



ネットワーク化： その技術と利活用のさらなる進展

2013. 4. 19

九州工業大学
理事・副学長(教育・情報担当)
尾家祐二



戸畑キャンパス
Since 1909

飯塚キャンパス
Since 1986

若松キャンパス
Since 2000

ネットワーク利用の現状と将来



2012年

- ・全世界のモバイル データトラフィックが 70 % 増加し、全世界のモバイル データトラフィックは、2011 年末の 1 カ月あたり 520 ペタバイトから増加し、2012 年末には 1 カ月あたり 885 ペタバイトに達した。
- ・2012 年の全世界のモバイル データトラフィック(1 カ月あたり 885 ペタバイト)は、2000 年の全世界のインターネットトラフィックの合計(1 カ月あたり 75 ペタバイト)のほぼ 12 倍以上であった。
- ・モバイルビデオトラフィックが初めて 50 % を超えた。2012 年末には、51 % 。
- ・モバイル ネットワークの接続速度が 2 倍以上になった。2012 年の全世界のモバイル ネットワークのダウンストリームの平均速度は、2011 年の 248 kbps から上昇し、526 kbps に。2012 年のスマートフォンによるモバイル ネットワークの平均接続速度は、2011 年の 1,211 kbps から上昇し、2,064 kbps に。2012 年のタブレット PC によるモバイル ネットワークの平均接続速度は、2011 年の 2,030 kbps から上昇し、3,683 kbps になった。



2017年までの予測

- ・2017年には、全世界の月間モバイル データトラフィックが 10 エクサバイトを超える。
- ・2013年には、モバイル接続されるデバイスの台数が世界の人口を超える。
- ・2014年には、モバイルの平均接続速度が 1 Mbps を超える。
- ・スマートフォンの利用が増加することにより、2013年には携帯端末がモバイル データトラフィックの 50% 以上を占める。
- ・2017年には、モバイル タブレット PC のトラフィックが 1 エクサバイト/月を超える。
- ・2015年には、タブレット PC が全世界のモバイル データトラフィックの 10% 以上を占める

欧米における研究開発動向



REPORT TO THE PRESIDENT
AND CONGRESS
DESIGNING A DIGITAL FUTURE:
FEDERALLY FUNDED RESEARCH
AND DEVELOPMENT IN
NETWORKING AND INFORMATION
TECHNOLOGY

Executive Office of the President
President's Council of Advisors on
Science and Technology

DECEMBER 2010



NIT (Networking and Information Technology)

for

- Health
- Energy and Transportation
- National and Homeland Security
- Discovery in Science & Engineering
- Education
- Digital Democracy

サイバーフィジカルシステム



人、社会

サイバーフィジカルシステム

物理的空間

もの

データ

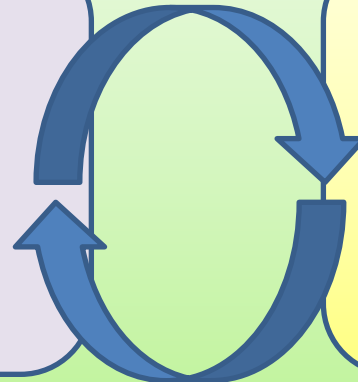
サービス

サイバー空間

処理

センシング

通信





Cyber-Physical Systems: Situation Analysis of Current Trends, Technologies, and Challenges

*Smart System Technologies for Manufacturing,
Power Grid and Utilities, Buildings and Infrastructure,
Transportation and Mobility, and Healthcare*

DRAFT
March 9, 2012

Prepared by
ENERGETICS INCORPORATED
Columbia, Maryland 21046

For the
NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY

NIST
National Institute of
Standards and Technology

CPS for

- Smart Manufacturing
- Smart Grid and Utilities
- Smart Buildings and Infrastructure
- Smart Transportation and Mobility
- Smart Healthcare

BiG Data Initiative 2012, USA



国立大学法人
九州工業大学

Kyushu Institute of Technology



Office of Science and Technology Policy
Executive Office of the President
New Executive Office Building
Washington, DC 20502

FOR IMMEDIATE RELEASE
March 29, 2012

Contact: Rick Weiss 202 456-6037 rweiss@ostp.eop.gov
Lisa-Joy Zgorski 703 292-8311 lisajoy@nsf.gov

**OBAMA ADMINISTRATION UNVEILS "BIG DATA" INITIATIVE:
ANNOUNCES \$200 MILLION IN NEW R&D INVESTMENTS**

- 200Mドルを投じることを発表
- 6つの政府機関(NSF,NIH,DoD,Darpa,DoE,USGS)がBig Data関連の件研究開発に取り組む

Big Data Initiativeの一例



組織	テーマ	内容
NSF+NIH	Core Techniques and Technologies for Advancing Big Data Science & Engineering	NSF,NIHが共同でBig Dataの管理、解析、可視化、有効情報抽出のための基盤(コア)技術を向上させる
NSF	次世代のデータ科学者育成のための大学院コース設置の勧奨	
NSF	機械学習/ cloud computing/ crowd sourcingの三つの強力なアプローチを統合してデータから情報を引き出す	UC Berkeley AMPLabへの\$10M助成
NSF	地球科学者が地球に関するデータを利用、解析、共有するプロジェクト	EarthCubeへの助成金
NSF	教育と学習をBig dataで如何に変革するか	分野をまたがる研究者を召集
NSF	Big Dataの扱いを学部学生に教育する活動	可視化技術の習得等を支援(\$2M)
DoD	Data to Decisions ・Big dataを活用した完全自律(ロボット)システム ・戦士や分析官を助ける状況偵察能力の向上 (分析官がどのような言語からでも情報を抽出する能力を100倍高める。観測できる対象や活動イベントを同様に高める)	すべての軍関係部門でBig dataに大きく賭ける”place a big bet on big data” \$250M/年(内60Mは新規プロジェクト)



