネットはサーフネットとともに、100Gbpsのアムステルダムとロンドン間に光網を展開することに成功した。両機関はすでにアムステルダムとコペンハーゲンの間にも同種の光網を展開している。2013年初頭から、ノールデュネットとサーフネットは欧州とアメリカの大陸間に100Gbpsネットワークを展開するプロジェクト、ANA-100に参加し、サーフネットが伝送危機を提供し、ノールデュネットが光網の整備に従事していた。ANA-100については、本報告書第三部でより詳しく記す。

その他

2014年9月23-25日には、ノールデュネット会議がスウェーデンのウプサラ大学で開催される予定である³⁹。

³⁷ <https://www.nordu.net/ndnweb/home.html>

³⁸ <http://www.nordu.net/history/book.html>

³⁹ <https://events.nordu.net/display/NORDU2014/Welcome>

第六章 フェリックス (FELIX) プロジェクトへの欧州側参加組織の概要

概要

フェリックス (FEderated Test-beds for Large-scale Infrastructure experiments : FELIX)⁴⁰は、日本と欧州の実験施設を将来インターネットで接続するため、共通のフレームワークを開発することを目指すプロジェクトである。日本からは産業技術総合研究所とKDDIが参加している。欧州側参加組織は、PSNC(ポーランド)、ネクストワークス (イタリア)、i2CAT (スペイン)、サーフネット (オランダ)、EICT (独)、iMinds (ベルギー) である。以下に、既に記したサーフネット以外の参加組織について記す。

欧州側の参加組織

1)

組織名称	PSNC : ポズナン・スーパーコンピューティング・ネットワークセンター (ポーランド)
概要	高性能コンピューティングサービス、インターネット及びネットワークサービスを提供するとともに、コンピュータネットワーク、アプリケーション、並行分散コンピューティング、ネットワーク・システムセキュリティの研究開発を実施
背景	1980年代、ポズナン工科大学のコンピューティング科学研究所の一チームが発端。ポーランド科学アカデミーのバイオ有機化学研究所付属の研究センターとして、PSNCは1993年に創設された。1994年から高性能コンピューティングセンターを創設。
人員	約250名
FP7参加プロジェクト	EXPERIMEDIA、GEYSERS、HPC-Europe2、IMPACT、MAPPER、NOVI、BONFIRE
非欧州国を含むプロジェクト	大規模分散システムにおけるエネルギー効率・COSTE IC0804、FELIX、ORIENTplus (欧州と中国の研究インフラストラクチャ)、UCoMS (米国と提携)
ウェブサイト	http://www.man.poznan.pl/online/en/

2)

組織名称	ネクストワークス(伊)
概要	電気通信部門の民間のコンサルティング企業及び研究開発組織であり、多くのFP7プロジェクトに参加している。
パートナー	アルカテルルーセント(仏)、Azimut-Benetti(伊：ヨット製作企業)、Banca MPS(伊：銀行)、エリクソン(スウェーデン)
研究開発分野	アクセス・バックボーンネットワーク、無線網、キャリア・グレードアーキテクチャ、IP電話、デジタル動画のコーディングと配信向けのアーキテクチャと

⁴⁰ <http://www.ict-felix.eu/?lang=ja>

	技術
FP7 参加プロジェクト	BonFIRE、Change、CONTENT、IRATI、LIGHTNESS、MCN、FIBRE、TRILOGY2、MAINS、ETICS
ウェブサイト	http://www.nextworks.it

3)

組織名称	i2CAT(スペイン)
概要	ICTと将来インターネットの研究開発を行う非営利組織。多くのFP7プロジェクトに参加している。分散アプリケーションとネットワーク、eヘルスとe包括、視聴覚、モビリティとユビキタス技術、産業が研究分野
ネットワーク関連の研究分野	インフラストラクチャコントロールと管理、将来インターネットのテストベッド、再帰的インターネットワークアーキテクチャ
収入	2013年 417万ユーロ
FP7 参加プロジェクト	FI-PPP XIFI、DOLFIN、RICHES、FED4FIRE、IRATI、OFERTIE、SODALES、CONTENT、FI-PPP FICONETNT、GEYSERS、GÉANT3、HELP4MOOD、VISIONAIR、BONFIRE、INDICAT、MANTYCHORE、RAISME、NOVI、OFELIA、FIBRE (EUとブラジルの共同公募) 以上の他にも、EUのCIPのプロジェクトに参加
ウェブサイト	http://www.i2cat.net

4)

組織名称	EICT: 欧州 ICT センター (独)
概要	ICT 部門の基礎研究機関、応用研究機関、産業の官民パートナーシップ。
背景	2006年に設立され、DAIMLER、ドイツテレコム、フラウンホーファー協会、オペラソフトウェア、ベルリン工科大学の研究活動を提携している。
研究分野	自動車とモビリティ、ICT、エネルギーと環境 : ICTに関しては、SDNとテストベッドの開発
FP7 参加プロジェクト	ALIEN、OFELIA (EICTがコーディネーター)、SPARC
非欧州国を含むプロジェクト	EWSDN (欧州 SDN ワークショップ) : NEC 等とともに開催
ウェブサイト	https://www.eict.de/en/

5)

組織名称	iMinds (旧 INTERDISCIPLINARY INSTITUTE FOR BROADBAND TECHNOLOGY)
概要	ICT、メディア、ヘルス、エネルギー、スマートシティ、製造部門のデジタル研究開発センター
背景	2004年にベルギーのフラマン地域の研究機関として設立された。同地域の

	5 大学が参加。
人員	850 名以上
研究内容	インターネット分野の研究開発に関しては、ロバストネットワーキングインフラストラクチャとコンテキスト重視のネットワーク化されたサービスの研究開発を実施している。ゲント大学、ハッセル大学、アントウェルプ大学の研究グループ及び iLab.t というテストベッド施設が iMinds のインターネット技術の研究学部を構成している。特にゲント大学の IBCN(インターネットベースの通信網とサービス)がネットワークとテストベッド関連の研究開発を実施している。
FP7 参加プロジェクト	AmpliFIRE、FI-WARE、BonFIRE、FI-PPP CONCORD、CONSERN、CREW、EINS、EULER、EVARILLOS、FED4FIRE、FI-PPP FICONTENT、FIRESTATION、FLAMINGO、FUSION、IRATI、LEXNET、OFELIA、OPENLAB、SPARC、SPIFIRE、TREND 等 (ゲント大学 IBCN の参加プロジェクト)
ウェブサイト	http://www.iminds.be/en http://ilabt.iminds.be (iLab.t: テストベッド)

第七章 オープンデイライト (OpenDaylight) プロジェクトへの欧州参加組織の概要

オープンデイライトプロジェクトは、リナックスファウンデーション (米に本拠地) が主催する共同プロジェクト (collaborative project) の一つである。共同プロジェクトは、民間ベンダーやICTサービス企業に特定のソフトウェアを振興する組織的な基盤を与えているが⁴¹、オープンデイライトプロジェクトは、SDNの実現と、NFV (Network Functions Virtualization) に確かな基礎を与えることを目的とし、ネットワークプログラムアビリティ向けのオープンプラットフォームの開発している。現在、ベース版、仮想化版、サービスプロバイダ版という3つの異なるエディションを同時にHydrogenという名称でリリースしている⁴²。

プロジェクトに参加している組織は、以下のように米企業が中心であり、非欧州企業に関しては、スウェーデン、フランス、ドイツ、日本、中国の企業が参加している。

オープンデイライトプロジェクトの参加組織

プラチナメンバー: Brocade 通信システム (米)、シスコ (米)、CITRIX (米)、 エリクソン (スウェーデン) 、hp (米)、IBM (米)、ジュニパー (米)、マイクロソフト (米)、レッドハット (米)
ゴールドメンバー: NEC (日) 、VMware (米)
シルバーメンバー: 6WIND (仏) 、A10 (米)、 ADVA (独) 、ARISTA (米)、AVAYA (米)、CIENA (米)、CONTEXTREAM (米)、Coriant (米)、CYAN (米)、DELL (米)、 富士通 (日) 、GUAVUS (米)、 HBC (中) 、 ファーウェイ (中) 、Inocybe Technologies (カナダ)、インテル (米)、 ミドクラ (日) 、Nuages Networks (米)、Pantheon Technologies (米)、PLEXXI (米)、PLUMgrid (米)、 QOSMOS (仏) 、RADWERE (イスラエル)、VERSANETWORKS (米)、 ZTE (中)

以下に、欧州組織の参加者 (6WIND、QOSMOS、ADVA) の概要を記す。

1)

組織名称	6WIND
概要	フランスに本拠地を置き、日本、韓国、中国とアメリカにもオフィスを持つ。物理的及び仮想的リナックスネットワークアプリケーションのネットワークパフォーマンスを改善するソフトウェアを開発している。SDN 向けの高性能データソリューションを開発している。
SDN 及び仮想化関連のプロジェクトとプログラムへの参加	アルカテルルーセントのクラウドバンド・エコシステムプログラム、ETSI の NFV グループ、Network Intelligence Alliance、オープンデイライトプロジェクト、Open Networking Foundation、Open Virtualisation Alliance、Systematic
ウェブサイト	http://www.6wind.com

2)

組織名称	QOSMOS
概要	フランスに本拠地を持ち、英国、アメリカ、シンガポールにもオフィスを持

⁴¹ <http://collabprojects.linuxfoundation.org>

⁴² <http://www.opendaylight.org/software>

	つ。同社はネットワーク・インテリジェンス技術、DPI (Deep Packet Inspection)を開発している。6WIND社は技術パートナーである。
背景	QOSMOS社は、元々は仏 UPMC LIP6 のスピンオフ企業であり、2000年に設立された。
ウェブサイト	http://www.qosmos.com

3)

組織名称	ADVA
概要	ドイツに本拠地を置き、1994年に設立された。主に通信網の開発を実施しており、光網の他、SDNも開発している。テレナへ参加している。
人員	1400名以上の専門家
年間総収入	2013年：3億1070万ユーロ
ウェブサイト	http://www.6wind.com

第三部 欧州における新世代ネットワーク・将来ネットワークの研究開発及びテスト

ベッドでの実証実験に係る研究プロジェクトの動向

第三部では、新世代ネットワーク、将来ネットワークの研究開発及びテストベッドでの実証実験に係るプロジェクトの動向について記す。第一章では、5Gに係るプロジェクト、METISとTROPICという二つのプロジェクトについて記す。METISプロジェクトは全予算額が2000万ユーロを超える大規模なFP7プロジェクトであり、非欧州国も参加している（日本からはNTTが参加）。同プロジェクトは、5G-PPPへも影響を与えており、欧州における5G研究開発の動向を占う上で重要なプロジェクトの一つである。TROPICプロジェクトは、5G技術の開発だけでなく、現行の4Gをより展開させる面も備えており、現段階が4Gから5Gへの過渡期にあることを反映したプロジェクトである。なお、2013年2月の欧州委員会の報道発表では、TROPICはMETISと並んで、5Gに必要なアーキテクチャと機能に係る研究プロジェクトの一つとして挙げられている⁴³。TROPICについては、同プロジェクトへの参加組織であるCEA LISTへインタビュー調査も実施した。第二章では、同じく第七次枠組計画におけるテストベッド関連の公募枠FIREのプロジェクト、OPENLAB、FED4FIRE、CI-FIREについて記す。OPENLABについては、コーディネーターのUPMCの研究者へインタビュー調査を実施した。最後に、第三章では、欧州と北米のテストベッドプロジェクトANA100Gについて記す。

第一章 FP7 における5Gに係る研究開発プロジェクト事例

1) METIS プロジェクト

METISは、FP7の5G研究プロジェクトの中でも、全予算2600万ユーロ以上、約30参加組織という超大型プロジェクトであり、欧州で非常に注目が集まっている。同プロジェクトには、欧州の大手通信事業者（ドイツテレコム、フランステレコム、テレコムイタリア、テレフォニカ）、研究開発組織（フラウンホーファー協会、鉱業・テレコム研究院など）、大手ベンダー（エリクソン、ノキア、アルカテルルーセント）の他、NTTドコモ、ファーウェイ技術も参加している（NTTドコモは同社の欧州子会社ではなく、日本企業として参加）。その上、世界的な自動車企業BMW（独）も参加しており、5Gの自動車サービスの研究及び商用化が積極的にプロジェクト内に取り込まれていることが分かる。5G-PPPの5Gインフラストラクチャ協会への参加者が多く、同プロジェクトに参加している。5Gインフラストラクチャ協会とMETISプロジェクトの両者に参加する組織は、ドイツテレコム、フランステレコム、テレコムイタリア、テレフォニカ（スペイン）、ノキア（フィンランド）、アルカテルルーセント（フランス）、エリクソン（スウェーデン）、ドコモ（日）、ファーウェイ（中）であり、欧州の主要通信事業者とベンダーがそろって参加している。なお、METISへは韓国の企業は参加していない。

METISの主な目標は、未来の包括的な移動・無線通信システムに関する欧州のコンセンサスの基盤を作ることである。そして、同プロジェクトはプレ標準化と規制立法プロセスに貢献し、移動・無線通信分野における欧州のリーダーシップを確立することを目指している。現在、欧州では5Gの技術やサービスについて、大まかなビジョンが見え始めているが、それはMETISプロジェクトの影響もあり、また、同プロジェクトは今後も欧州の5Gに大きな影響を与える可

⁴³ http://europa.eu/rapid/press-release_IP-13-159_en.htm

能性がある。

プロジェクトの概要

正式名称	情報社会 2020 のための移動・無線通信エネイブラー
略称	METIS
公募枠と年度	ICT-2011.1.1
研究期間	2012 年 11 月-2015 年 4 月(30 ヶ月)
予算(EU 拠出金)	2675 万 3537 ユーロ(1588 万 5000 ユーロ)
コーディネーター	エリクソン(スウェーデン)
参加組織	ノキア(フィンランド)、鉱業・テレコム研究院(仏)、王立技術研究院(スウェーデン)、チャルマース工科大学(スウェーデン)、アルカテルルーセント・ドイツ(独：本拠地は仏)、BMW 研究・技術(独)、ノキア・シーメンスネットワークマネージメントインターナショナル(独)、RWTH アーヘン大学(独)、アールト大学(フィンランド)、ドイツテレコム(独)、フランステレコム(仏)、ポズナン技術大学(ポーランド)、ELEKTROBIT システム・テスト(フィンランド)、バレンシア工科大学(スペイン)、テレコムイタリア(イタリア)、ブレーメン大学(独)、OULUN YLIOPISTO(フィンランド)、ノキア・シーメンスネットワーク(ポーランド)、ドコモ通信研究所(独：本拠地は日本)、フラウンホーファー協会(独)、アテネ大学(ギリシア)、エリクソン(独：本拠地はスウェーデン)、テレフォニカ研究・開発(スペイン)、オールボルグ大学(デンマーク)、カイザースラウテルン大学(独)、NTTドコモ(日)、ファーウェイ技術(独)
ウェブサイト	https://www.metis2020.com

欧州ネットワーク・通信会議における METIS プロジェクト

METIS プロジェクトは、2014 年 6 月末に開催された欧州ネットワーク・通信会議でプレゼンテーションを行い、研究目標と成果を発表している。特に、重要な点は、同プロジェクトが 5G-PPP に影響を与えていること、新世代のネットワーク技術である ICN からは距離を取っていることである。以下に、そのポイントを記す。欧州ネットワーク・通信会議の視察レポートは本報告書第六部に収録した。