組織	テーマ	内容
DARPA	XDATA program Big Dataを解析するための計算技術やソフトウェアツールの開発 ・分散データストアの不完全データを解析するためのスケーラブルなアルゴリズム開発、 ・多様なミッションに応じて迅速にカスタマイズ可能なビジュアルリーズニングのための人とコンピュータの相互作用ツール	\$25M X 4年 Big Dataを扱う 柔軟なソフトウェア開発を可能とする OSSツールキットの提供
NIH	1000 Genomes Project Data Available on Cloud	人ゲノム情報をAmazonのクラウドに載せ、無料で利用可能とする
DoE	Scientific Discovery Through Advanced Computing Scalable Data Management, Analysis and Visualization Institute (SDAV研究所) 設立 SDAV Instituteでは、Lawrence Berkeley National Labを中心に 関連の6研究機関、7大学が連携して、スパコンでのデータを管理、可視化し、科学的発見プロセスを効率化するツールを開発	\$25Mファンド SDAV研究所設立資金
US Geological Survey	Big Data for Earth System Science 地球、環境、気候等に関する解析をできる場所と時間と計算能力を提供	John Wesley Powell Center for Analysis and Synthesisを通じて助成金の提供



EUROPEAN COMMISSION - PRESS RELEASE

Horizon 2020: Commission proposes €80 billion investment in research and innovation, to boost growth and jobs

EUが直面する6課題の解決:

- Health, demographic change and well-being;
- Food security, sustainable agriculture, marine and maritime research and the bio-economy;
- Secure, clean and efficient energy;
- Smart, green and integrated transport;
- Climate action, resource efficiency and raw materials;
- Inclusive, innovative and secure societies.

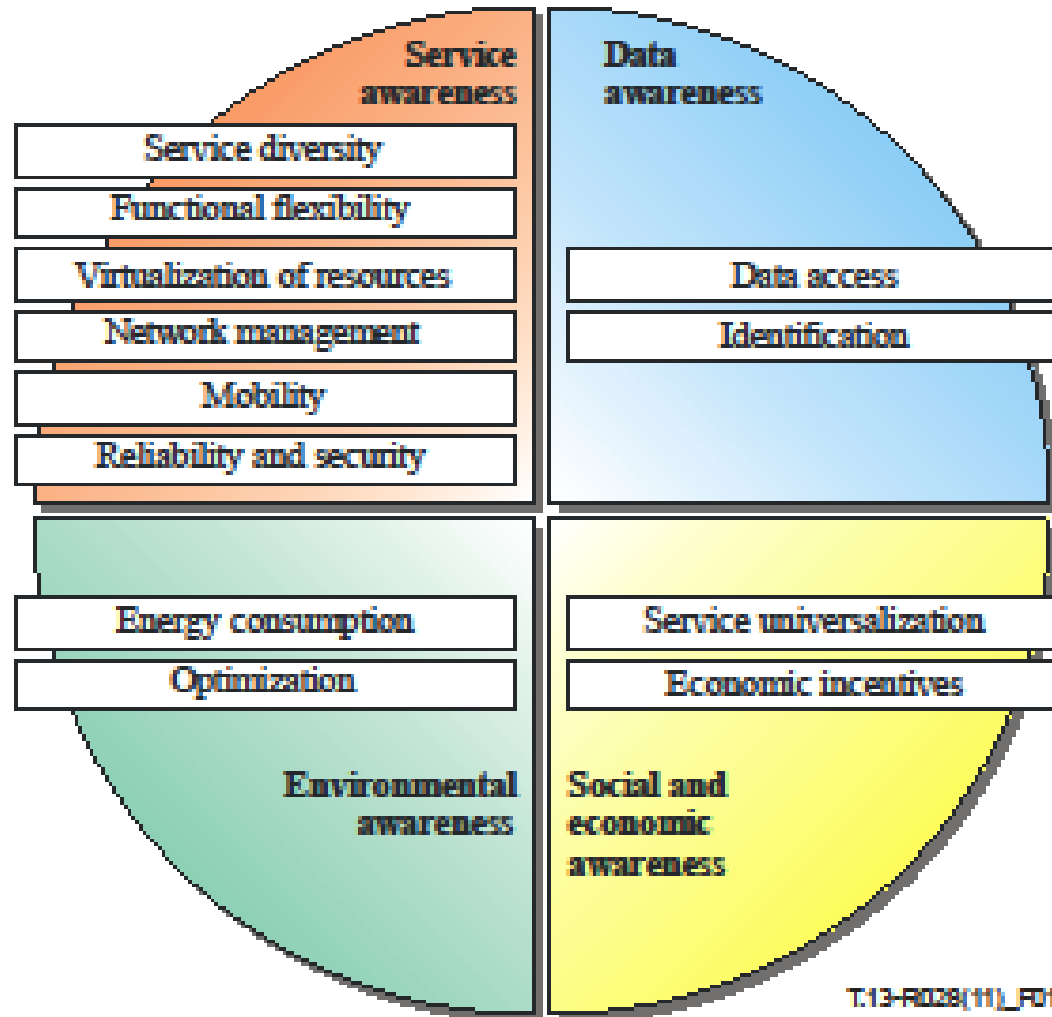


Figure 1 – Four objectives and twelve design goals of Future Networks

ワイヤレスネットワーク新展開 -ホワイトスペース活用に向けて-



基本的な視点から

工学は、ある制約条件下における設計に関することである

制約条件には法的、経済的、技術的条件等様々存在する。そして、その条件下における設計指針は、目標とする何らかの事項を最良にすることである。

情報通信利用に関する要求の
量の増大と質の多様性の増大



社会基盤の役割の重要性
の増大

現行の制約条件下での設計の限界

制約条件の見直しをも可能にする新たな技術の開発が必要

解空間の大きな拡大により、全く新たな解と関連技術の創出



無線通信資源の柔軟で効果的な活用

電波利用環境に適応して有効に周波数を活用する
コグニティブ無線通信システム技術に関する研究開発の推進

「電波政策懇談会」
報告書(2009年7月)
及び
「新たな電波の活用
ビジョンに関する検
討チーム」報告書
(2010年7月)

背景

- ・無線通信に対する要求の更なる質的及び量的増大
- ・通信に適した周波数不足、固定的な周波数割当による、利用の非効率性
- ・災害時等非常時における無線通信システムの重要性

海外動向

- ・2010.9米国FCCは既存サービス(TV放送、ワイヤレスマイク等)を保護しながら、新たなホワイトスペース利用を許可。
- ・2011.1TVホワイトスペース利用のためのデータベースオペレータ選定

成果

- ・時間的・地理的に使用されていない周波数帯を必要な時に必要な分(帯域)を臨機応変に利用
- ・非常時、緊急時の重要な通信を優先して確保、資源の再配分



- 米国： FCCの周波数開放政策
 - 2010年9月23日、FCCはTVホワイトスペースの無免許利用を認可
- 欧州： CEPT (The European Conference of Postal and Telecommunications Administrations) が検討中
 - 早期に実用化を目指す国も
 - 英国では米国同様のTV放送用周波数帯において地域ごとの空きチャンネルを利用したコグニティブ無線の利用を認める制度化が進められている
- 日本：総務省
 - ホワイトスペース活用の全国展開を目指すための「ホワイトスペース推進会議」を設立(2010年9月)

米国を中心に、イギリス、シンガポールにてTVホワイトスペースの制度化が進んでいる。



- 米FCCルールを適用した場合の日本でのTVホワイトスペース利用可能性

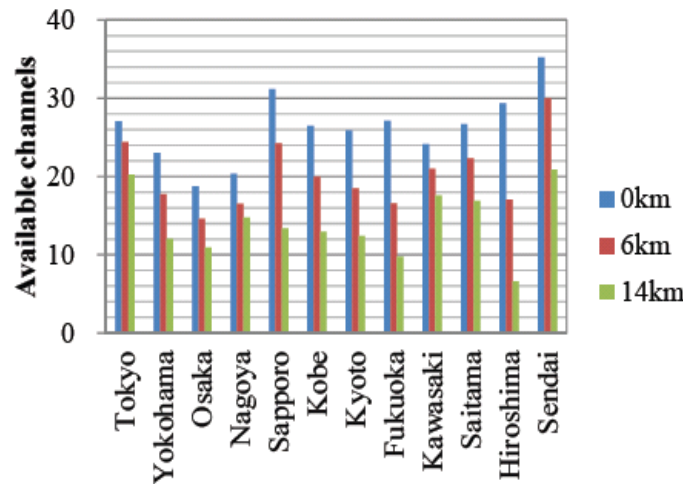


Figure 7 Expected available channels of Japanese metropolitan areas

Antenna Height of Unlicensed Device	Required Separation [km] From Digital or Analog TV Protected Contour	
	Co-channel	Adjacent Channel
Less than 3 meters	6.0	0.1
3 - Less than 10 meters	8.0	0.1
10 - 30 meters	14.4	0.74

“...the metropolitan areas, as well as rural areas, in Japan seem to be a good market for TVWS devices. Since heavily populated areas generally demand additional spectra, TVWS availability in Japan is likely to be more encouraging than that in the USA.”

- アンテナ高さは3m以下の場合
 - 東京、札幌で 144MHz利用可能
 - 名古屋、福岡、広島で96MHz利用可能
 - 仙台で180MHz利用可能

“Analysis of TV White Space Availability in Japan”
by 富士通研究所 IEEE VTC 2012-Fall, 2012年9月、カナダ



取り組むべき課題は多様

技術課題

- ・周波数利用状況リアルタイムセンシング技術
- ・動的スペクトルアクセス技術
- ・動的周波数管理技術
- ・各種ミドルウェア、アプリケーション開発

環境整備

- ・周波数割当政策の変更
周波数共有の枠組みを導入
- ・新たな利活用を支える共有インフラ構築
周波数利用状況に関するデータベース

制約条件
の見直し

実証実験

- ・技術的実現性の検証
- ・幅広い関係者による理解の共有

産学官の役割分担の在り方



国立大学法人
九州工業大学

Kyushu Institute of Technology

産学官の役割

学

・先端的研究開発の実施と並行して、関連するカリキュラム構築を柔軟に行う制度を整備し、産学共同で当該分野の新たな人材育成を行う。

産学官協働のための組織の支援

・新たな技術の実証およびその浸透のためには産学および利用者を含めた協働作業が必要である。そのためには、自治体等の官の協力も不可欠であり、産学官協働のための組織の活動を奨励、支援する仕組みが必要である。