- METIS は既存の 5G プロジェクトとして、5G-PPP へアイデアを供給しており、今後の 5G ビジョンを占う上で、重要な 5G プロジェクトである。
- 同プロジェクトでは、SDN、SDP、SDC、VN、NFV の研究が実施されており、アーキテクチャとしては C-RAN を採用する。
- インターネットの完全な再設計は放棄され、ICN のようなコンセプトは、幾つかの基礎要素を除いては、非現実的であると考えられる。5G による革命があるとすれば、ネットワークのダイナミクスと D2D 通信の役割に由来する。つまり、ネットワーク仮想化により、5G アーキテクチャは特殊な仮想ネットワークのオンデマンドによる設定を可能にし、また、D2D 通信によりルーターによるネットワーク通信がオフロードされる。

2) TROPIC プロジェクト

TROPICプロジェクトは、アプリケーション、サービスの仮想化と配信向けにフェムトセルネットワークとクラウドコンピューティングのパラダイムを融合させることを目標としている。同プロジェクトは、フェムトセルにより周波数の有効利用を促進するとともに、フェムトセルにクラウドコンピューティング機能を設置することによって、エネルギー消費の大幅な削減を目指している。

プロジェクトの概要

正式名称	提携フェムトセルによる分散コンピューティング・ストレージ・電波資源割当
略称	TROPIC
公募枠と年度	ICT-2011.1.1
研究期間	2012年9月-2015年2月(30ヶ月)
予算(EU 拠出金)	458万1178ユーロ(339万0000ユーロ)
コーディネーター	カタルーニャ工科大学(スペイン)
参加組織	PTテレコムニカシ(インドネシア)、ローマ・ラ・サピエンツァ大学(伊)、CINI(伊)、アトス(スペイン)、チェコ工科大学(チェコ共和国)、Sequans Communications(フランス)、原子力エネルギー・代替エネルギー庁(フランス)、Goldhamer Mariana(イスラエル)、DUNE(イタリア)
ウェブサイト	http://www.ict-tropic.eu

TROPICプロジェクトについてより詳しく調査するために、同プロジェクトに参加している仏研究機関CEALISTを訪問し、質問した。より詳しくは、後に収録した仏研究機関CEALISTとのヒアリング議事録を参考していただきたい。

ヒアリング議事録: CEALIST

日程:

2015年6月19日(木) 午後1時30分~午後3時

場所:

先方事務所(フランス・パリ近郊サクレー)

先方(○):

原子力・代替エネルギー庁⁴⁴(CEALIST)

- ・ クリストフ・ジャヌトー氏(CEALIST コミュニケーションシステム研究所マネージャー)
- ・ ミレーユ・サルキス氏(CEALIST 研究員・FP7 プロジェクト TROPIC 担当者)

⁴⁴ <http://www-list.cea.fr>

当方 (△) :

- ・ 情報通信研究機構 欧州連携センター長 菱沼 宏之
- ・ ONOSO 研究員 小野 浩太郎

ヒアリング概要

CEA全体の組織概要について

(△) CEA の組織概要について教えていただきたい。

(○) CEAは、元々原子力エネルギーの開発を専門に行う研究機関であり、第二次世界大戦後に創設された。全体では、1万5700名の人員で、大規模な組織である。大きく分けて、3つの組織、国防部門、エネルギー部門（国防アプリケーション以外）、基礎研究部門（気候・環境、物質、生命科学）と、その下に3つのグループを有する技術部門（CEA Techと呼ばれる）とがある。技術部門では、ICT研究を含めたナノテクノロジーやロボット工学等の主に応用研究、そして、研究機関から産業への技術移転の活動が行われている。

CEAは公共の研究機関であるが、政府から供給されている資金はCEA全体の予算の25%に過ぎず、残りはEUプロジェクト、産業パートナー等から供給されている。CEA全体の予算は、40億ユーロ程である。CEALISTの予算に関しては、CEAのウェブサイトに年次報告書があると思うので、そちらを参考にさせていただきたい⁴⁵。

(△) シャルル・ド・ゴール大統領（当時）が原子力エネルギーに関心が高かったから、CEAが設立されたのか。

(○) その通り。

(△) 原子力エネルギーに直接関係のない技術の研究開発も行われているのか。

(○) その通り。だが、原子力エネルギーの利用には、ロボット工学やコンピュータ工学等の原子力技術以外の技術も必要である。

CEALISTの組織概要について

(○) 技術部門には3つのグループがある。グルノーブル市にあるCEA LETIでは、特にマイクロ・ナノ技術等のハードウェアの研究開発を実施している。グルノーブル市の近郊に設置されたCEA LITENは、太陽発電や電池に関する新しいエネルギー技術の研究を行っている。今日来ていただいているCEA LISTは、パリ郊外に設立され、ソフトウェアベースのスマートシステム、アプリケーションの研究開発を実施している。

CEA LISTは応用研究を行っており、仏鉱業・テレコム研究院等の研究機関と提携し、また産業パートナーに対し技術移転を実施している。人員は、約700名である。CEA LISTには、アンビエント・インテリジェンス、アーキテクチャ・組込ソフトウェア、ソフトウェア技術とシステム、信号センサー・情報、非侵襲性コントロール、測量学を研究する5つのグループがある。アンビエント・インテリジェンス研究グループでは、ロボット工学の研究を実施しており、遠隔操作のための無線技術の研究も実施している。なお、CEAには、同技術に関して、日本原子力研究開発機構（JAEA）と連絡している。その他、ロボット工学に関しては、コボティック（仏語：Cobotique）という人間とロボットの共同作業の研究を実施している。

コミュニケーションシステム研究所では、M2Mアプリケーション、マルチメディアアプリケーション、IPベースのネットワーク技術、セキュリティ、SDN、モノのインターネット向けの近距離通信、Wifi技術、4G（LTEとLET advanced）、5Gについて研究を行っている。その他、

⁴⁵ <http://www-list.cea.fr/en/corporate-publications>

乗り物同士の通信、D2D、スモールセル、フェムトセルの研究を行っている。同研究所では、ハードウェアの研究を実施していない。なお、CEAは3G-PPPと、IPに係る標準化団体であるIETFに参加している⁴⁶。

(△) NICTでも、ロボットの無線技術部分の研究開発を実施している。

(○) CEA LISTは多くの企業と提携しており、そのほとんどがフランスの企業であり、われわれが開発した技術が製造業等で利用されている。幾つかの企業はスタートアップ企業やスピンオフ企業である。

FI-PPPと5G-PPPへの参加について

(△) EUの取り組みであるFI-PPPや5G-PPPはお知りだと思うが、CEALISTはこれらに参加しているか。

(○) もちろん知っている。FI-PPPはネットワークというよりは、サービスやアプリケーションの研究に焦点を当てている。CEA LISTは、FI-PPPの「Instant Mobility」というプロジェクトに参加している⁴⁷。このプロジェクトは、人の複数の移動経路や手段を様々な情報システムによって改善するサービスの開発を目的としており、高度道路交通システム(ITS)はわれわれの研究開発のテーマの一つである。5G-PPPはネットワークの研究開発を目的としているが、これは非常に最近のものである。

研究施設ナノ・イノブ(Nano-Innov)について

(△) CEA LISTがある研究施設ナノ・イノブは、鉱業・テレコム研究院、システムX等の他の組織と共同で利用されているようであるが。

(○) その通り。だが、管理運営はCEAが行っている。ナノ・イノブ以外にも、サクレー近辺にはCEAの研究施設がある。

5Gのビジョンについて

(△) 欧州委員会の5Gビジョンの図版を見ると(議事録末に収録)、5Gにおいては、通信速度が上がるだけでなく、他の様々なもの、電力網、自動車、家、街、通り、病院等と接続できるようになる。あなたがたはこれと同じビジョンを持つか。

(○) 確かにその通りだと思う。人同士の通信から、モノとモノと、人とモノの通信へと通信技術が拡大していくだろう。われわれは現在産業パートナーとともに、産業アプリケーションに移動通信技術を利用できないか考えているところである。M2M技術(センサー等)と移動通信技術の融合が目指される。

なお、CEAでは、4G標準であるLTEを現在利用されていない用途へ適応させる研究を実施しており、例えば、公共安全への利用が事例として挙げられる。現在の中央集中化されたシステムを、4G技術とD2D技術を利用して、分散化する研究を実施している。例えば、このような技術により、ネットワークやシステムの一部が故障したとしても、他の部分を作動させることができるようになる。

(△) NICTでは、コグニティブ無線技術の研究を実施している。ところで、CEAでは、5Gの研究を行うとともに、4Gの利用を改善する研究も実施しているのか。

(○) その通り。現在、5Gへの過渡期である。我々はLTEの新しい機能を開拓する研究も行っているが、それは5Gの研究にもつながるだろう。

⁴⁶ <http://www.ietf.org>

⁴⁷ <http://instant-mobility.com>

CEAにおける5G技術の研究開発活動について

(△) CEALIST では、5G に関して、どのような研究を実施しているのか。

(○) 無線技術に関しては、アルゴリズム等の研究を実施している。ネットワークに関しては、SDNの研究を実施している。SDNは、ネットワークインフラストラクチャを迅速により状況に適応させるためにプログラム可能にする技術であり、ネットワーク資源をより効果的に利用する技術である。なお、SDNの研究に関しては、CEA LETIが欧州のEUREKAプロジェクトであるSIGMONAに参加している⁴⁸ (FP7 プロジェクトではないが)。このプロジェクトでは、SDNベースの移動通信システムを開発している。

(△) 5G 向けの周波数有効利用技術に係る研究プロジェクトを実施しているか。例えば、10GHz以上の周波数帯を利用する無線技術の研究を行っているか。

(○) 後にお話しする TROPIC は、周波数の有効利用を可能にする。CEA LIST では、10GHz以上の周波数帯を利用する無線技術の研究開発を直接実施していないが、CEA LETI では行っているかもしれない。

(△) HEMS (Home Energy Management System) や BEMS (Building EMS)、FEMS (Factory EMS) 向けの技術は研究しているか。

(○) その通り。我々のコミュニケーションシステム研究所では直接実施していないが、CEA LITEN のエネルギー管理システムを開発しているグループが、HEMS と BEMS 等の研究、また電気自動車の研究を行っている。電気ケーブルを利用せずに、無線で電気を自動車に供給する技術の開発も行っている。

(△) 5G 等の研究のためにどのようなテストベッドを利用しているのか。欧州では、テストベッドとして、GÉANT が有名であるが。

(○) 現在のところ、我々はCEA 内部のテストベッドを利用している。また、「モバイルミー」というアパートの形をした実験施設がナノ・イノブに設置されており、そこでは無線技術等の実証実験をほとんど実体験に近い状態で行っている。GÉANT や PLANET LAB のことは知っているが、我々は必要がないので利用していない。欧州には、様々な大規模テストベッドを構築する研究があり、特に FP7 の FIRE プログラムで助成されている。

(△) TROPIC の他に、FP7 プロジェクトに参加しているか。

(○) EXALTED という FP7 プロジェクトに参加している⁴⁹。このプロジェクトは、LTE技術をさらに開発して、より安全で、エネルギー効率が高く、低コストを実現するM2M通信を可能にすることを目標としている。FP7 ではないが、先ほど述べたSIGMONAは欧州プロジェクトである。

(△) ITU における SDN の標準化活動の現状についてお知りですか。

(○) われわれは標準化活動についてはあまり関わっていないので、よく知らない。

(△) フランスの規制機関 ARCEP は、5G の周波数利用に関して、指針等を発表しているか。

(○) この問題についてはよく知らないのが、まだ ARCEP は決定的な方針等を示していないと思う。

FP7 TROPICプロジェクトについて

(△) TROPIC プロジェクトのウェブサイトを見ましたが、このプロジェクトでは、クラウドコンピューティングとフェムトセルを融合させることを目標としている。このプロジェクトで

⁴⁸ <http://celticplus.eu/Projects/Celtic-Plus-Projects/2012/SIGMONA/sigmona-default.asp>

⁴⁹ <http://www.ict-exalted.eu>

は、いかなる問題を解決しようとしているのか。

(○) 現在、移動通信網のアーキテクチャはフラットなものに進化している。これはモバイルユーザの要求の増大が原因であり、従来の基地局ではトラフィックの増加に対応できない。そこで、より狭い範囲の領域のユーザを収容するスモールセルの利用が考えられている。他方で、モバイルアプリケーションが段々と洗練化されており、クラウドコンピューティングによる優れたコンピューティング機能が必要とされている。TROPIC プロジェクトでは、このような状況を踏まえて、クラウドコンピューティングの利用のため遠くにあるデータセンターにアクセスするのではなく、よりユーザに近いフェムトセルのようなスモールセルの内部にクラウド資源を入れて、ユーザがクラウドアプリケーションを利用可能にすることを目指す研究を実施している。これをスモールセルクラウドと呼んでおり、クラウドインフラストラクチャを分散化させる。現在の LTE 技術では、フェムトセルはこのようなクラウド機能を持たない。TROPIC は非常に野心的なプロジェクトだと思う。現在、フランスでは、フェムトセルの機能をインターネットプロバイダがユーザに配布するセットアップボックスに Wifi 機能等とともに取り入れる試みがなされているが、将来的には、クラウド機能をボックスに統合することをこのプロジェクトは狙っている。なお、スモールセルという名称は標準化団体である 3G-PPP でも採用されている。

TROPIC プロジェクトでは、3 つの課題に取り組んでいる。第一に、スモールセルの基地局が増加し、電波干渉の増大が予想されるので、それを回避することが課題として挙げられている。そのため、スモールセル同士を調整する調整マルチポイント技術 (Coordinated Multi Point) と干渉調整技術 (Interference Alignment) の利用を考えている。第二に、TROPIC では、クラウドコンピューティングとフェムトセルを融合させることに由来するエネルギー消費の問題に関係する。ユーザはクラウド技術により、一定のアプリケーションをスモールセル内のクラウドに置いて利用することになるが、そのためのエネルギー消費と通信のための消費のバランスをどのように取るかという問題に TROPIC では取り組んでいる。第三に、スモールセルの機器に、クラウド資源を収容する技術の開発に取り組んでいる。

(△) フェムトセルは何人ぐらいのユーザの利用を想定しているのか。

(○) フェムトセルは家庭向けであり、最大で 10 人ぐらいが利用できる。

(△) フェムトセルは光通信網と接続するのか。

(○) バックホールに関しては、様々な技術の利用が想定されており、LTE や光通信網の利用が考えられている。

(△) バックホールに、10GHz 以上の高い周波数帯の利用を考えているか。

(○) バックホールにどんな技術を使うかは利用シナリオによる。

(△) TROPIC プロジェクトの技術によって、周波数の有効利用が改善されるか。

(○) その通り。周波数干渉を防ぎながら、複数のスモールセルの連携的利用によって、周波数の有効利用は改善される。また、ネットワークを分散化させるスモールセルの利用によって、よりダイナミックな周波数割当が可能になり、TROPIC プロジェクトではそのための技術を開発している。その上、同プロジェクトでは D2D 通信の研究も実施しており、これにより、通常の基地局を介した通信を行わずに、端末同士での直接的な通信が可能になり、周波数の有効利用につながる。なお D2D 通信は、通常の基地局を利用しないので、エネルギー消費の効率も向上させる。

(△) D2D 通信におけるフェムトセルの役割は何か。

(○) フェムトセルは D2D 通信をコントロールする役割を持つ。つまり、端末同士の通信は、フェムトセルの管理の下に行われる。

(△) TROPIC プロジェクトにおける CEALIST の役割は何か。

(○) 我々は主に電波に関する部分、つまり、電波干渉の問題、D2D通信、ダイナミックな周波数割当、そして、先ほど述べたエネルギーバランスの問題に取り組んでいる。

最後に

(○) NICT と研究テーマが重なる部分もあり、我々と将来的な技術提携をぜひ考えていただきたい。

写真 先方と先方の研究施設の外観 (Nano-Innov)