産学官連携
組織の一例

(一社)九州テレコム振興センター(KIAI)
—産学官連携による広域活動を通じ地域情報化を先導—

九州地域ホワイтスペース利活用検討研究会

《産学官関係者 40団体61名が参画》

- ◆各種情報交換（国施策、最新技術動向等）
- ◆地域利活用アプリケーションの検討
- ◆実証実験の計画・実施



平成22年5月25日発足





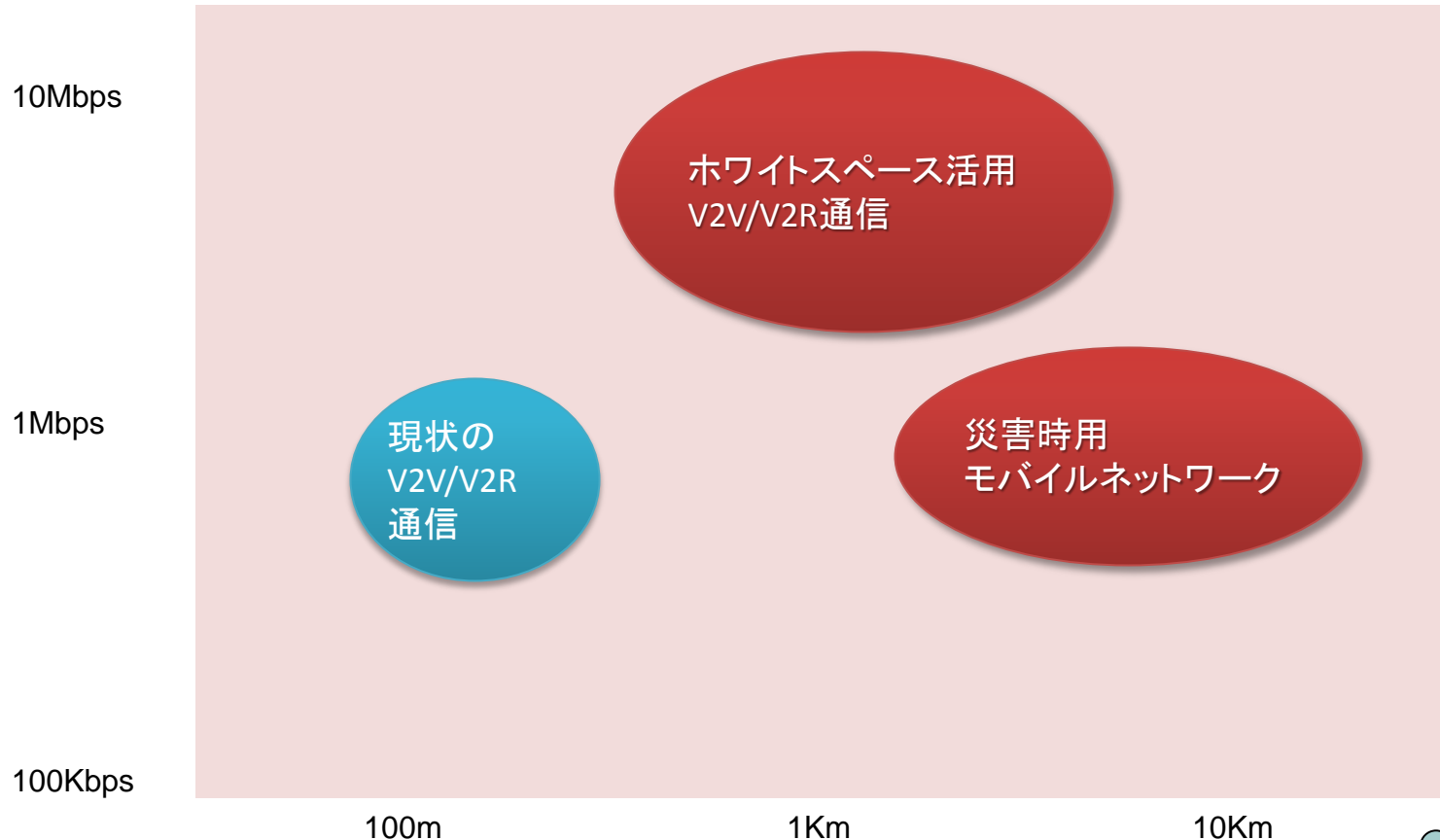
ホワイトスペースのクルマ通信への 適用に関する実証実験

KIAI協力の下、下記3者が宮崎県美郷町において実証実験を実施

- トヨタIT開発センター
- 電気通信大学
- 九州工業大学



ホワイトスペースのクルマ通信への適用

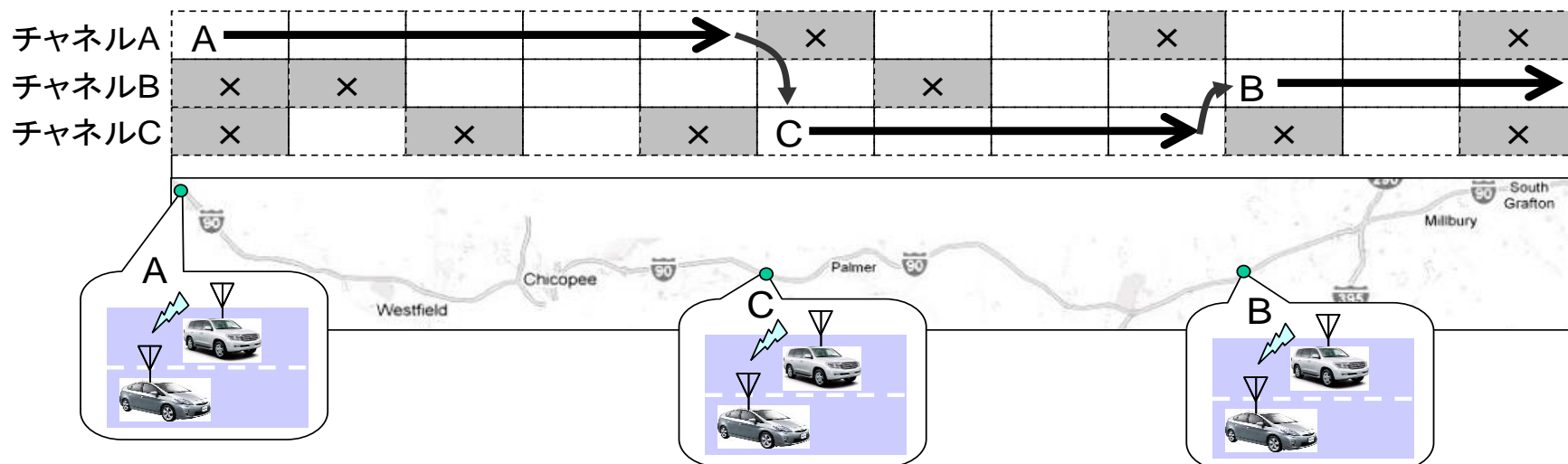


ホワイトスペースを活用することによって現状の車車間・路車間通信に比べてより遠距離でより大容量の通信が可能になる。
さらに、災害時利用可能性もあり。

ホワイトスペースのクルマ通信への適用



- ホワイトスペース(時間的・空間的に利用されていない周波数)を有効に利用
- クルマが自律分散的に空き周波数を検出し、適宜切り替えながら通信を継続



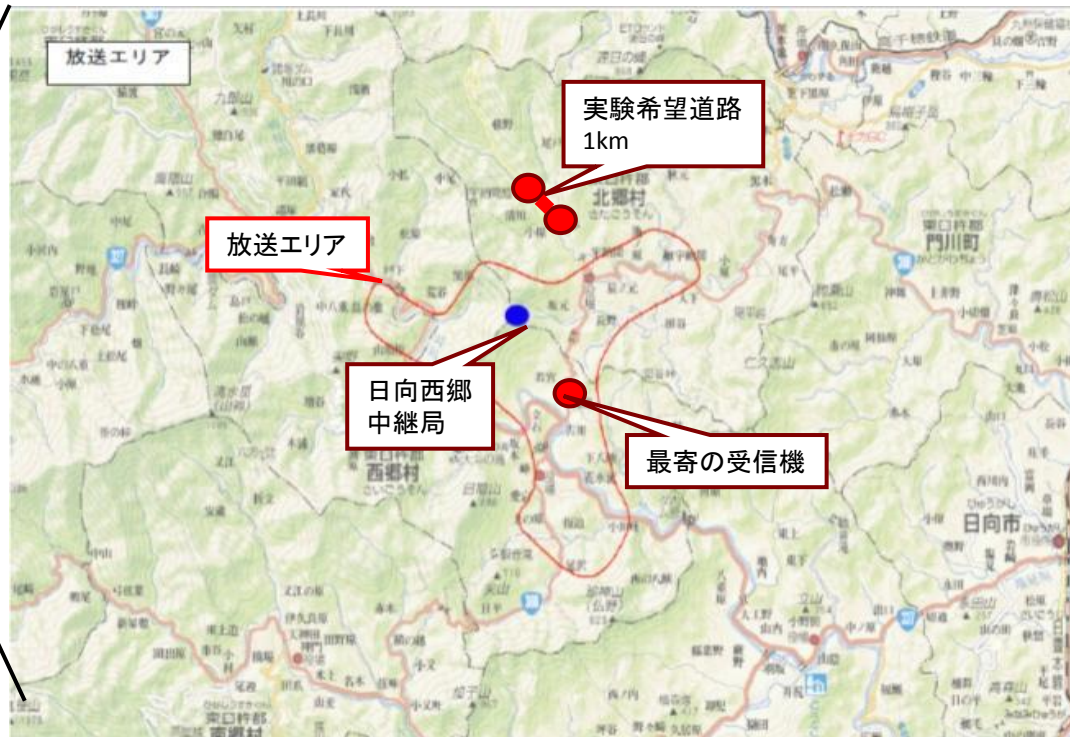
チャンネルの使用状況とコグニティブネットワーク技術のイメージ

車通信アプリケーションが増え、周波数帯域が圧倒的に不足する将来にも、さまざまなサービスをクルマに提供

「TVホワイトスペース」を活用した車車間コグニティブ通信 公開実証実験



〈宮崎県美郷町〉



周辺の受信機(TV)に影響を与えないエリアで実験を実施

実証実験に使用した無線機



Receiver



センシング用
USRP2

データ用USRP2

制御用USRP2

Transmitter



制御用USRP2

データ用USRP2

センシング用
USRP2



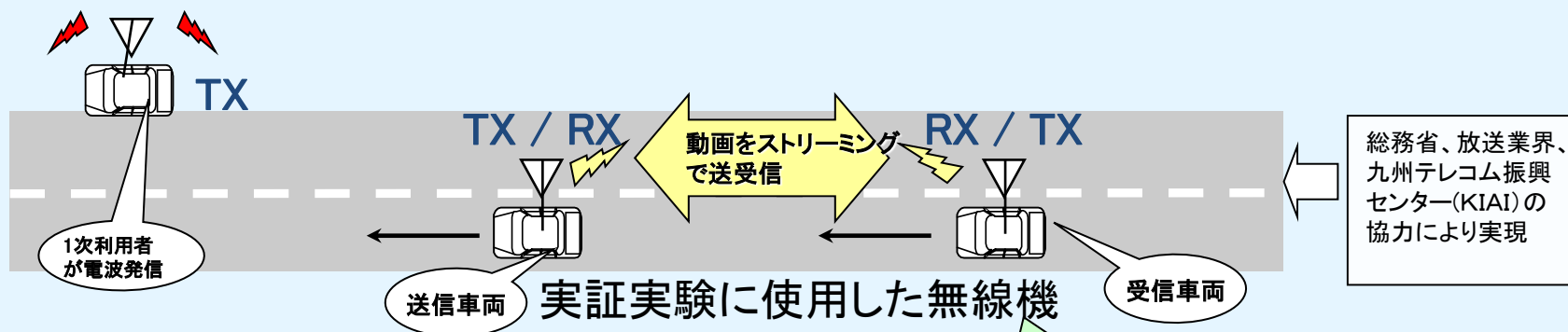
表 1: 実験試験局無線局免許内容 (抜粋)