第二章 FP7 FIRE の研究開発プロジェクト事例

ついで、FP7 の FIRE 枠の研究開発プロジェクトである OPENLAB、FED4FIRE、CI-FIRE について記す。

1) OPENLAB プロジェクト

OPENLAB プロジェクトは OneLab 施設を拡張させ、PlanetLab、そして、ワイヤレスや IoT (モノのインターネット) 向けのテストベッド等、ヘテロジニアスなテストベッドを連合させることを目標としている。より詳しくは、後に収録した UPMC LIP6 とのヒアリング議事録を参考にいただきたい。

FP7 OPENLAB プロジェクトの概要

正式名称	OPENLAB : FIRE テストベッドとツールの拡張
略称	OPENLAB
公募枠と年度	ICT-2011.1.6
研究期間	2011 年 9 月-2014 年 2 月(30 ヶ月)
予算(EU 拠出金)	737 万 431 ユーロ(500 万ユーロ)
コーディネーター	UPMC(仏)
参加組織	ウォーターフォード技術研究院(アイルランド)、カレッジ・ロンドン大学(英)、COSMOTE KINITES TILEPIKOINONIES(ギリシア) EURESCOM(独)、ベルリン工科大学(独)、エトボスロランド大学(ハンガリー)、マドリッド自治大学(スペイン)、フラウンホーファー協会(独)、国立 ICT オーストラリア(オーストラリア)、クリエイティブ・システムズ・エンジニアリング(ギリシア)、ブロードバンド技術インターディシプリナリー研究院(ギリシア)、エルサレム・ヘブライ大学(イスラエル)、テサリ大学(ギリシア)、高等技術学校(カナダ)、ピサ大学(イタリア)、ETH チューリッヒ(スイス)、パトラス大学(ギリシア)、INRIA(仏)
ウェブサイト	http://www.ict-openlab.eu

ヒアリング議事録: UPMC LIP6

日程:

2015 年 6 月 23 日 (月) 午後 1 時~午後 3 時

場所:

先方事務所 (フランス・パリ市内)

先方 (○) :

ピエール&マリー・キュリー大学 (UPMC) 欧州担当副学長⁵⁰: セルジュ・フディダ氏⁵¹

当方 (△) :

- ・ 情報通信研究機構 欧州連携センター長 菱沼 宏之
- ・ ONOSO 研究員 小野 浩太郎

ヒアリングの概要

LIP6における将来インターネット、将来ネットワーク及びテストベッドの研究活動について

(△) UPMC LIP6 (情報学研究所) の人員規模と研究活動の概要について教えていただきたい。

(○) LIP6 には約 500 名の研究者がいる。150 名の教授陣、250 名の博士課程の学生がおり、毎年 150 名が博士課程を修了している。LIP6 では、より基礎的な研究である数学とコンピューティングからアーキテクチャまで、非常に様々な研究を実施している。LIP6 の NPA (Network Performance Analysis) 研究チームでは、ネットワークと分散システムの研究を実施している。我々は NPA を 1980 年代に設立し、この研究チームは国際レベルでも非常に認知されている。一般的に言って、我々は電気通信の研究を実施しており、それは将来インターネットの研究と言っても良い。以前は、ネットワークに関するコア技術に力を入れていたが、現在はコア技術とアプリケーション開発のバランスを取るようになった。ノキア等の欧州産業の調子が良くないからである。その上、欧州では ICT を社会的課題 (societal challenge) の解決に利用することが注目されているからである。例えば、Eヘルス、交通システムのアプリケーションの開発が事例として挙げられるが、後者に関しては、我々はルノー、アトスとともにスマートモビリティ (例: ITS) の研究を実施している。スマートシティ、スマートビルディング、スマートグリッド、スマートカー、そして、マルチメディア等の研究も実施している。コア技術としては、我々は新しいアーキテクチャの研究、例えば、ICN (Information Centric Networking)、CCN (Content Centric Networking) の研究を実施し、また、様々な技術 (CDN や P2P 等) を用いたコンテンツ配信について研究している。例えば、フランス国立研究機構 (ANR) から助成された CONNECT プロジェクトのテーマは、コンテンツ指向型ネットワークであった⁵²。その上、DTN (Delay-Tolerant Networking) の研究も実施している。

(△) ICN は EU と日本 (NICT) との第一次共同公募の研究テーマの一つであった。

(○) その通り。なお、我々はフランスの他の研究機関とも共同研究を実施しており、LINCS⁵³ という組織を設立し、鉱業・テレコム研究院、国立情報学自動制御研究所 (INRIA)、アルカテルルーセント・ベルラボ、SystemX と一緒に共同研究を実施している。また、我々はアメリカや韓国の研究機関の研究者を迎え入れており、国際性豊かである。

(○) 我々のテストベッド研究の課題は、他の研究機関と同じであるが、洗練されたツールの開発である。つまり、開発したソリューションのデザインが効果的か評価するツールがない。8-10 年程前から我々が研究しているのは、アーキテクチャのテストベッドのための包括的ソリューションであり、欧州委員会のマリオ・コンポラゴ氏と一緒に我々は FIRE を創設した。UPMC は FIRE の創設者の一人である。当時、欧州委員会でコンポラゴ氏はネットワークインフラスト

⁵⁰ UPMC はパリ第六大学の略称。

⁵¹ http://www-npa.lip6.fr/~sf/sergefdida/Main_page.html

⁵² [http://www.lip6.fr/partenariat/partenariat-fiche.php?RECORD_KEY\(valorisations\)=id&id\(valorisations\)=986&LANG=de](http://www.lip6.fr/partenariat/partenariat-fiche.php?RECORD_KEY(valorisations)=id&id(valorisations)=986&LANG=de)

⁵³ <https://www.lincs.fr>

ラクチャの責任者であった。FIREの創設は、GENIと同時期であるが、我々はGENIを真似しなかった。私自身、FIREの大規模プロジェクトの一つ、OneLabプロジェクトを実施した。現在、OneLabは施設の名前であるが、元々はプロジェクトの名称である。なお、最初にテストベッドを連合させるコンセプトを導入したのは我々である。異なる技術向けに様々なテストベッドがある。テストベッドを連合させるために、共通の標準インターフェイスを開発することが必要である。テストベッドの連合には国際レベルでの努力が必要だった。貴方がたは、おそらくPlanetLab（米プリンストン大学が管理運営）のことはご存じと思うが、我々はPlanetLab⁵⁴を欧州に作った。2007年、我々はオープンソリューションでアメリカのPlanetLabと欧州のPlanetLabを連合させ、その後、韓国のテストベッドとも連合している（SmartFIREプロジェクト⁵⁵）。また、ブラジルと中国ともテストベッドの共同プロジェクトを実施している（EUとブラジルのFIBREプロジェクト⁵⁶とEUと中国のEU China FIREプロジェクト⁵⁷）。なお、現在、台湾ともテストベッドの連合について協議している。

当初は類似するテストベッドを連合させたが、現在は異なる技術向けのテストベッドを連合させる研究をしている（後述のFP7 OPENLABプロジェクトのこと）。なぜなら、現在ワイヤレス技術の研究を実施するには、異なる技術、例えば、クラウドコンピューティング技術の研究も行わなければならないからである。テストベッドを連合させることによって、研究者は異なるテストベッドを利用することができる。最終的には、テストベッド運営管理組織が互いに資源をトレードすることになるだろう。

テストベッド研究開発の問題の一つは、研究期間が終了し、助成金がなくなると、その後、どのようにテストベッドを維持するかというものである。

(△) その点は、EUと日本の共同公募でも問題になった。

(○) 従って、現在、我々はテストベッドを維持させるための法的枠組みとビジネスモデルについて検討し、産業界の需要に合わせる努力をしている。我々は、例えば、EIT ICT Labs (KIC)⁵⁸というEUから助成されているステークホルダーと協議している。

フランス国内のテストベッドプロジェクトとしては、我々はFIT (Future Internet of Things) というプロジェクトを率いている⁵⁹。これは約600万ユーロ（研究期間：9年間）をフランス政府から支給されている大規模なプロジェクトである。政府のEQUIPEX (Équipements d'Excellence) という公募枠に応募し、他のプロジェクトと激しい競争の末、助成金を勝ち取った。このプロジェクトでは、IoT、コグニティブ無線等のテストベッドとツールを開発する。

(△) LIP6とNPA研究チームの予算について教えていただきたい。

(○) 細かい予算については良く知らないなので、お答えできない。研究者の給料や事務等の設備に関しては、大学、つまり、政府から支給されているが、研究資金等はEUやANR、産業界等、外部から供給されている。

(△) LIP6はFI-PPPや5G-PPPに参加しているか。

(○) 私はFI-PPPには二度と参加したくない。FI-PPPのほとんどは失敗であるからである。二、三年後には皆気づくであろう。巨額の資金を与えても、その後、競争がなければ、研究開発は

⁵⁴ <http://www.planet-lab.eu>

⁵⁵ <http://eukorea-fire.eu>

⁵⁶ <http://www.fibre-ict.eu>

⁵⁷ <http://www.euchina-fire.eu>

⁵⁸ <http://eit.europa.eu>

⁵⁹ <http://fit-equipex.fr/francais>

<http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid54722/340-millions-d-euros-pour-les-52-laureats-de-la-premiere-vague-de-l-appel-a-projets-equipex.html>

進まない。例えば、FI-PPPの一つであるFI-WAREプロジェクト⁶⁰はお知りだと思ふ。あなたがFI-WAREプロジェクトのウェブサイトを見れば、それが失敗であることがお分かりになるだろう。5G-PPPについては、よく分からない。欧州委員会は5G-PPPはFI-PPPとは違い、よりオープンであり、同じ間違いはしないと話している。我々はステークホルダーであるアルカテルルーセントやフラウンホーファーFOCUS研究所と現在相談している。

(△) 5G-PPPは5Gの標準化活動に重要ではないか。

(○) その通り。5G-PPPは5Gビジョンの構想、そして、産業アクターが自分の立場を取るのに重要である。PPPのアイデアが悪いのではなく、その実施の仕方が悪いと私は言いたい。我々は巨額の助成金を使って、欧州産業の競争力を高めなければならない。私はただ助成金を得るためにだけにプロジェクトに参加したいわけではなく、プロジェクトのインパクトが重要である。我々は5G-PPPへ参加するか否か議論している最中である。

LIP6における将来インターネット及び将来ネットワークのビジョンについて

(△) あなたが「将来ネットワーク (Futur Network)」と言う時、IPベースのネットワークを指すか、それとも、IPベースを超えたネットワークを指すか。

(○) その違いを誰も気にしていないし、それは間違った論争であると思ふ。10年ぐらい前に、我々は政府や研究助成機関等の政策立案者がネットワーク技術へ助成するように説得していた。当時すでにインターネットはあり、政策立案者はネットワークの研究は必要ないと考えていた。したがって、我々は彼らにネットワークはより複雑になり、研究が必要であることを納得してもらうように議論し、IPを超えたネットワークの研究の必要性を説いた。IPは現在普及しており、非常に重要である。だが他方で、ICNやCCNの技術はIPを超えていく可能性を持つ。例えば、現在スマートモビリティの研究を行うにはIPが必要であるが、将来登場する技術について考えれば、IPを超えるネットワークの研究も必要である。新しいネットワークのために、数十年間の研究が必要となろう。従って、今から研究すべきである。

(△) 日本の研究者も、新世代ネットワークと言う時には、IPに捉われないということであるが、必ずしもIPベースのネットワークを排除しているわけではなからう。

(△) 欧州委員会の5Gビジョンの図版を見ると(議事録末に収録)、5Gにおいては、通信速度が上がるだけでなく、他の様々なもの、電力網、自動車、家、街、通り、病院等と接続できるようになる。あなたはこれと同じビジョンを持つか。

(○) この図は政策立案者にはいいかもしれないが、これが本当に5Gビジョンとして役に立つかは分からない。私は近年の電気通信部門の発展として、まず、電話システムのIP網への移行(IP everywhere)、ついで、スマートフォンやタブレットによるインターネットへのワイヤレスアクセスの普及があると考え。第二の進展は、今後自動車によるインターネットアクセスにもつながるだろう。第三の進展としては、ソフトウェアネットワーク、つまり、SDNやクラウドを挙げる。これらの技術によって、多くの機能がソフトウェアによって提供されうるし、より簡単に提供されうる。これは多くの分野に言えることで、例えば、インフラストラクチャがオンデマンドによってよりダイナミックな仕方で提供される。私は5Gにとって重要な要素は、プログラム可能性(programmability)であると考え。SDNやNFVは5Gの重要な構成要素である。

(△) 現在、ITUにおけるSDNの標準化活動の状況をお知りか。

⁶⁰ <http://www.fi-ware.org>

- (○) 私はまだ ITU において SDN の標準化活動が実施されているとは思わない。
- (△) 仏電気通信部門規制機関 ARCEP における 5G に関する周波数割当政策の状況についてお知りか。
- (○) 私はこの問題については知らない。周波数割当政策については政府で検討中であると思う。

欧州の他のテストベッド施設との関係について

- (△) UPMC は、OneLab イニシアチブのリーダーであるが、RENATER (仏国立研究・教育ネットワーク) や GÉANT と関係を持っているのか。
- (○) 我々は RENATER、GÉANT、DANTE、GARR (伊国立研究・教育ネットワーク) と強い結びつきを持っているが、Surfnets (蘭国立研究・教育ネットワーク) とは直接的には関係を持たない。

FP7 OPENLAB プロジェクトについて

- (△) FP7 OPENLAB プロジェクトでは、どのような問題を解決するのか。
- (○) OPENLAB は OneLab を拡張させ、例えば、PlanetLab、そして、ワイヤレスや IoT (モノのインターネット) 向けのテストベッド等、ヘテロジニアスなテストベッドを連合させ、最終的にテストベッド同士が資源をトレードすることを可能にする。これらの機能は今年の夏から利用開始可能になる見込みである。
- (△) OPENLAB の研究開発は、5G の開発に有効か。
- (○) 少なくとも 5G の開発をサポートでき、OpenFlow や SDN 等の技術のテストが実行可能である。
- (△) OPENLAB の後継のプロジェクトはあるか。
- (○) 否。OPENLAB は今年で終了する。今後、私が開発してきた OneLab を見ていただきたい。

その他の質問

- (△) 仏企業 Qosmos は、オープンデイトプロジェクトに参加しているが、あなたはその創設者の一人である。同企業はこのプロジェクトでどのような役割を担っているかお知りか。
- (○) Qosmos は、元は UPMC が立ち上げたスタートアップ企業であり、私が同僚とともに立ち上げた。同社は非常に成功しているし、また、SDN 技術は発展しつつあり、私としては嬉しい限りである。オープンデイトプロジェクトも非常に興味深い。だが、4 年前から、私自身はこの企業に関わっていないので、詳しいことについてはお話できない。