免許の有効期限	平成 24 年 3 月 31 日
移動範囲	宮崎県東臼杵郡美郷町北郷地区
中心周波数	477,480, 481,483, 486, 487, 489,491, 492[MHz]
空中線電力	40mW
変調方式	GMSK, DBPSK, DQPSK

「TVホワイトスペース」を活用した車車間コグニティブ通信公開実証実験



- ・車両同士は通信を確立し、送信車両が動画像をTVホワイトスペースを用いて受信車両に送信。
- ・その後、送信車両で1次利用者の電波を検知し、チャンネルを切り替えて通信を継続。



【実験風景】



プライマリ電波車両(手前左)、
受信車両(後方)、
送信車両(手前右)

【受信側の様子】

＜ストリーミング動画＞



＜GUI＞



左) 受信したストリーミング動画

右) GUIアプリケーション
(上部でチャンネル状態/履歴表示、
下部で車両の位置情報表示)

世界初のTVホワイトスペースを使う車車間コグニティブ実証実験



表 2: 特定実験試験局無線局免許内容 (抜粋)

免許の有効期限	平成 25 年 10 月 31 日
移動範囲	九州総合通信局管内
中心周波数	282.6, 412.9725, 428.2, 460.75 [MHz]
空中線電力	40mW
変調方式	GMSK, DBPSK, DQPSK

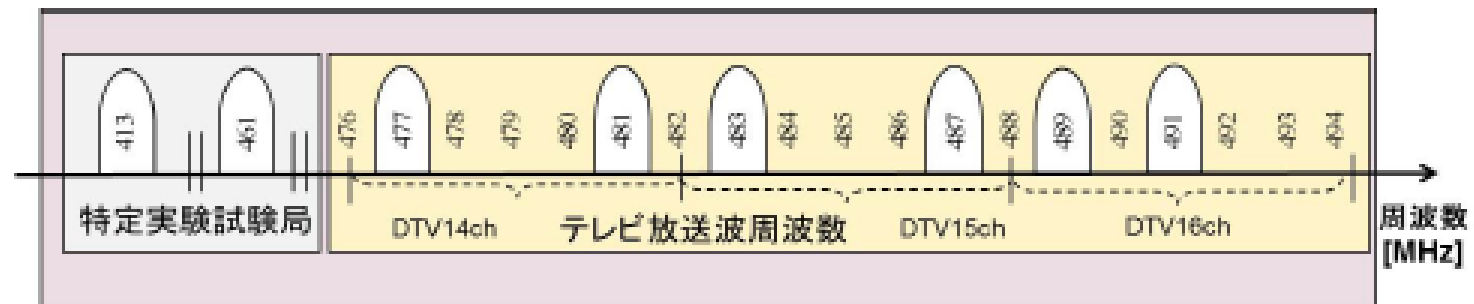
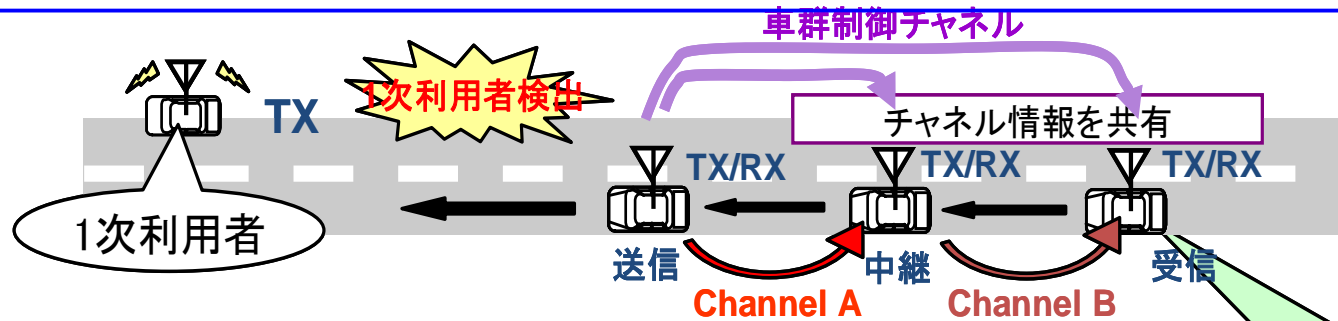


図 6: 実証実験での利用チャンネル割り当て

「TVホワイトスペース」を活用した車車間コグニティブ通信 公開実証実験



- 車両情報を送信車両から中継車両を通して受信車両にマルチホップ通信
- 1次利用者検出時、チャンネル情報を車群制御チャンネルで共有し、通信チャンネル切替



【実験風景】



1次利用者(左)
3台の走行実験車両
(右)

【チャンネル状況】

Channel status				History
ZACC	412M	ZACC	412M	ZACC
	460M		460M	
SACC	477M	SACC	477M	SACC
	481M	Data2	481M	Data2
Data1	483M	Data1	483M	
	487M		487M	
	489M		489M	
	491M		491M	

00:00:00:01	⇒412 MHz
30:00:00:04	⇒477 MHz
01:00:00:08	⇒483 MHz
02:00:00:10	⇒481 MHz

8つのチャンネルを使用
ZACC:エリア情報の制御
(412MHz帯を使用)
SACC:車群制御チャンネル
Data1:送信・中継間通信
Data2:中継・受信間通信
1次利用者検出時、空き
チャンネルへ自律的に遷移
制御チャンネルも遷移可能

【受信側の様子】



送信車両の車速・ブ
レーキ情報を受信
車両で受信。



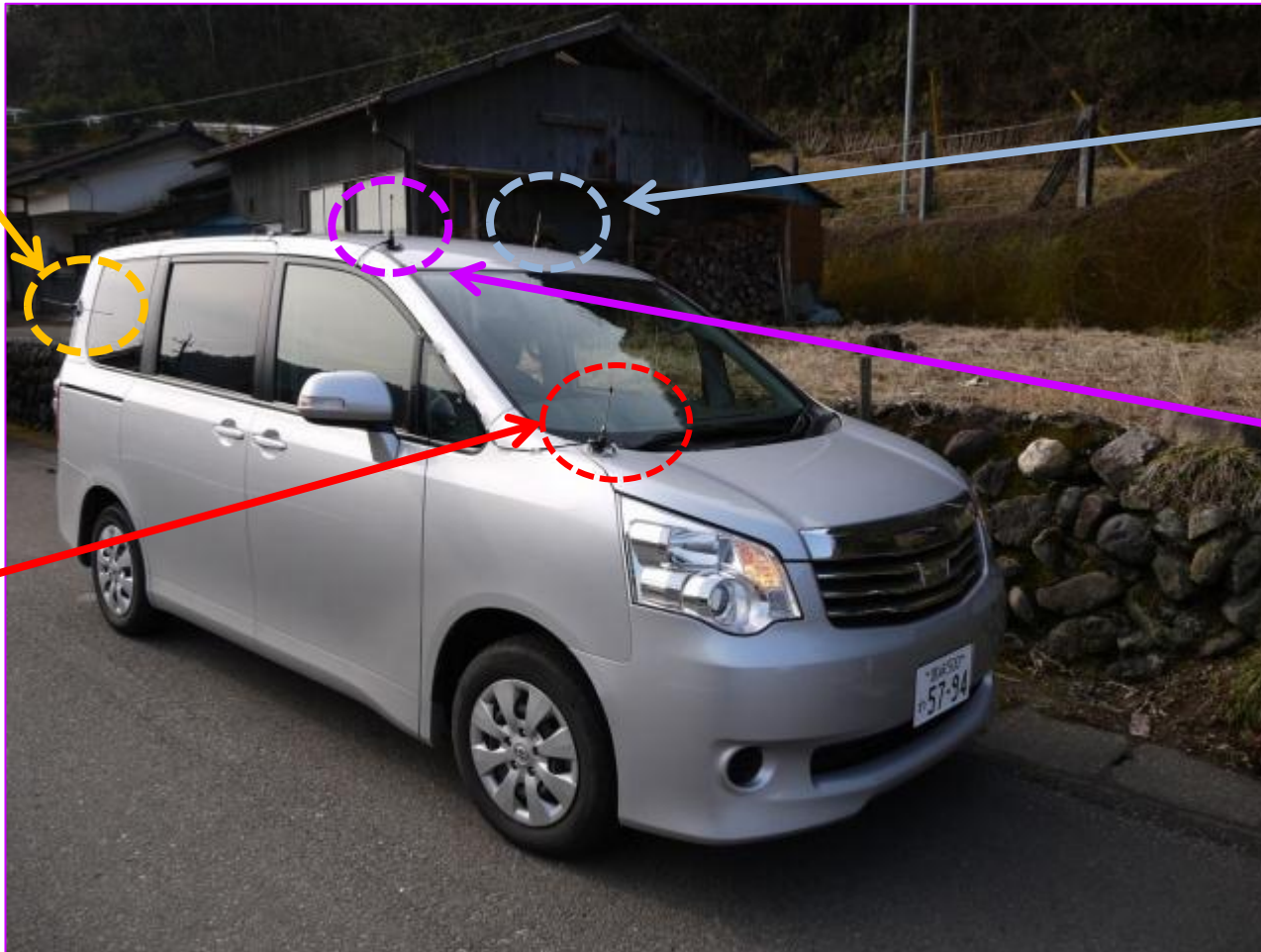
- センシング用無線機が接続されているアンテナは、通信用アンテナから見通し外となる離れた位置に設置(中継車両の例)

リンク2
通信用
アンテナ
(水平偏波)

リンク1
通信用
アンテナ
(垂直偏波)

制御通信用
アンテナ
(垂直偏波)

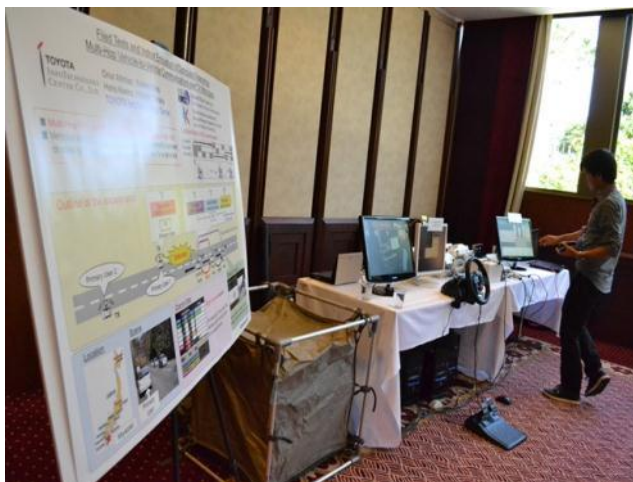
センシング
アンテナ
(垂直偏波)