☆インタビュー後、UMPC 内の OneLab 施設を見学させていただき、LIP6 の研究者から説明を受けた。

写真1: 先方事務所にて



写真2: OneLab 施設の各種テストベッドのインターフェイス

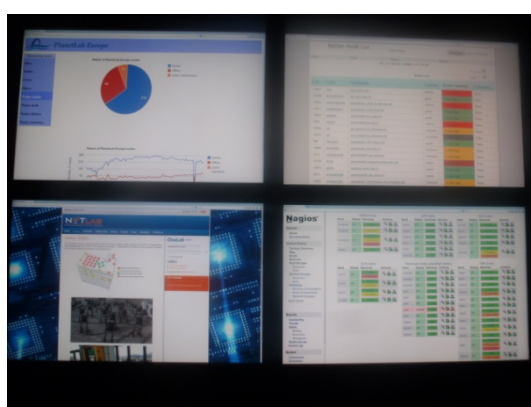
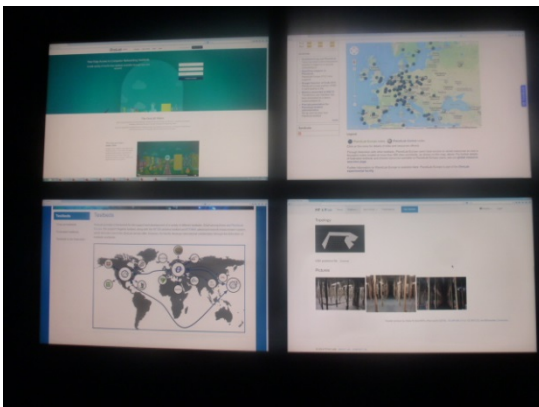
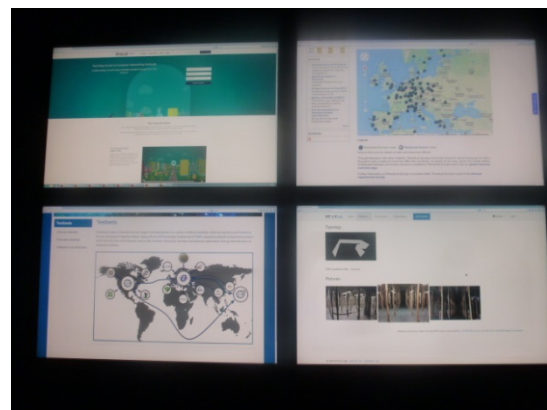
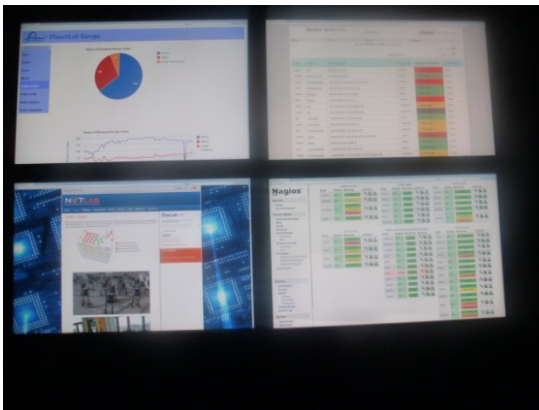


写真3: 先方と OneLab 施設にて



2) FED4FIRE プロジェクト

2014年6月末に開催された欧州ネットワーク・通信会議において、FP7 FED4FIREプロジェクトのコーディネーターであるベルギーの研究機関iMindsの研究者に、FED4FIREプロジェクトを紹介していただいた⁶¹。以下に、その概要を記す。

- ・ FED4FIRE では、実験管理、モニタリング等、様々な用途に合わせた共通ツールを開発することによって、複数のテストベッドを連合させるフレームワークを開発している。
- ・ プロジェクトコーディネーターは iMinds (ベルギー)、全部で 16 の研究機関が参加しており、参加国数は 8 カ国である。
- ・ FED4FIRE プロジェクトは、2012 年 10 月に開始し、2016 年 9 月に終了する予定である (4 年間)。
- ・ 現在、17 のテストベッドがFED4FIREに参加している。非欧州国からは、オーストラリアのNORBITテストベッド、韓国のKORENテストベッド、アメリカのスタンフォード光学アクセステストベッドが参加している。
- ・ FED4FIRE では、参加している全てのテストベッドで利用できる共通の API を開発している。
- ・ API を試験的に利用して、後に不具合等を報告してもらうため、研究パートナーを公募している。現在、2 回目の公募が実施されている (公募期間: 2014 年 5 月~7 月)
- ・ FED4FIRE で開発したツールは無料で利用できる。
- ・ その他、テストベッドの不具合等をモニタリングするツールを開発し、実際にダンテ等が利用している。

FP7 FED4FIRE プロジェクトの概要

正式名称	FIRE のための連合
略称	FED4FIRE
公募枠と年度	ICT-2011.1.6
研究期間	2011 年 10 月-2016 年 9 月 (48 ヶ月)
予算 (EU 拠出金)	1085 万 1133 ユーロ (774 万 9997 ユーロ)
コーディネーター	iMinds (ベルギー)

⁶¹ <http://www.fed4fire.eu>

参加組織	エジンバラ大学(英)、ブリストル大学(英)、アトス・スペイン(スペイン)、Delivery of Advanced Network Technology to Europe(英)、サウスハンプトン大学(英)、オーストラリア国立 ICT(オーストラリア)、ベルリン工科大学(独)、アテネ技術国立大学(ギリシア)、INRIA(仏)、テッサリア大学(ギリシア)、i2CAT(スペイン)、フラウンホーファー協会(独)、UPMC(仏)、国立情報社会庁(韓国)、EURESCOM(独)、カンタブリア大学(スペイン)
ウェブサイト	http://www.fed4fire.eu

3) CI-FIRE プロジェクト

欧州では、FP7 の CI-FIRE というプロジェクトにおいて、テストベッドの研究開発と利用、そして、維持のためのビジネスモデルの構想と実施等について研究されている。

FP7 CI-FIRE プロジェクトの概要

正式名称	FIRE の連携と統合
略称	CI-FIRE
公募枠と年度	ICT-2013.1.7
研究期間	2013 年 10 月-2015 年 3 月(18 ヶ月)
予算(EU 拠出金)	60 万 4984 ユーロ(49 万 7000 ユーロ)
コーディネーター	EURESCOM(独)
参加組織	MARTEL Consulting(スイス)、TRUST-IT Services(英)、ベルリン工科大学(独)、UPMC(仏)
ウェブサイト	http://www.ci-fire.eu

CI-FIRE プロジェクトは、2014 年 6 月末に第一回目のイベントをパリで開催している。以下に、イベント視察レポートを収録する。

CI-FIRE イベント視察レポート

日時：2014 年 6 月 27 日(金) 午前 10 時～午後 4 時

場所：ピエール&マリー・キュリー大学 (UPMC：フランス・パリ)

当方参加者：NICT 欧州連携センター長 菱沼 宏之

参加者数：約 30～40 名

概要：

【セッション 1】 将来インターネット技術の境界領域をどう拓げていくか。

(司会：ユーレスコム及び CI-FIRE コーディネーター ミロン・グプタ氏)

CI-FIRE は「Coordination and Integration of Future Internet Research Experimentation」の略である。将来インターネットのテストベッドである FIRE が境界をどう超えるか、テストベッドの利用者に来てもらい、テストベッド供給者が何を魅力的に提供できるかについて、生産的な議論をしたい。

「欧州における技術革新と競争力を促進させる FIRE の役割」

: 欧州委員会通信ネットワーク・コンテンツ・技術総局 将来インターネット実験プラットフォーム副長: ニコス・イサリス氏

自分は、欧州委員会で将来インターネットの担当であり、実験プラットフォームFIREの副責任者である。CI-FIREとEIT ICT Labs (EIT: European Institute of Innovation & Technology) が素晴らしい活動をしている。本日は、1) 競争力強化に向けた我々の見解、2) テストベッドをどのように持続可能にするか、また、ブローカー (仲介者) はどのようにするか、3) FIREとEIT ICT Labsとの協力についてお話をしたい。

1) FIRE は、数年前に始まったもので、将来インターネットの実験プラットフォーム、テストベッドをテーマとする。他にも色々なイニシアティブがあるが、例えば連合 FIRE は、テストベッドをつなげるプロジェクトで、中小企業や起業家向けであり、彼らが招待されて実験を行う。テストベッドの連合 (federation) により、中小企業がオープンな接続環境にアクセスすることができる。

2) 持続可能性とブローカー: FIRE は持続可能性のガイドラインを有している。FIRE と EIT ICT Labs 間での利用ケースの協力として、FUSECO (Future Seamless Communication) が挙げられる。FIRE の 2016~2017 年の姿を紹介すると、欧州のインフラストラクチャとして、ブローカーは CI-FIRE が良いモデルとなる。

3) 将来の協力: FIREとEIT ICT Labsの双方の価値向上につながるかが問題である。EUの核は持続可能性とガバナンスである。FIREとEIT ICT Labsで重要なのは5G-PPPであり、EIT ICT Labsがビジネス創設に役割を果たす。

(質問) 利害関係者が多い中で、ブローカーはどう選ばれるのか。

(EU) 特定の予算があり、ガバナンス等の基準を踏まえて、協力を促進するような人が選ばれる。連合をどうするかについて、相互の衝突を解消していき、大きな1つのプロジェクトの実施につながる事となる。

「将来インターネットの産業パースペクティブ」

: Engineering Ingegneria Informatica : ステファン・パンフィリス氏

参加の鍵は、ホライズン 2020 やそれ以降のエンジニアリングがいかなるものになるかという問題である。イタリアでは企業が中央・地方政府、産業界向けに情報システムを提供している。私は 1987 年に企業に入り、現在は 200 人規模で、国内や欧州から資金支援を獲得している。我々は利用 (応用) 研究と技術 (基礎) 研究を実施している。マイクロソフト等もいるが、技術が重要なので顧客が利用してくれる。スマートシティはビジネス等を様々に変革するものであり、例えば Living Lab は、実験だけでなく、新しいシステムを理解する場である。新しいプロジェクトとしては、3D 印刷機を使用するものもある。FI-PPP、FI-Lab では、ソフトウェアだけでなく、人がつながり、実験施設を作るために EIT ICT Labs に物理的オフィスを設けている。

「FanTaaStic・連合した欧州テストベッドのワンストップショッピング」

: 独フラウンホーファー・FOCUS 研究所: フローリアン・シュレイナー氏

EIT ICT Labsの活動は素晴らしい。14の方法でテストベッドをサービス供給事業者が利用する。将来は顧客が金銭を支払うことを期待している。強化された電気通信の運営モデルとして、eTOMモデルが14ある。これはビジネスモデルであり、サービス水準合意 (SLA) を行って、適切なアプローチを行う。アプローチとしては、過去には、各プロジェクトの30~40%がテストベッド設置のための予算なので、プロジェクトが終了するとテストベッドも終了していた。現在では、予算で利用方法を工夫し、初期は予算不足となるかもしれないが、価格と費用の関係を考えて将来のために工夫している。中小企業が重要であり、試験と報告も重要。我々のウ

ウェブサイト (<http://testbeds.eu>) を参照して頂きたい。

(質問) テストベッドの魅力的な価値とは。

(回答) 資源をより良く計画できるようになり、さらに資源を利用できるようになることから、インフラの進化が期待できる。

(他の回答) 魅力的なのは、競争を促進する点にある。

(他の意見) 支払を受ける立場から見べきであり、中小企業の言語を理解する必要がある。

(回答) そのとおりであり、一定の進展を見せている。

(質問) 中小企業のルールについて、言語翻訳の問題がある。テストベッドで、実験でなく、試験を行う。市場化の準備ができておらず、支払が行われなことを危惧している。競争の中で、公的設置のテストベッドを準備することが適当か。

(回答) 商業的テストベッドが良い。将来インターネットでは場を提供しており、我々のテストベッドは2つの中小企業が無料で使用している。

(質問) テストには、特定のリクエストや最新のリクエストがある。

(回答) 自動化しているが、専門家、テストベッド、中小企業が組んで、週1回又は2週間に1回集まり、テストベッドを分析している。

【セッション2：ビジネスと教育向けに利用者がどのように FIRE から利点を引き出すか】

司会：マーテルコンサルティング マーティン・ポッツ氏

「BonFIRE の利益とオープンアクセスアプローチ」

：仏国立情報学自動制御研究所 (INRIA) : デイビッド・マルガリー氏

2006年からグリッド等を扱ってきた。BonFIREは6か月前の2013年12月に終了したが、将来に向けて展開している。再モデル化しているが、利用者向けではない。テストベッドの持続可能性をどうしていくかが課題で、統合と高品質化が重要であり、次のアップデートは次週に予定している。BonFIREは、利用者が特定されておらず、コンソーシアム以外の外部利用者向けで、オープンなアクセスを確保し、新規利用者に魅力的なものにしてきた。すなわち、資金支援が止まっても低費用で継続できるようにしてきた。将来のニーズを把握することが必要であり、持続性により次世代の利用者の役に立つ決断が必要である。利用者が将来新たに何を必要とするかを意識し、利用者に対してオープンで、将来を考えて構築してきた。運用の持続可能性について、オンラインでソフトウェア更新してきた。プロジェクトが終わっても、BonFIREファンデーション(基金)があることから、ソフトウェアを更新してきた。知的財産権も扱ってきた。施設を円滑に使用できるよう、ハードウェアを更新・購入することにより、利用者が利用できるようにした。このためには、テストベッドを運営する人から資金を出してもらうのが良い。第二の問題は、INRIAは規模が大きく、BonFIREが新しい請求書を出すと、INRIAでは会計的に複雑になる。予算をホストするのは、INRIAの所在するフランスの会計規則では難しい。そもそもブローカーの給料の扱い方が存在しない。第三の問題は、持続可能性であり、FIREの公募から支払われる可能性が薄い。オープンアクセスとしているが、ハードウェアの持続可能性としては、運営が終了することとの関係で、新しい施設への資金支援が考えられるし、実験費用を削減することも考えられる。新しいテストベッドで、ハードウェア向けに分散型直接資金支援モデルを考案している。

(質問) オープンアクセスはどうしているのか、お金を支払わない人が利用しているのか。

(回答) 利用者を信じている。エコシステムの中で、INRIAはテストベッドが重要と考えており、ニーズを満たしていることから、テストベッドは利用されている。フィードバックも重要。

FORGE と教育サービス

：オープン大学・FORGE コーディネーター ジョン・ドミニグ氏

FORGE プロジェクトは、9か月前の2013年10月（3年間）に開始された。UPMC、iMinds、NICTA、トリニティ・カレッジ（ダブリン大学）等が参加している。動機は高等教育にあり、インターネットは音楽や大学等に大きな影響がある。FORGE プロジェクトでは、FIRE 技術を遠隔教育に活用しており、新しいパラダイムとして、自己管理した学習が見られる。別の考えでは、反転教室（flipped classroom）があり、教師は生徒が教科書を見ているか確認でき、双方向的である。iTune は良い配信チャンネルであり、NICTA、PlanetLab 等と協力している。FORGE のアーキテクチャは、FIRE コース、Widgets、FIRE アダプターの3点がある。2011年にはオープンデータを繋げている。パトラス大学のオンライン実施初日には、iBook や Web ブラウザーで可能となった。シスコのネットワーク大学には15万人の学生がいる。

まとめると、FORGE は FIRE と教育を結び付け、マルチメディアで教育を受ける者を容易にする。大学の予算も効率的に使用できる。オープンすると大変だが、メリットもある。