- 7/5 – 6の2日間パシフィコ横浜にて開催
- 総来場者数: 7732名
大規模な無線技術関係の展示会
- 来場者は主に企業関係者
- ITCブースは、常に聴講者が多い状態。
2日間で約1200名に説明(配布資料500枚)
- 自動車業界が、無線の展示会に出展という要素でも注目
→日産、ホンダからの来訪者も
- 日経BP社より取材受、7/6に掲載。

トヨタIT開発センター、地デジの空き周波数帯で車車間通信
http://www.nikkei.com/article/DGXNASFK0602L_W2A700C1000000/



- 日程: 8月22日～26日.
- 場所: イスタンブール

- 1時間半のDemoセッションの時間で、約100人程度の学会参加者に説明。世界初のホワイトスペースでの車車間通信フィールド実験成果として注目を集める。
- Demo and Poster sessionで2位の評価。ACM MC2R journalへの掲載となる。



Field Tests and Indoor Emulation of Distributed Autonomous Multi-Hop Vehicle-to-Vehicle Communications over TV White Space

Onur Altintas, Yutaka Ihara,
Haris Kreml, Hideaki Tanaka
TOYOTA InfoTechnology Center
Tokyo, Japan
onur@jp.toyota-itc.com

Masaaki Ohtake, Takeo Fujii
The University of Electro-
Communications
Tokyo, Japan
fujii@awcc.uec.ac.jp

Chikara Yoshimura,
Keisuke Ando,
Kazuya Tsukamoto,
Masato Tsuru, Yuji Oie
Kyushu Institute of Technology
Fukuoka, Japan
tsukamoto@cse.kyutech.ac.jp

ABSTRACT

Vehicular networking has significant potential to enable diverse range of applications, including safety and convenience. As the number of vehicles and applications using the specially designated wireless spectrum grow, one can expect substantial increase in the bandwidth requirements. In this paper and

spectrum grow, one can expect substantial increase in the bandwidth requirements. Eventually, we can expect that such applications might suffer from spectrum scarcity, as has been already experienced by the other mobile wireless communications sectors. One solution for accommodating this growth of demand for wireless spectrum is the dynamic spectrum access (DSA) medium where unlicensed devices temporarily borrow licensed

彰往考来

「往事を彰らかにし、来時を考察する」
『春秋左氏伝』

情報ネットワークの技術の進展と浸透 —早まる普及の速度—



国立大学法人
九州工業大学

Kyushu Institute of Technology

情報通信技術の浸透が加速

マルチメディア、無線、センサーネットへ

1880 1900 1920 1940 1960 1980 2000 2020

電話の発明(ベル)(1876)

国内電話サービス開始(1890)

無線通信の発明(マルコーニ)
(1895)

世帯普及率10%
(1966)76年

世界初コンピュータ
ENIAC(1946)

世界初インターネット
実験・米国(1969)

国内自動車電話サービス(1979)

国内初インターネット
商用サービス(1992)

世帯普及率10%
(1994)15年

モバイル通信の
一層の浸透

世帯普及率10%
(1997)5年

「もの」が繋がる
インターネット
(Internet of things)

サイバー・フィジカル
ネットワーク
(ネットと現実が繋がる)

ビデオ通信の
浸透

距離・移動の制約を解消

個人の情報発信力強化

多様な情報を交換・共有

多様なもののネットワーク化

九州のかたち:「九州圏広域地方計画」(H21.8)より



九州圏の産業構造は、域内総生産構成比(2005年度)で第1次産業2.3%、第2次産業22.1%、第3次産業75.6%であり、全国(第1次1.1%、第2次25.9%、第3次73.0%)と比較して**第1次産業、第3次産業のシェアが高い**。

離島・半島、中山間地域等が広く分布する九州圏

九州圏の離島は、面積約4,139km²、海岸延長4,289kmを有し、離島振興対策実施地域2でみると、**全国比で離島数の約40%、人口の約52%、面積の約55%を占め**、国境・外洋離島も多い。また、**中山間地域4については、九州圏の人口の約22%、面積の約61%、耕地面積の約51%を占める**。

我が国の食料・木材供給基地としての九州圏

九州圏は、農林水産業全体では**全国産出額の約2割**を占め、部門別では野菜や花きが約2割、特に**畜産業、水産業の比率は高く約2.5割**を占める。都道府県別の産出額等が日本一の品目も、熊本のトマトや鹿児島肉用牛、豚、宮崎のブロイラーやすぎ、長崎のあじ類、さば類等の水産品を始め多くを数える。林業・木材産業では、全国の**針葉樹素材生産量の約4分の1、人工林蓄積の約5分の1**を占めており、豊富な木材資源を活用した産業が形成されている。また、水産業は、全国の海面漁業漁獲高の約7分の1、**海面養殖業収穫量の約4分の1**を占めており、好漁場を活かした産業が形成されている。



ネットワーク化の更なる進展

ICT技術による多様な社会的課題の解決
—スマート九州に向けて—

スマート化

従来、人やものとの間に相互作用が起きていなかったインフラ、環境、設備、施設等が、センシング、通信、処理能力を備えることによって、それら自体が我々に対し、能動的に支援する。さらに、様々なスマートXが登場する。

フラット化

サービスを提供する側とサービスを楽しむ側の区別がさらに無くなる。これまでも、大量の情報にアクセス可能になったことにより、専門家とアマチュアの差が小さくなる可能性が拡大している。さらには、専有的通信資源利用から共用に向けて、通信サービスに関する利用者相互協力なども進む。