（質問）学生は中小企業とは異なる顧客である。学習者に関する大きな課題は何か。

（回答）（自分は FIRE にいた訳ではないが、）資源の予約の概念を取り払った。教育プログラムをどうするかについては、段階を省略したりした。

（意見：セルジュ・フディダ）修士課程の教育水準を保つのに、予約なしで可能か。

ピエール&マリー・キュリー大学及び仏国立科学研究センター：セルジュ・フディダ氏

PlanetLab等は成功している。テストベッドのインターネットとして、GENI、FIT、FIREなどテストベッドの連合（federation）を組んでいる。連合するのは、10年前は大変だったが、科学だけでなく経済的にも進化している。連合は、将来インターネットの活躍の場であり、周波数を共用したりする。重要なのは、仮想化、オープンデータ（実験でベンチマークとして重要）、オープンソースである。ビジネスモデルが重要だが、単一の解決がある訳ではない。将来重要なのは、分野横断的なイノベーションであり、スマートシティ、スマートビル、eヘルス等が重要である。そのためには、参入コスト、参入のための努力を低くする必要がある。資源の利用を最大化し、現実的になるべきである。SFSは標準的なインターフェースである。ガバナンスは各々の当局がリソースを共有する。根本的には、連合をどうするかという問題があり、2007年に初めての連合を構築した。中央の連合としてのPlanet Labであり、資源を使いたければ資源を持ってくる必要があったが、その後は容易にするために資源を確保できるようになった。MySliceポータルはオープンであり、欧州以外にも、ブラジルのFIBREプロジェクト、中国科学技術院の将来インターネットセンターと中国テレビ、台湾のIoTテストベッド、韓国が参加している。視点の障壁をどう取り払うかだが、OneLabの実験施設のリソースを、研究者だけでなく社会、産業界、教育にも無料で提供した。OneLabの資源と利用者のプロフィールとして、PLE、NITOS、HEN、ETOMAC等が挙げられる。2014年6月15日にOneLabを開設した（<http://www.onelab.eu>）。コンソーシアムは契約書で決めた。OneLabのネットワーク運営センター（NOC）はUPMC内にあり、グーグル等も視察に来た。NOCは異なるテストベッド間をコントロールするのであり、個々のテストベッドをコントロールするのではない。IoTやセンシングが対象で、元々のPlanetLabと同じでなく、ワイヤレスなどもあり、連合している。OneLabのガバナンスとしては、利用者がテストベッドにアクセスする際に合意書に署名する。もしテストベッドの所有者であれば、我々（UPMC）との間で合意書に署名することができる。OneLabのポータルを7月15日に開設したが、ログインが必要である（<http://new.onelab.eu>）。FanTaaSticには14の作業計画がある。FUSECOとOneLabがあり、中小企業を支援している。OneLabをぜひ使ってみてほしい。

(質問) OneLanのカスタマイズについて、有料なものはあるか。

(回答) 誰も(対価を)支払わないので、人的給与が必要になるが、その支払は企業からである。参入コストを低くする観点からも重要である。公的資金支援もある。

(質問) OneLabの持続可能性は。

(回答) ガバナンスモデルは真似できる。ビジネスモデルは単一の解決策がある訳ではないので、例えば教育など個々のテーマごとに、他の利害関係者と議論する必要がある。経験があればリソースをカバーできる。法的枠組は重要で、施設とプロジェクトが乖離していた。

【セッション3：スタートアップ及び中小企業が ECT ICT Labs と FIRE からどう利点を引き出すか】

(司会：UPMC スザンナ・アヴェスタ氏)

「Xヨーロッパ」は、ソフィアアンチポリス、レンヌ、ミラノ、ベルリン、ミュンヘン、ヘルシンキにあり、米国シリコンバレーにもリンクを有する。FIREとEIT ICT Labsの協力は根本からのものであり、持続可能性がある (<http://www.eitictlabs.eu>)。

Digital Works：ミルコ・ロス氏

同社は中小企業であり、シュツットガルトとミュンヘンに所在する。自動車産業、ロバート・ボッシュやシーメンスから、中小企業までつながりを持つ。これまで自分はFIREのことを聞いたことがなかった。これからは中小企業の巻き込みが重要である。IoTでセンサーを管理する際に、テストベッドは良い考えであり、中小企業だと誰も管理の仕方を知らないのも、FIREがテストベッドを提供してくれるのは助かる。我々が必要なのは簡便性と迅速性である。公募で6か月や10か月などは待てない。1万ユーロなどの金額の問題ではない。テストベッドは中小企業の必要性に適合していない。

(質問) 本件は無償供与ベースである。中小企業にとって、資金支援以外に、FIREへのアクセスの何が利益か。

(回答) 製品市場化でテストベッドを稼働させる経験が重要。

(質問) ソフトウェアを売ったが、テストは込みでなかった。中小企業のテストベッドはどうか。

(回答) 中小企業はテストベッドを顧客への製品の売り込みには使っていない。幅広い議論してほしい。

HiKoB：ギョーム・シェリウス氏

当社の業務分野は、データ収集、IT ライセンシング、防衛、スポーツとメディアである。なぜテストベッドかと言うと、テストベッドの第一の壁は、アイデア実現の可能性である。製品の試験から有効化について、プロトタイプを現実化する。誰がテストベッドに支払うかと言えば、市場化の問題であり、テストベッドの提供する価値次第。このビジネスモデルは当方には良くない。バリューチェーンの中で適切な人に託したい。製品の真の価値を考えていきたい。

JCP コネクト・FUSION コーディネータ：ジャン＝シャルル・ポワン：ジーン＝チャールズ・ポイント氏

欧州の中小企業とは、雇用の65%、雇用成長の85%を占め、90%が10人以下である。PlanetLabの利用は2年前からである。持続可能なプラットフォームへのアクセスは容易である。中小企業は、市場に行って支援を受けるし、監視も課題である。

(以上)

第三章 ANA 100G プログラムの動向

ANA100G (Advanced North Atlantic 100G) パイロットプロジェクト⁶²は、100Gbpsで北米と欧州を結ぶ研究・教育向けネットワークで、新しいアプリケーション、リソース、モニタリング技術、SDNのような最新技術の開発とテストに利用することを目標としている。ANA100Gには、インターネット 2⁶³ (米)、ノールデュネット (北欧)、ESnet⁶⁴ (米エネルギー省)、サーフネット (オランダ)、CANARIE⁶⁵ (カナダ)、GÉANT (欧州諸国) という研究・教育ネットワークの他、米Ciena社⁶⁶ (フォトニック機器提供・100Gbps WaveLogic3) と米ジュニパー社⁶⁷ (eye-catching demo向けの機器の提供) というベンダー2社も参加しており、官民共同のプロジェクトである。ANA100Gによって、新しいネットワークアプリケーションやアーキテクチャの他、データを利用する科学、高エネルギー物理学、電波天文学、遺伝学における発見を加速させることが見込まれている。

2013年にオランダのマーストリヒトで開催されたテレナネットワークング会議では、初めて100Gbpsで北大西洋を横断する伝送実験に成功している。同実験では、マーストリヒトとシカゴ間で大量のデータが伝送された。ANA100Gは、10年にも及ぶ研究開発の成果であり、2002年には、10Gbpsでのニューヨークとアムステルダム間の伝送に成功していた⁶⁸。

⁶² <https://www.nordu.net/ndrweb/home.html>

⁶³ <http://www.internet2.edu>

⁶⁴ <http://www.es.net>

⁶⁵ <http://www.canarie.ca/en/about/aboutus>

⁶⁶ <http://www.ciena.com/?navi=top>

⁶⁷ <http://www.juniper.net/us/en/>

⁶⁸ <https://blog.surfnet.nl/?p=1952>

<http://www.internet2.edu/news/detail/4702/>

第四部 国際電気通信連合と欧州電気通信標準化機構における SDN 及び NFV 標準化

の動向

SDN (Software-Defined Networking) は、5Gの中核となる技術として世界的に注目を浴びている。国際電気通信連合 (ITU) では、2012年11月に開催された世界電気通信標準化会議で「ITU-TにおけるSDN (Software-Defined Networking) 向け標準化作業」に係る規則 77 を採択して以来、SDNの標準化作業を加速させている⁶⁹。この採択は、事前に同月に行われた技官長 (CTO) グループ会議とグローバル標準シンポジウムで、同技術を戦略的優先性が高い重点テーマの一つとして強調されたことが影響している。2013年6月には、「SDN共同調整活動 (JCA-SDN: Joint Coordination Activity on Software-Defined Networking)」が設立され、議長として、日本のNECの江川尚志氏が指名されている⁷⁰。JCA-SDNの役割は、SDNの標準化作業の調整を行うことであり、ITU-T SG11 及びSG13 (ITU-T Study Group) 等を特に支援する。SG11 は、「信号要件、プロトコル、テスト仕様」と呼ばれ、SDNの信号要件とプロトコルの開発を担当し⁷¹、SG13 は、「クラウドコンピューティング、モバイル、次世代ネットワークを含む将来ネットワーク」と呼ばれ、将来ネットワークの標準化を進めているが、SDNの枠組みとSDN向けの正式な仕様と実証方法の要件を開発し⁷²、両SGは連携して活動している。

SG13 は、2014年2月の会合後に、ITU-T Y.3300 「SDNのフレームワーク」勧告を公表している。この勧告は、ITU-T SDN標準の最初の承認であり、SDN標準の更なる研究のための基礎を与えている⁷³。なお、2014年7月にスイスのジュネーブでSG13の会合が開催される予定である。

欧州の電気通信部門の標準化段階であるETSIでは、SDNとも関係が深いNFVの標準化のため、NFV ISG (Industrie Specification Group) を設立し、2013年1月にETSI本部があるフランスのソフィアアンチポリスで第一回会合を開催している⁷⁴。NFV ISGはETSIにおけるNFVの標準化プロセスを補う役割を持ち、専用のポータルサイト⁷⁵を持ち、メンバーには、世界各国の通信事業者や機器ベンダーが入っている⁷⁶。2013年10月に、ETSIはNFV ISGとの協力の下、NFVの最初の仕様を発表している⁷⁷。

ETSI のNFV 標準

標準 No.	標準名称
GS NFV-PER 001	Network Functions Virtualisation (NFV); NFV Performance & Portability Best Practises
GS NFV 001	Network Functions Virtualisation (NFV); Use Cases
GS NFV 002	Network Functions Virtualisation (NFV); Architectural Framework
GS NFV 003	Network Functions Virtualisation (NFV); Terminology for Main Concepts in NFV

⁶⁹ <http://www.itu.int/en/ITU-T/sdn/Pages/default.aspx>

⁷⁰ <http://www.itu.int/en/ITU-T/jca/sdn/Pages/default.aspx>

⁷¹ <http://www.itu.int/en/ITU-T/about/groups/Pages/sg11.aspx>

⁷² <http://www.itu.int/en/ITU-T/about/groups/Pages/sg13.aspx>

⁷³ <http://newslog.itu.int/archives/402>

⁷⁴ <http://www.etsi.org/index.php/news-events/news/644-2013-01-isg-nfv-created>

⁷⁵ <http://portal.etsi.org/tb.aspx?tbid=789&SubTB=789,795,796,801,800,798,799,797,802>

⁷⁶ NFV ISG のメンバーリスト: <http://portal.etsi.org/TBSiteMap/NFV/NFVMembership.aspx>

⁷⁷ <http://www.etsi.org/technologies-clusters/technologies/nfv>

GS NFV 004	Network Functions Virtualisation (NFV); Virtualisation Requirements
GS NFV PER 002	Network Functions Virtualisation (NFV); Proofs of Concepts; Framework

2014年3月には、オープンネットワークング財団（ONF）とETSIがNFVとSDNの標準化に関して、戦略的パートナーシップ協定を締結している⁷⁸。ONFは、2011年にドイツテレコム、フェイスブック、グーグル、マイクロソフト、ベライゾン、ヤフー!によって設立された非営利団体であり、オープンSDNとOpenflow技術及び標準の開発を振興している⁷⁹。ETSIとONFは、SDNによるNFVの展開を進めて行く方針であり、ONFは通信事業者がNFVとSDNを結合するための文書を作成している（「OpenFlowにより可能なSDNとNFVソリューション概観」）⁸⁰。なお、ETSIは、2014年10月14-17日にデュッセルドルフで開催予定のSDN&OpenFLowワールドコンGRESSに参加予定である⁸¹。

⁷⁸

<http://www.etsi.org/index.php/news-events/news/764-2014-03-onf-and-etsi-announce-strategic-collaboration-for-sdn-support-of-nf>

⁷⁹ <https://www.opennetworking.org>

⁸⁰ <https://www.opennetworking.org/images/stories/downloads/sdn-resources/solution-briefs/sb-sdn-nfv-solution.pdf>

⁸¹ <http://www.etsi.org/news-events/events/782-nfv-poc-zone-2014?highlight=YToxOntpOjA7czo0OiJzZG4iO30=>

第五部 第1回将来インターネットに関する欧州会議 (ECFI) 報告レポート

日時：2014年4月2日（水）～3日（木）

場所：The Egg（ベルギー・ブリュッセル）

主催者：FI-PPP（将来インターネット官民パートナーシップ）

参加者：NICT 欧州連携センター長 菱沼 宏之

参加者数：約 200 名

概要

FI-PPPは、欧州連合（EU）の支援等を受け、将来インターネット（我が国の新世代ネットワークに相当）をはじめ、各種のプロジェクトを実施しており、同会議は、将来インターネットに関する欧州会議を立ち上げて、その第1回会合である⁸²。FI-PPPの他に、5G-PPPも立ち上げられたところである。

内容としては、最近の中小企業重視や、クラウド、ビッグデータ、スマートグリッド、スマートシティなどのテーマを取り上げているが、特にクロージングにおいて、5G-PPPを取り上げていたことが特徴として挙げられる。

各セッション等で注目すべき発言は次のとおり。

【オープニング：欧州の成長を確かにする、FI-PPPの与える影響】

（司会：イッカ・ラカニエミ氏：FI-PPP議長）

ビジネスのデジタル化において、ICTの資産・実利用・影響の点で見ると、欧州は決して米国やアジアの後塵を排していない。欧州各国におけるインターネット革命の証左を集めて、楽観的な概観図を示したい。FI-PPP（将来インターネット官民パートナーシップ）は、インターネット技術の世界で良く知られており、大規模なプロジェクトを実施しているが、伝統的な欧州の研究開発プログラムとは少し異なっている。特に、2014年は中小企業の技術革新に注目すべき年と認識している。これまで2年間は研究所内部で技術を開発してきたが、今日では表舞台に出てきた。鍵となるのは、欧州のビジネスを「ホライゾン 2020」の中で進展させることであり、FI-PPPがこの道を進めば、中小企業はより活発になり、研究開発能力が上がり、新しいICTのエコシステムが出来上がる。

（ネリー・クルース 欧州委員会副委員長：ビデオ出演）

将来インターネットは経済成長に必要であり、クラウド、ビッグデータ、IoT（モノのインターネット）、高速インターネットとつながり、また、5G-PPPが重要になってくる。資金規模としては、EUによる資金支援と民間による支援と合わせて30億ユーロに上る。また、信頼できるクラウドが求められており、セキュリティを提供することが新しいサービスへの扉を開ける。将来インターネットの鍵は、起業家、ビジネスマン、消費者などであり、EUは将来インターネットを支持する。

（アジット・ジャオカール氏：欧州インターネット財団ファウンデーション顧問）

私が共著した「2030年のデジタル世界」報告書によれば、欧州の強みは、技術だけでなく、ビッグデータなどにより知識社会が形成されることにもある。ネットワーク、特に無線では5Gでの協力が重要であり、競争力向上に必要である。携帯電話業界に居た経験からすると、プラ

⁸² ウェブサイト：<http://www.ecfi.eu/programme-brussels2014/>

プラットフォームが重要であり、アンドロイドやツイッターでさえもプラットフォームと言える。これらの上では、短時間に色々なものを創り出すことができる。技術は明るい方向に進んでおり、特にiPhoneの登場が世界を大きく変えた。今後は、アプリケーションの革新や、5G等のネットワークのプラットフォームの革新が求められ、これにはFI-PPPが関与している。米国DARPAがGPSなどで成功しているのを参考にしていきたい。

(ジョン・マックスウィーニ氏：ESBグループ)

電力会社はビッグデータを有しており、発電側にとってはスマートメータによって電力消費量を予測できることが必要である。クラウドのセキュリティでは、ICTの標準化が鍵であり、FI-PPPで努力して頂きたい。ICTの活用の点で、将来のエネルギー産業にとっては、データの安全性が重要である。リアルタイムのデータにより、供給すべき必要量が正確に得られる。太陽エネルギーの供給量にとってデータが重要になってくる。将来これらのソフトウェアのアルゴリズムをどうするかは、電力業界に影響がある。

(Jヒエッロ氏：スペイン・エンジニア)

新しいデジタル革命においては、インターネットが次世代のコンピュータに移行可能となり、シームレスに様々なデバイスでアクセス可能となってくる。また、次世代のコンピュータは、IoTやコンテンツにも関係してくるもので、解決策を生み出し、経済・競争・雇用創出に大きな影響がある。FI-PPPは、欧州で新しいICTビジネスを切り開いていく。オープンな標準化により新たなプラットフォームの提供者が現れ、アプリケーション・サービス・プロバイダー (ASP) が自分のアプリケーションをどこにホストするかを考えて、費用と信頼性を考慮に入れて選択することになる。技術も鍵であり、技術がアイデアのショーケースになって、イノベーションを知っている顧客が色々な発見をすることになる。我々が実施しているFI-WARE (オープンなマインドのためのオープンなAPI (Application Programming Interface)) は、オープンな標準化のプラットフォームを製作している。FI-Opsはイノベーションの拠点であり、FI-Labは実施に移す場である。現在は、スマートシティとしてFI-Labに接続を希望する都市も出てきている。

☆質疑応答の中で、先の発表者から、「プラットフォームと中小企業が鍵で、特にプラットフォームがイノベーションの鍵である」、「今年度くらいから光ファイバーを家庭につなぐ話 (FTTH) が出ており、FI-PPP にとっての良い水先案内人になる」、「我々は現在、1990年代のような新しいデジタル革命の中にいる。エネルギーや製造等の分野で強力なプレイヤーがいる。プラットフォームのオープン化が必要であり、ステークホルダーとしては、中小企業や異分野を含めて努力が必要」といった発言があった。

【パネルディスカッション：将来インターネット-欧州のイノベーションの鍵か?】

(マリオ・コンポラルゴ氏：欧州委員会 (EC) 通信ネットワーク・コンテンツ・技術総局)

グーグルなどは市場が明確。我々欧州に市場の機会があるかと言えば、ある。例えば、スマートシティはプラットフォームであり、オープンデータと組み合わせることで市民に新しいサービスを提供する。FI-PPPの役割は、将来を予言することではなく、実現することである。伝統的なPPPでなく、全てのエコシステムにオープンであり、利用者や起業家からのフィードバックが必要。中小企業や起業家がゼロから世界市場に出られるようにしたいし、欧州がイノベーションの場となってほしい。将来インターネットが、メキシコにおいて、スペインやフィンラ

ンド等と同じように活動できるようになった。ブラジルも将来の候補である。また、5G-PPPは投資が良く返ってくる分野である。規制面では、欧州単一市場の案が欧州議会にかかっているところである。単一主体が行動するのではなく、ネットワーク・サービス・プラットフォーム・利用者・エコシステム等の連動が必要である。前向きな雰囲気とオープンな精神で取り組んでいきたい。

(パトリス・チャゼランド氏：デジタルヨーロッパ)

デジタルヨーロッパは、ECの支援を受けたプロジェクトであり、家電、IT、通信業界や、中小企業等が関係している。イノベーションにはシュンペーターなど色々な定義があるが、最も良い考えにイノベーションは **adoption** (採用) と価値というのがある。FI-PPP はこれまで価値創出に効果的であったが、これから、社会的価値や文化的価値をどう考えていくか。クラウド・ウォッチという、研究者の協力を得て産業界が主導しているクラウドの観察者が、標準化、SLA (サービス水準合意)、契約等を観察しているところである。

(他の参加者)

欧州産業の競争力は一般的に技術面等における北米やアジアとの比較競争力を指しているが、FI-PPP はこれとは異なり、競争力自体を取り上げている、すなわち、新しい技術だけでなく、ビジネス運営や行動様式も取り上げている。

(質疑応答)

司会から、「欧州では多くのイノベーションが行われているので、家庭で10Mbps以下の(低速な)インターネットを使用している人が果たしているのか」と会場に聞いたところ、会場からは、数人くらいであり挙手がなく、「一般的に25Mbpsくらい」との発言が見られたが、欧州委員会のコンポラルゴ氏から、「ここに参加しているのはイノベティブな人々なので、ここにいない人々や、若い世代も含めて考えたい」との補足発言があった。

会場からの質問に対し、欧州委員会のコンポラルゴ氏から、「中小企業や起業家は、地域のエコシステムが必要であり、スタートアップ企業に対して、FI-PPP がちょうど良いタイミングを提供してほしい。ホライゾン 2020 において ICT の5%はオープンな中小企業向けであり、中小企業は単独での研究開発が難しいので、欧州レベルで研究開発するのに良い機会になるであろう。メキシコ・ブラジルとも(案件を考えている)」との発言があった。

会場からの質問に対し、「公的支援を受けることができるようになるまでには時間がかかるが、その頃には市場が展開されてしまっている。成功の鍵は、女性など新しい参加者を募ること」との発言があった。

司会から、「FI-PPPの第3フェーズは中小企業アプリケーションに重点を置きたい」とのまとめの発言があった後、欧州委員会のコンポラルゴ氏から、「商工会議所を含めて産業界はEUにとって非常に重要であり、迅速性も重要」との補足発言があった。

【パラレルセッション4：将来インターネットとスマートユーティリティ】

(アントネロ・モンティ氏：E.ON エネルギー研究センター)

有線によるスマートグリッドについて、ポイントは、①ボトムアップからトップダウンへ、②流通ネットワークが核心、③顧客が新たな参画者となる、という点。スマートグリッドによって、家庭は10%、家庭以外は20%の(需要・供給の)柔軟性が可能となる。デバイスは、(従来の)電力のみが対象ではなく、太陽発電パネルなどもある。ユーティリティ会社は、エネルギーとデータセンターとの関連性について貴重な経験を得ており、データがあるほど力がある。有線によるスマートユーティリティで、住宅・企業・車両等へ電気を供給しており、ホセアンヌ (Hoesens) というデンマークの都市で実験した。FP7 (EU第七次枠組プロジェクト) で

は、COOPERATEや、MERLIN（電気供給による鉄道）というプロジェクトを実施している。GEYSERというプロジェクトでは、グリーンなデータセンターを実現。これらの結論として、データが大きな価値を持つことを強調したい。

（マーク・デイリー氏：ESB）

昔の電力メータは単一検針か、せいぜい昼夜別検針であったが、次世代の電力メータは、時間帯別料金が可能となり、家庭での太陽光発電や、電気自動車も可能となる。課題は、再生可能エネルギーの潜在能力の最大化、需要の調整方法、大きなインフラの必要性、データ収集、迅速な処理、瞬断時間の減少、電力ネットワークの自律修復。利用者側では、時間帯別・日帯別料金の設定や、移動体（例：車両）でのエネルギー使用など。ICTはソリューションに必要。FINESCEというプロジェクトでは、まず4GやWiMAX、LTEを利用しており、今後は、光通信レイヤを活用することとしている。

（ハンノ・ヴォート氏：独RWTHアーヘン大学）

資源枯渇、環境汚染（例：北京やパリの大気汚染）、二酸化炭素ガス削減の必要性といった課題が、企業（製造業）にどのような影響を与えているか説明したい。化学、製紙、製鉄、非鉄業といった順でエネルギー費用が高く、費用効率性が課題となっている。利用者料金はピークロードに合わせた料金になっているが、利用する企業側は支払う費用を最低限にしたいと考えている。我々は、ドイツポストなどの電気自動車への電気供給を実験しており、車両使用時間の組合せによって必要電力合計量を最低限にしている。

【パラレスセッション6：欧州の研究開発を市場へ】

（司会：ジョン・ヒギンズ氏：デジタルヨーロッパ）

イノベーションの定義には色々あり、新規性、経済的・社会的価値、インパクトがあることなどが挙げられる。

（ルシアノ・フロリーディ教授 オックスフォード大学）

研究開発→市場化→経済成長の流れの中で、研究開発→経済成長に直接どうつなげるかと言えば、イノベーションしかない。研究室からメインストリートに出すためには、研究開発→経済的利点→市場化努力→悪い環境→研究開発のサイクルを回さなければならない。EUがイノベーションの鍵であり、研究開発に親和性のあるエコシステムは、ステークホルダー（利害関係者）、特に研究開発者と企業によって磨かれるのである。

（イッカ・ラカニエミ氏 FI-PPPプログラム議長・フィンランド商工会議所副会長）

ノキアの（成功と売却の）後、新しい競争者が入ってきている。例えば日本と欧州の経済を見てみると、大企業が成功したり失敗したりしている一方、中小企業が新規雇用を生みだしている。欧州の中小企業は賢くなってきている。フィンランドや欧州の例を見ると、そのような環境にあることが分かる。

（ロバート・サンダース氏：欧州ビジネスネットワーク（EBN））

中小企業に優先という発言が多く見られるが、次をどうするか。中小企業は、オープンデータやビッグデータ、3D等に注目している。なお、起業家はどうしてもビジネスの開始が中心になるので、教育・文化との関係で起業家に対しては懐疑的に考えている。

（質疑応答）

司会の「40% (の中小企業) がデジタル技術を使用していないと考えられる」との発言を契機に、先の発表者から「インフラを設定し、新しいサービス、プラットフォームを生み出す」、「イノベーションが国際的に熱望されている」との発言があり、さらに、「国際化のためには、成長が必要。なお、欧州は、内部自体が国際化されていると言え、例えば、ドイツとスコットランドなどの関係は国際化だと考えられる。翻訳が必要になる点も、国際化されている証左である」、「国際的とは失敗する可能性があること。欧州では(失敗という国際性は) 日常的である。また、国際的ということは、より欧州のファンディングに関係してくるということである。」との発言が見られた。

【パラレルセッション 11：将来インターネット技術を活用したビジネスモデル】

(ロベルト・ガヴァズィ氏：テレコムイタリア・XIFI プロジェクト)

将来インターネットのソフトウェアインフラのプラットフォーム戦略について説明する。XIFI はインフラのプロジェクトで、欧州内に 12 のノードを保持している。対象市場として、スマートシティ・スマート企業などが考えられる。FI-PPP のプラットフォームとしては、オープンな API とアクセスポータルを通じて、垂直的なアプリケーション (スマートシティ・自動車など) とつながっている。また、プル・モデル (市場からの要請に基づくモデル) は、利用者が購入するかどうか決めると、それに応じてプロバイダーが必要な企業と連携してサービスを提供するものである。一方、プッシュ・モデルは、プラットフォームが既に存在していて、いつでもサービスを提供できるようになっており、エコシステムとしては後者のプッシュ・モデルの方が持続可能である。

(リンダ・ストリック氏：独フ라운ホーファーFOCUS 研究所・欧州のためのクラウド)

欧州にはビジネスの機会がふんだんにあり、クラウドのアプリケーションの領域としては、都市・公共部門・健康・エネルギー等がある。相互運用性の観点から見ると、①利用面におけるクラウドの標準が必要だが、標準は色々解釈が分かれる、②クラウドのセキュリティは、スノーデンの事件が目覚めさせたように安全保障上非常に重要であり、今日ではプラグ&プレイで容易に利用可能なので問題になってくる、③データ保護の法的障害として、異なる国にデータを預けた場合にデータ保護の調和が取れていないことが問題になる。クラウドのメリットとして、利用者は、メンテナンスが不要となり、規模の経済を得られ、巨大な投資が不要となり、柔軟性を持つことができ、標準的サービスを利用できることがある。法的枠組としては、2011 年に欧州クラウド戦略ができ、イノベーションの推進力となった。標準は中小企業にとって重要であり、また、認証は信頼性に基づくものであり高価になるが、自己認証という方法もあってその場合には行動規範が必要になる。「欧州のためのクラウド」は、クラウドを研究している。公的部門のクラウドは、公共調達や研究開発により、公共機関と産業界とを繋いでいる。公共部門は、教育に力を入れるべきであり、また、プラグ&プレイ対策のセキュリティ等の研究開発を進めるべき。BYOD (自分のデバイスの持込) ではセキュリティがより重要になる。クラウド・ビッグデータの大きな挑戦の対象としてはスマートシティがあり、(都市における) 移動の可能性、安全性、エネルギーなどが関係してくる。FI-PPPには異なるクラウドがあり、ブローカーの役割が必要であるとともに、サービスとアプリケーションの交流が必要である。

(シルビア・カステルビ氏：Atos・FITMAN)

スマート工場では、製造現場でのプロセス監視と管理が行われる、デジタル工場では、製造デザインと製品のライフサイクルの管理が行われる。仮想工場では、価値創造とグローバルに

ネットワーク化された製造・物流が行われる。目標としては、工場から市場化までの時間を短縮したい。仮想工場では、クラウドが中小企業のネットワークを形成している。製造業では、2016年までに45%がクラウドで製造工程を行うことができるようにしたい。FITMAN という SaaS モデルで、プライベートと公共クラウドの双方を組み合わせている。製造業のビジネス過程において、次の段階はどう顧客に提供するかが課題である。

(ミッシェル・エブル氏：独フ라운ホーファーIAIS 研究所)

中小企業向けのクラウドのメリットは、接続性、迅速な市場化、管理の容易性などであり、障がい、セキュリティ、相互運用性やベストプラクティスの不足などにある。SaaSの探求として我々は、HbbTV (ハイブリッド放送ブロードバンドTV：欧州のハイブリッドTVの規格) で相互運用可能なテレビや、声紋特定器などを開発している。後者は2014年3月にアップストアで利用可能となった。産業界の協力と、中小企業への協力が必要である。

(ヘリチアナ・ラナブゾン氏：SMIT-iMinds・FISPACE プロジェクト)

B2B として、運輸と農業分野における利用ケースについて説明する。我々のプロジェクトである FIspace は、ビジネス利用者とプロバイダー間、ビジネス利用者間をつなぐもので、データ交換を容易にする。クラウド基盤プラットフォームの利点としては、いつくかの市場を統合でき、利用者を引き付けることが挙げられ、課題としては、質の良い利用者基盤や、参入障壁を低くすることが必要ということが挙げられる。

(クリストファー・サンプ氏：ITTI ポーランド)

ヘルスケア領域で活動しているFI-STARを紹介する。医療の世界はケアモデル(事前予防)に移行しており、ケアの世界を仮想化していく。医療の世界では、プライベートデータが公的に明らかになるような場合には、データを送付したくない傾向があり、専用のSaaS等が必要となる。医療分野は重要インフラの一部であり、2011年の日本の地震などでは、クラウドのデータが生き残り、非常時のサービスに大変役立った。1~2日はインフラが止まったが、SaaSクラウドによりデータを見ることができたのは大きな成果である。

【クロージング：将来のインターネット PPP と、新しい 5G-PPP】

(ピーター・リンデン氏：FI-Content コーディネーター)

我々が実施しているFI-Contentは、人々の知識、文化、娯楽等に関係しているプロジェクトである。リアルタイムコンテンツは固定回線で50%以上の伸び、ビデオのコンテンツはモバイル60%以上の伸びにあることから分かります。コンテンツがインターネット発展の推進力である。フェイスブックはソーシャルネットワークと写真、ユーチューブは放映、グーグルは全てが、コンテンツの分野にある。FI-PPPは、共通の目的に向かってEUの関係者を含めて交流する、開発費用を要素化する、コンテンツのエコシステムを実現する、といったことを支援する。これまで得られた教訓としては、中小企業と開発者の巻き込みが必要である、FI-PPPは研究よりもイノベーションに焦点を当てるべき、FI-PPPは技術開発よりも技術の推進役である、ということ。2015年9月にバルセロナでMercedeの実験を行う。mediafi.orgのウェブサイトを見て頂きたい。

(ブギット・カーディエナエル・ダネット氏：仏オレンジ研究所)

ビッグデータが将来インターネットにどう関係してくるか。センサー、自動車、サプライチ

ューンマネジメントなどが関係してくる。データの津波をどう処理するかであるが、信頼性・親和性・接続性・オープン性が重要であり、ネットワークが最良の解決を生み出す。ネットワークは1Gから4Gへと進展してきたが、5Gは、信頼性のある、豊かで、到達可能なものとなる。FI-PPPが、5G進化インフラ PPPとビッグデータPPPに進化していく。4GはIPであるが、5Gは、帯域の問題のみならず、エネルギー効率性、SDNとネットワーク要素仮想化、サービス配信インフラでデバイス・ネットワーク・クラウドを組み合わせるもの。5Gインフラは、接続性が良く、幅広いアプリケーションに対応可能、柔軟で持続可能なことが必要。EUはバルセロナ（モバイルワールド कांग्रेस）で5G-PPPの設立を宣言し、新しいビジネスモデルに対応することにした。EUはホライズン 2020 の中で 2014～2020 年に 7 億ユーロを拠出する予定で、最初のワークプログラムが 2013 年 12 月に公表された。使用される帯域の周波数計画、標準化、国際コンセンサスが重要である。課題は、KPI（鍵となる運営指標）。従来と比較して、5Gでは、1,000 倍の容量、90%のエネルギー節減、サービス創出サイクルを 90 時間から 90 分に。7 兆個、70 億人に接続。2014 年～2016 年に基礎研究とビジョン構想、2016 年～2018 年にシステム最適化と標準化の準備、2018 年～2020 年に大規模実験と初期の標準化の予定。2014 年 11 月まで開いている 5G-PPP公募 1 の目的は、レガシーを置き換え、ネットワークを仮想化してソフトウェア・ネットワーク化する点にある。

（デイビッド・ケネディ氏）

5GインフラPPPについては、<http://5G-PPP.eu/>を参照して頂きたい。その核は、①無線ネットワークアーキテクチャと技術、②ラストマイルを超えた融合、③ネットワーク管理、④ネットワーク仮想化とソフトウェアネットワーク。SDNが核であり、全部で 16 のプロジェクトに分かれているが、例えば、第 14 プロジェクトはソフトウェアネットワークプラットフォーム、第 15 プロジェクトはサービスプログラムとオーケストラ、第 16 プロジェクトはマルチドメインといった具合である。5GインフラPPPに関して、4月17日までにコメントを提出頂くか、2014年4月28日にパリで5GインフラPPPのインフォメーションデーを計画しているので参加してほしい（注：欧州連携センターにて出席予定）。

（質疑応答）

質疑応答において、ピーター氏から「5Gは 4Gの単なる延長線上ではない。韓国も日本も、5Gのための連携を実施している。5G-PPPにおいてもコンテンツが推進力である」、ケネディ氏から「5Gは 4Gとは違う。エネルギー節減にはマルチコントロールが必要で、ソフトウェアが鍵となる。ダイナミックモード、ロケーション（フリー）、ダイナミックネットワークにより低いエネルギー消費を実現する。信頼性のあるネットワーク技術や、ロケーション関連技術が必要である。10年前にはインフラがなくて出来なかったものが、現在では出来ており、文化を形成している。」との発言があった。

司会から「何が FI-PPP のために必要とされているか、中小企業のために。この将来インターネットに関する欧州会議（ECFI）は全ての人に開かれており、FI-PPP がどうなっていくのか。FI-PPP の他の会合でもフォローしていくので、ウェブサイト注目してほしい。欧州での商用化も想定していく予定である」とのまとめがあった。

最後に、欧州委員会のピーター・ファレンシング氏から「第一に、非技術的要素が鍵であり、具体例がもっと必要。中小企業だけでなく、誰であっても境を越えることが必要。時は金なりである。第二に、コミュニケーションが重要である」との発言があった。

（以上）

第六部 欧州ネットワーク・通信会議（EUCNC）視察レポート

全体のポイント

2014年6月23日から26日までの4日間に渡って、欧州ネットワーク・通信会議(EUCNC)がイタリア・ボローニャ市で開催された⁸³。同会議は欧州委員会と伊大手通信事業者のテレコムイタリアにより主催され、Selex ES (伊)、エリクソン (スウェーデン)、ノキア (フィンランド)、ボローニャ大学 (伊)、SIAEマイクロエレクトロニクス (伊) の他、ファーウェイ (中) がスポンサーとして参加している。ワークショップ等のプレゼンテーションの他、ポスターセッション、研究プロジェクトのスタンドが設置された。以下に、会議全体のポイントについて記す。

- ・ 同会議では、パネルディスカッション、ワークショップ、研究プロジェクトの紹介等、多くのプレゼンテーションが行われたが、内容としてはクラウドコンピューティング、モノのインターネット、光通信網等の固定通信網に関するプレゼンテーションもあったが、5Gに係るものが際立って多く、欧州における5Gへの関心の強さが伺えた。
- ・ 24日午前中のキーノートセッションでは、ファーウェイとサムスン (韓) が、5Gのビジョンと研究開発状況を示した。2014年3月3日に、ファーウェイは5G-PPPへの参加を決定しており⁸⁴、また、2014年6月16日には、欧州委員会と韓国政府は5Gの研究開発に関して協定を締結しており、中国と韓国は同会議において存在感を示していた。
- ・ 競争関係にあるファーウェイとエリクソンが同じカンファレンスのスポンサーであることは非常に珍しいと指摘する参加者もいた。
- ・ ファーウェイ、サムスンの他、5G-PPP、テレコムイタリア、ノキア、アルカテルルーセント、サリー大学 (英) が、5Gビジョンについてそれぞれ発表した。特に、5Gビジョンとして、伝送速度の増加の他に、レイテンシ (遅延時間) の減少、D2D (デバイス間) 通信によるネットワークの分散化、エネルギー消費の向上、周波数有効利用のためのスモールセルとミリ波等の高周波の利用、SDN (ソフトウェア定義ネットワーク) とNFV (ネットワーク機能仮想化) の展開、モノのインターネット (特に、車載技術) の実現に言及する組織が多かった。
- ・ 英国のサリー大学には、5G開発を実施する国際研究機関が設置されており、5G-PPPとはまた別の枠組みで独自に研究開発を実施している。同研究機関には、英規制当局OFCOMも参加し、日本からはソニーと富士通が参加している。
- ・ FP7 METISプロジェクトは、全予算が2000万ユーロを超える大型5G研究開発プロジェクト (全予算:2675万3537ユーロ :EU拠出分 :1588万5000ユーロ) として、注目を浴びており、日本からもNTTが参加している (中国からはファーウェイ社)。プロジェクト期間は、2012年11月から2015年4月の30ヶ月間である。同プロジェクトは、5G-PPPへアイデアを供給しており、今後の5Gビジョンを占う上で、重要な5Gプロジェクトである。
- ・ 5Gの主なタイムラインとしては、2020年:5G商用化、2019年:世界無線通信会議 (WRC) (5G周波数割当)、2016年ぐらいから標準化活動開始、2015年:WRC (5G周波数割当の準備) とされ、2014年と2015年は共同研究開発の期間と全般に考えられている。

⁸³ 第二日目の6月24日から26日まで参加した。

⁸⁴ <http://www.huawei.com/jp/about-huawei/newsroom/press-release/hw-331837.htm>

- ・ 欧州委員会と韓国との 5G 研究開発提携に係る協定は締結されたばかりだが、欧州委員会側から、米国、中国、日本との同種の協定に係る議論の必要性が強調されていた。5G-PPP の説明では、2014 年と 2015 年はまだ市場競争がないことから、協力して研究開発を実施することが可能である。
- ・ テストベッドに関しては、技術セッションで FP7 の FIRE 枠で助成されている FED4FIRE という研究プロジェクトが紹介された。このプロジェクトでは、欧州内に複数ある異なるテストベッドを連合させるために共通のツールを開発している。
- ・ 同会議では、主に研究開発に関するプレゼンテーションが行われ、プライバシーやセキュリティ等の法的側面に係る討議はほとんどなかった。
- ・ ホライゾン 2020 の公募応募状況について、欧州委員会から報告があった。ホライゾン 2020 の将来ネットワークに係る ICT-5: 「スマートネットワークと新型インターネットアーキテクチャ」と ICT-6: 「スマートオプティカル・ワイヤレスネットワーク技術」の公募枠の予算は合わせて、5400 万ユーロであり、2014 年 4 月に募集が締め切られている。ICT-5 には 37 プロジェクト、ICT-6 には 88 プロジェクトが応募され、各プロジェクトの予算平均は 300 万ユーロであった。ICT-5 への応募において、ネットワークアーキテクチャのトピックに関しては、ICN (Information Centric Networking) 関連のプロジェクトも幾つか応募されていたが、SDN と NFV へと向かっている。ICT-6 への応募において、光網のトピックに関しては、SDM PON という技術的問題とコントロールに係る問題を扱うプロジェクトが良いバランスで混合しており、またキャリア間容量管理のための SDN に関するプロジェクトが応募された。ICT-6 における無線技術のトピックに関しては、250GHz 帯までのミリ波を開拓するプロジェクトの応募が増えており、5G でのバックホールへの利用が考えられている。日本との共同公募は非常にテーマがしばられた公募ではあったが、とても質が高い応募があった。現在、共同公募 3 を日本の総務省、NICT と欧州委員会で検討しており、2014 年 10 月 16 日と 17 日に、FIRE のフォーラムとともに、EU と日本のシンポジウムの開催が予定されている。
- ・ 次回会議は、2015 年 6 月末、欧州委員会と仏大手通信企業オレンジ (フランステレコム) の共催で、パリで開催予定である。

☆より詳しい情報については、下記の報告を参考していただきたい。

第二日の概要

キーノートセッションでは、ファーウェイ社とサムスン社の幹部がそれぞれ両社の 5G ビジョンを示し、欧州委員会と両企業、両国との間に良好な関係があることを印象づけた。パネルディスカッション(「世界の協定を見据えた 5G 研究、イノベーション、協力フレームワーク」)では、5G-PPP、富士通、檀国 (タングク) 大学 (韓)、サリー大学 (英) がそれぞれ各国を代表して 5G ビジョンを示した。以上の他、技術セッションが行われ、FP7 の 5G プロジェクトである METIS が多くのプレゼンテーションを行った「5G アーキテクチャとエネイブラー」に参加した。2007 年から 2013 年までの 7 年間にかけて行われた第七次枠組計画 (FP7 と略す) では、すでに幾つか 5G につながる研究プロジェクトが実施されているが、特に METIS は全予算が 2000 万ユーロを超える大型プロジェクト (全予算: 2675 万 3537 ユーロ: EU 拠出分: 1588 万 5000 ユーロ) であり、注目を浴びている。同プロジェクトは 5G ビジョンを構想し、5G-PPP の 5G ビジョンに影響を与えている。なお、同プロジェクトには、日本から NTT が参加している。以下に、キーノートセッション、パネルディスカッション、技術セッションのポイントについて記す。

キーノートセッション (1): ハーウェイ社: Wen Tong 氏: タイトル 「スマートフォンを超える 5G ワイヤレス」

- ・ 5G はポストスマートフォン時代の技術であり、D2D 通信、モノのインターネット (IoT)、車載技術 (vehicle) と接続されていく。
- ・ 自動車の自動操縦、パーソナライズされた医療、ロボット産業、計測器やセンサー類を改変する。
- ・ 5G では、ただ伝送速度が早いだけではない。レスポンスの速度と周波数の利用効率が向上する。RAN (無線アクセスネットワーク) を仮想化させ、SDN を利用し、ネットワークを改める。
- ・ 5G 向けに SCMA (Sparse Code Multiple Access) を研究している。
- ・ 5G では全ての周波数帯をサポートし、300MHz から 3000MHz をカバーする。
- ・ NFV と SDN は 5G の主要な技術であり、新しいネットワークアーキテクチャを可能にする。アーキテクチャはネットワークセントリックからユーザーセントリックなアーキテクチャへ進化する。ソフト定義 (Soft Defined) の RAN、ネットワークトポロジー、ソフトプロトコルへと移行する。
- ・ ファーウェイは、世界で最速の 115Gbps での通信に成功している。
- ・ Node-M 概念により、スモールセルを利用し、100Gbps を実現させる。

キーノートセッション (2): サムスン・エレクトロニクス: Wonil Roh 氏: タイトル 「2020 年と 2020 年後のための 5G 移動通信」

- ・ 現在の移動通信のトレンドは、移動通信接続の増加、モバイルのデータトラフィックの増加、モバイルのクラウドトラフィックの増加、モノとモノの接続である。
- ・ 5G では、すべてがクラウドに置かれるとともに、遅延時間が減少し (エンドツーエンド (E2E) のネットワーク遅延時間 (NW Latency) が 5 秒以下)、伝送速度が向上する。
- ・ 現在は人間が中心となり、端末と接続しているが、5G では IoT が実現する。
- ・ 現在は短距離の制限された遠隔アクセスのみ可能であるが、5G では長距離の遠隔アクセスが実現する (遠隔医療手術、危険地帯でのロボット操作、遠隔の自動車操縦)
- ・ 5G では超高速データ伝送を実現する (2020 年に 6Gbps、それ以後は最終的に 50Gbps へ)
- ・ 伝送速度の増大よりもユーザ経験の改善の方がより重要であり、5G ではエンドツーエンドの遅延時間が 5 秒以下、空中遅延時間が 1 秒以下になる。
- ・ 5G では、4G よりも 50 倍コストが軽減される。
- ・ 以上のビジョンを実現するための 5G 技術としては、分断 RAN 技術が考えられ、6GHz 以上の帯域を利用する無線技術、コーディング/モジュレーションとマルチプルアクセス、先端 MIMO&BF が重要である。
- ・ 2013 年 5 月に、サムスンはミリ波移動通信技術の実証実験を世界で初めて実施した。ユーザ経験のシミュレーションを、スモールセルを複数展開させるシナリオで、28GHz 帯を利用して行った。
- ・ 5G 網の展開のシナリオとしては、マクロセルとピコセルを設置する。
- ・ SDN を利用し、電波とネットワーク資源のコントロールを中央で制御する。

☆ 質疑応答:

(Q) 現在、グーグルグラスのような端末が製作されているが、5G ではどのような端末が利用されるようになるか?

(A) 現在の段階ではよくわからないが、身に着けたり、皮膚に付ける端末等が登場すると思う。

パネルディスカッション：タイトル「5G 研究、イノベーション、協力フレームワーク、世界的協定」

5Gの実現のためには、国際的な共同研究、標準化活動、周波数割当政策が重要であり、国際レベルで協定を締結する必要がある。EUの 5G-PPP（ノキアが代表者として発表）、日本の ARIB2020（富士通が代表として発表）、韓国の 5Gフォーラム（檀国（タングク）大学が代表として発表）、英国の 5G国際センター（サリー大学が代表者として発表）がそれぞれ 5Gへの取り組み、ビジョンを紹介した。欧州では、5G-PPPの他に、英国の 5G国際センターが 5G研究を他国と提携して実施している。以下に、同パネルのポイントについて記す。

- ・ **5G-PPP**：5G-PPP は、5G 研究開発の官民パートナーシップであり、ホライズン 2020 を通じて研究助成を行い、欧州の 5G ビジョンを構想し、実現することを目指している。タイムラインとしては、2014 年、2015 年は 5G の要件を構想するとともに、研究開発を進め、2016 年から標準化活動を開始し、2018 年、2019 年に標準化を進めて、2020 年の 5G 商用化を目標とする。現在の段階では、まだ市場競争がないので、共同研究が可能であり、国際的なコンセンサスを得ることが可能である。
- ・ **5G フォーラム（韓）**：2014 年 6 月 16 日に、政府レベルの協力として、欧州委員会の通信総局と韓国の科学・ICT・将来計画省が、IoT、クラウド等について ICT 協力ワーキンググループを設置すること、5G の技術・標準・周波数分野で協力すること、産業協力活動をサポートすることを宣言した。翌日 6 月 17 日には、産業レベルの協力として、5G-PPP 協会と 5G フォーラムが、5G のビジョン、要件、システムコンセプト、周波数、世界標準の準備のために MoU を締結した
- ・ **5G国際センター**：サリー大学には、国際次世代移動通信ブロードバンドインターネット通信研究センター（5G国際センター）が設置されている。同センターへの参加組織の多くは英国企業（BT、ボーダフォン、AIRCOM、Chemring、EE）及び欧州企業（テレフォニカ、O2、ROHDE&SCHWARZ、ASCOM）であるが、AEROFLEX（米）、富士通とソニー（日）、ハーウェイ（中）、サムスン（韓）が参加し、また、英規制機関のOFCOMと英国立放送機関BBCも参加している。5G国際センターでは、ユーザのQoEからスタートして5Gを開発し、周波数とエネルギー消費、レイテンシの問題等に取り組んでいる。同センターの5Gのビジョンとしては、100倍以上のエネルギー効率の向上、99.999%以上の利用稼働率、M2M、ブロードバンド通信、少なくとも4Gよりも10倍以上の伝送速度の実現、地上波デジタル放送、ユーザのトラッキングとプロファイリング、自己組織するネットワークワーキング、免許が必要な帯域と不必要な帯域間のシームレスな操作が挙げられている。サリー大学キャンパスでは、モバイルブロードバンド・インターネットの実験を行っており、ミリ波の2.6GHzと3.4GHz帯を利用している。

写真：サリー大学キャンパスでのモバイルブロードバンド・インターネットの実験



技術セッション：「5G アーキテクチャとエネイブラー」

同技術セッションでは、FP7 プロジェクト METIS を代表とする、現在 FP7 で助成され、今後 5G ビジョン及び研究開発方針に貢献している研究プロジェクトの紹介が行われた。METIS プロジェクトで構想されている 5G ビジョンと技術的側面についてプレゼンテーションが行われ、METIS プロジェクトの他、FP7 iJoin プロジェクト、FP7 MiWEBA プロジェクト（FP7 における日本との共同公募によるプロジェクト）における研究開発が紹介された。以下に、同セッションのポイントについて記す。

- METISは既存の 5Gプロジェクトとして、5G-PPPへアイデアを供給しており、今後の 5G ビジョンを占う上で、重要な 5Gプロジェクトである。同プロジェクトでは、SDN、SDP、SDC、VN、NFVの研究が実施されており、アーキテクチャとしてはC-RANを採用する。インターネットの完全な再設計は放棄され、ICNのようなコンセプトは、幾つかの基礎要素を除いては、非現実的であると考えられる。5Gによる革命があるとすれば、ネットワ

ークのダイナミクスとD2D通信の役割に由来する。つまり、ネットワーク仮想化により、5Gアーキテクチャは特殊な仮想ネットワークのオンデマンドによる設定を可能にし、また、D2D通信によりルーターによるネットワーク通信がオフロードされる。

- ・ FP7 日本共同公募により採用されたMIWEBAプロジェクトでは、スモールセル等のバックホール部分へのミリ波を利用する研究が実施されている（欧州側参加者はコーディネータのフラウンホーファー協会その他、フランステレコム、独インテルモバイルコミュニケーション、伊ミラノ工科大学、仏CEA LETI、日本側はKDDI、パナソニック、大阪大学、東京工業大学）⁸⁵。5Gでは周波数効率を向上させるため、スモールセルの利用が増加し、電波干渉の増加が懸念される。ベルリンでの計測実験では60GHz帯を利用した。日本との共同研究は、他の欧州国との共同研究と大きな違いがあるわけではないが、非欧州国と提携して研究開発するメリットは、技術の標準化を簡便化することである。

第三日目の概要

キーノートセッションでは、欧州企業のノキア社、テレコムイタリア社、アルカテルルーセント社の幹部がそれぞれ各社の5Gビジョンを示した。技術セッションには、「テストベッドと実験施設」、「将来電波通信ネットワークのための周波数管理戦略」に参加した。

キーノートセッション (3) : ノキア : Hossein Molln 氏 : タイトル「5G へ向けて - 新技術と既存技術の象徴的融合 - 」

- ・ 5Gを他の技術の革新を可能にし、生活、ビジネス、社会を改善するプラットフォームとしてデザインし、5Gを全ての産業、人間、機械とモノに役立つようにする。
- ・ 5Gにおいては、新技術と2G、3G、4G、WiFi等の既存の技術を統合し、調和させることを目指し、遅延時間の0とGbpsの伝送速度を可能にする。
- ・ 周波数に関しては、現在移動通信には300MHz - 3GHz帯が利用されているが、次の段階では、スモールセルで20GHz帯まで利用し、それ以後には、やはりスモールセルで70 - 90GHz帯も利用する。
- ・ 5G-PPPを通して、グローバルなコンセンサスをつくり（韓国、中国、日本、米国）、将来的な標準化、WRCへ貢献する。
- ・ 5Gは2020年から商用化が目指される（2020年に日本でオリンピック、2022年にはカタールでワールドカップが開催される）
- ・ 他国との協力は、研究、標準化、周波数割当のために必要である。

キーノートセッション (5) : アルカテルルーセント・ベルラボ : タイトル「5G: ソフトウェアネットワークと仮想化のチャンス」

- ・ SDNとNFVは極めて重要な技術である。
- ・ NFVとSDNにより、ビジネスバリューを高めることができる。CAPEX、OPEX削減に貢献し、収入を増加させる。
- ・ 質疑応答

(Q) 5Gの肯定的な側面ばかりが話題になるが、否定的な側面はどのようなものか。

(A) 技術的な課題は大きいですが、野心的になることは重要である。また、セキュリティやプライバシーの問題があるが、研究者はリスクを知らずに研究していることは否めない。

⁸⁵ http://cordis.europa.eu/projects/rcn/109299_en.html
<http://www.miwaba.eu/index.html>

技術セッション：タイトル「テストベッドと実験施設」

同技術セッションでは、FP7 FIREに係るテストベッドと実験施設の研究プロジェクトの他、自動車向けの仮想信号と水道網モニタリングの研究プロジェクトの発表が行われた。

- a) 「IEEE 802.11p による仮想信号のための分配されたアルゴリズム」(伊ボローニャ大学等)
 - ・ 移動通信網を利用して、自動車の信号を車内に取り付ける。この技術は信号がない交差点での優先順位を自動車同士が知らせ合うことを可能にする。
 - ・ オープンソースソフトウェアを利用し、コストがかからない。
 - ・ 実験では、5.89GHz 帯を使った。
 - ・ 問題は、すべての車が装備する必要があること、ハッカー等によるリスクがあること、車内で信号を見ても、遵守しない人がおり、法的な問題があることである。
- b) 「EMF アセスメント向けのスマートシティへのローコンプレキシティ線量計のデザインと統合」(スペイン・カンタブリア大学)
 - ・ EMF のアセスメント向けの線量計を開発する。
 - ・ カンタブリア大学キャンパスで実験
- c) 「スマートシティ向けのスマートウォーター：持続可能なプロトタイプデモンストレーター」(マルケ工科大学等)
 - ・ スマートシティに係る研究プロジェクトで、水道網をモニタリングする技術を研究する。水道網計測アプリを開発し、取得データにより、水の価格設定、消費削減、政策決定に役立つ。
- d) 「連合 FIRE のためのモニタリングと計測アーキテクチャ」(独ベルリン工科大学等)
 - ・ 欧州にある複数あるテストベッドを連合するため、共通のモニタリング・計測システムを開発する (FP7 FED4FIRE プロジェクトの一部)。
- e) 「連合した将来インターネット実験施設のヘルスマニタリング」(ベルギー・ゲント大学等)
 - ・ 連合したテストベッドのヘルスマニタリングツールを開発する (FP7 FED4FIRE プロジェクトの一部)。

技術セッション：タイトル「将来電波通信ネットワークのための周波数管理戦略」

同セッションでは、周波数の有効利用技術及び政策に関わる発表が行われた。

- a) 「規制機関から見た周波数管理と戦略」(AGCOM)
 - ・ AGCOM は、電気通信、放送、出版部門のイタリアの独立規制機関であり、1997 年創設された。
 - ・ イタリアにおいて、周波数割当政策は AGCOM と政府経済発展省が所管している。規制当局は割当プランの立案を担当し、省は周波数付与に係る事項を担当する。
 - ・ イタリアにおいて、3.6–3.8 GHz 帯が周波数共用の最初の事例となる予定である。
 - ・ 今後の周波数割当政策に関しては、700MHz、1.5GHz、2.3GHz、3.6GHz–3.8GHz が重要である。
 - ・ 5G の標準化には時期がまだ早い。
- b) 「LSA アプローチの潜在性と課題」(FUB 等)
 - ・ 周波数共用のための LSA アプローチを研究する。
 - ・ コグニティブ無線技術のゲオローケーション・データベースの利用研究を実施している。

c) 「LSA におけるインキュメント周波数ユーザのためのインセンティブ: ダイナミック・キャパビリティの概観」(イタリア・マセラタ大学)

- ・ LSA のビジネスインパクトの研究はまだあまりなく、周波数ホルダーにとってのインセンティブは何か研究する。

d) 「ブロードキャストとモバイル技術の UHF 帯における共存」(スペイン・バレンシア工科大学)

- ・ WRC で、デジタルディベントである 800MHz と 700MHz 帯は LTE に割り当てられることが決定している。地上波デジタル放送と LTE が干渉の問題を研究している。

第四日目の概要

パネルディスカッションでは、モノのインターネットをテーマに、テレコムイタリア (伊)、カリフォルニア大学 (米)、ファーウェイ欧州研究センター (中)、オレンジ (仏) が将来的なビジョンを示した。技術セッションに関しては、「ミリ波とアンテナ」に参加した。同日午後には、5G-PPP ワークショップが開催され、5G-PPP 協会からの 5G-PPP の紹介と、欧州の研究機関が 5G ビジョンを示した。

技術セッション: タイトル「ミリ波とアンテナ」

同セッションでは、5G に向けたミリ波帯の利用とその関連技術に係る研究開発プロジェクトが紹介された。

a) 5G 移動通信網向けのモジュラー UWB マルチチャンネルサウンダー(独イルメナウ工科大学)

- ・ 将来的に、次世代の通信網において 100Gbps の通信を実現するために、UWB を利用する。
- ・ 60GHz/70GHz/80GHz 帯を利用した計測実験を行う。

b) 「Ray tracing を利用するミリ波帯のチャンネルモデリング」(スペイン・カルタゲナ工科大学等)

- ・ Ray tracing に基づく伝播特徴の分析 (57-66GHz 帯)

c) 60GHz 帯のポイントクラウドベース決定性伝播予測 (フィンランド・アルト大学等)

- ・ 60GHz 帯の伝播予測方法の研究

パネルディスカッション 3: E4 コネクト – Everything, Eveyrwhere, Everytime, Every-Path-Connect – モノのインターネットと接続されたスマートオブジェクトのためのプラットフォーム

同パネルディスカッションでは、モデレーターを SINTEF (ノルウェイ) とし、テレコムイタリア (伊)、カリフォルニア大学 (米)、ファーウェイ欧州研究センター (中)、オレンジ (仏) の幹部が次世代の IoT のビジョンについて発表した。

テレコムイタリア: タイトル「M2M から仮想連続へ」

- ・ どんなものもノードになり、インテリジェンスが全てのモノへと移入する。
- ・ IoT からの情報は、スマート環境を構築するための道具である。
- ・ ツイッターをスマートオブジェクトから発せられたアラームのために利用できる
- ・ テレコムイタリアの IoT サービスプロバイダとしての役割: API をサービスプロバイダ/アプリケーション開発者に与えること、プラットフォームを第三者に開くこと、アプリのマ

一ケットプレイスを運営すること、第三者に決済サービスを提供すること、自らサービスを提供することである

- ・ アプリケーションの事例：イタリアには文化遺産が数多くあり、IoT を利用できる。

カリフォルニア大学：タイトル「ビークルのインターネット (IoV) : ビークルグリッドから自動操縦とビークルクラウドへ」

- ・ センサーデータの収集から、IoV へ移行する。
- ・ ビークル (vehicle : 車両) の難点は、階層的にコントロールできないこと。
- ・ ビークルは強力なセンサープラットフォームである。周波数は限られているので、ビークルの中で、センサーデータは処理されなければならない (ビークルクラウドコンピューティング)
- ・ IoV のアプリケーションとしては、自動車の自動操縦が考えられる。その他、道路を監視し、事故状況を映したビデオを各自動車で見るアプリケーションが考えられる。
- ・ 課題としては、セキュリティとプライバシーの問題、インターオペラビリティ、共通のクラウドサービスの提供、利用周波数帯が少ないため、コグニティブ無線と 5G 技術を利用した周波数有効利用技術を開発することである。

ファーウェイ

- ・ 現在、IoT と M2M に利用されている通信技術は 5G 技術に取って変わる。
- ・ 移動通信網は、IEEE802.11P と競合する。

オレンジ：タイトル「IoT から増加された世界へ」

- ・ IoT を超えた 3 つの革命：接続されたモノ、世界のデジタル化、増大されたリアリティ
- ・ デジタル世界を通して、リアリティを増大させる

クロージング

- ・ 今回の EUCNC に応募された論文の数 (その内採用された論文数) : 170 本 (81 本) : ポスター数 : 56 本 : 参加登録者数 : 528 名
- ・ ホライゾン 2020 の公募応募状況について : 2014 年 1 月から WP2014-2015 (作業プログラム) によりホライゾン 2020 の公募が開始されている。将来ネットワークに係る ICT-5 : 「スマートネットワークと新型インターネットアーキテクチャ」と ICT-6 : 「スマートオペティカル・ワイヤレスネットワーク技術」の予算は合わせて、5400 万ユーロであり、2014 年 4 月に募集が締め切られている。ICT-5 には 37 プロジェクト、ICT-6 には 88 プロジェクトが応募され、各プロジェクトの予算平均は 300 万ユーロであった。中小企業の参加割合は 8%、産業界からの参加は 45%であった。
- ・ ICT-5 への応募状況について : EU 産業からはあまり応募がなかったが、非 EU 圏の企業 (米、日本、中国) からの関心があった。大学や研究機関からの参加応募が多かった。ネットワークアーキテクチャのプロジェクトに関しては、ICN 関連のプロジェクトも幾つかあったが、SDN と NFV へと向かっている。
- ・ ICT-6 への応募状況について : 産業界の応募が多かった。光網に関しては、SDM や PON という技術的問題とコントロールに係る問題を扱うプロジェクトが良いバランスで混合しており、またキャリア間容量管理のための SDN に関するプロジェクトがあった。無線技術に関しては、250GHz 帯までのミリ波を開拓するプロジェクトの応募が多くなってきており、5G でのバックホールへの利用が考えられている。

- ・ 日本との共同公募の状況について：非常にテーマがしぼられた公募であったが、とても質が高い応募があった。産業界からの参加が多く、この種の活動には必要不可欠である。現在、共同公募3を日本の総務省、NICTと欧州委員会で検討しており、2014年10月16日と17日に、FIREのフォーラムとともに、EUと日本のシンポジウムの開催が予定されている。
- ・ 新しい作業プログラム（WP2016-2017）に関しては、2014年7月と9月に最初のアイデアが出され、2014年末にオリエンテーションペーパーが作成される。2015年夏までにドラフト案が発表され、2015年末に公募を開始する。
- ・ 次回のEUCNCは、パリで2015年6月29日から7月2日にかけて、欧州委員会と仏大手通信事業者オレンジ（フランステレコム）の主催で行われる。

(以上)