

有線無線融合NWプラットフォーム技術

- DTN*コンセプトに基づく新世代NWへ -

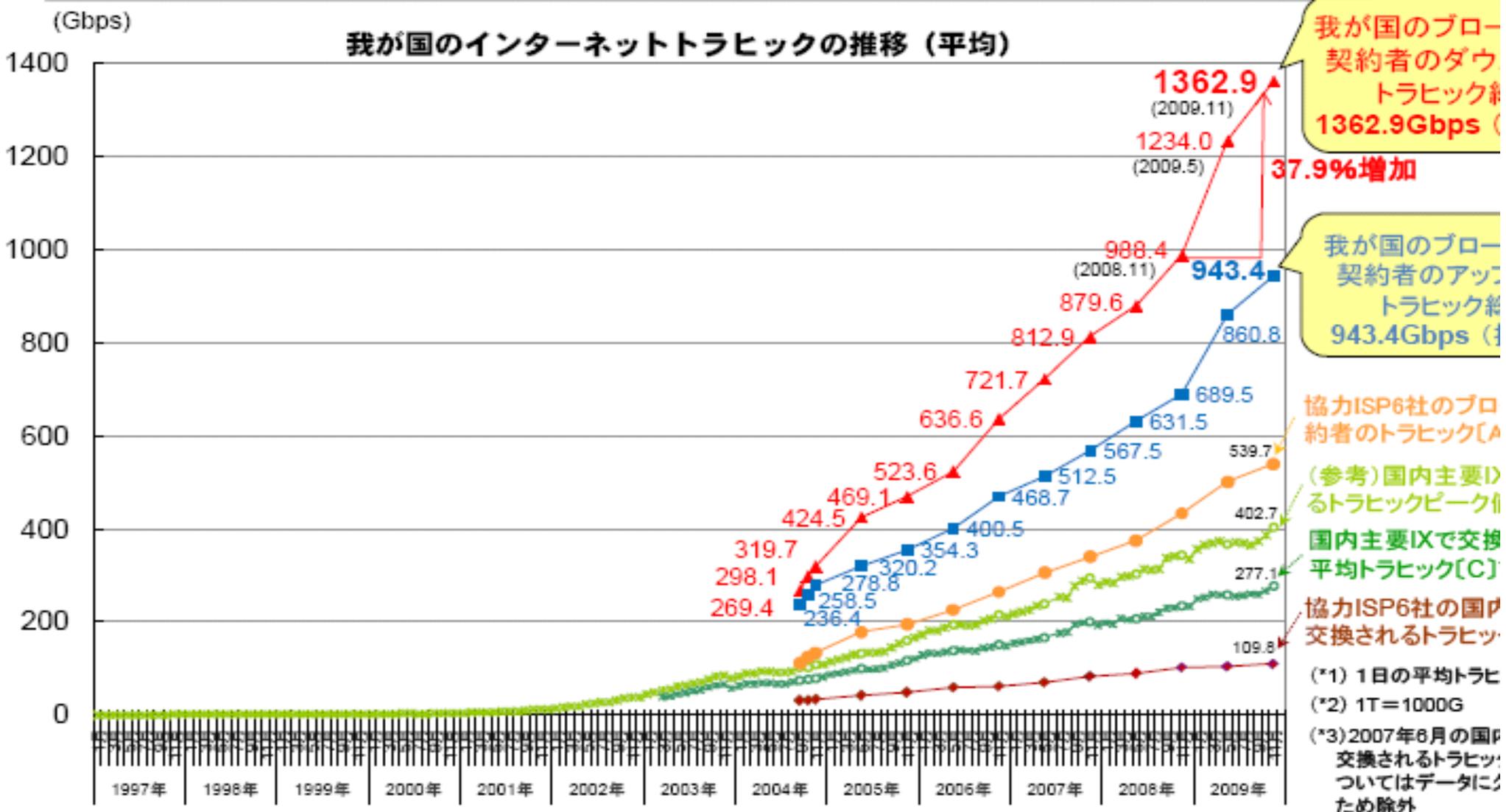
* Delay/Disruption/Disconnection Tolerant Networking

情報通信研究機構 大手町ネットワーク研究統括センター
九州工業大学 ネットワークデザイン研究センター

鶴 正人

ネットワーク利用・トラフィックの増加

2009年9月： http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/25387.html



ネットワーク利用・トラフィックの増加 (2)

2010年6月 : Cisco Visual Networking Index: Forecast and Methodology, 2009-2014
http://www.cisco.com/en/US/solutions/collateral/ns341/ns525/ns537/ns705/ns827/white_paper_c11-481360_ns827_Networking_Solutions_White_Paper.html

- ✓ In 2014, global IP traffic will reach 767 exabytes per year or 64 exabytes per month.
- ✓ Mobile data traffic will double every year through 2014, increasing 39 times between 2009 and 2014.
- ✓ Internet video alone will account for 57 percent of all consumer Internet traffic in 2014.

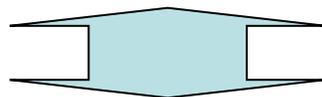
これからのインターネットの課題

■ 大規模性

- バックボーンNWのコスト増加、無線資源の枯渇、エネルギー消費の増大
- NW資源の効率的利用・最適割り当て
 - ・ 空間的・時間的・周波数的な競合回避
 - ・ 交通網などによる(情報の)物理的移動運搬との組み合わせ

■ 多様性

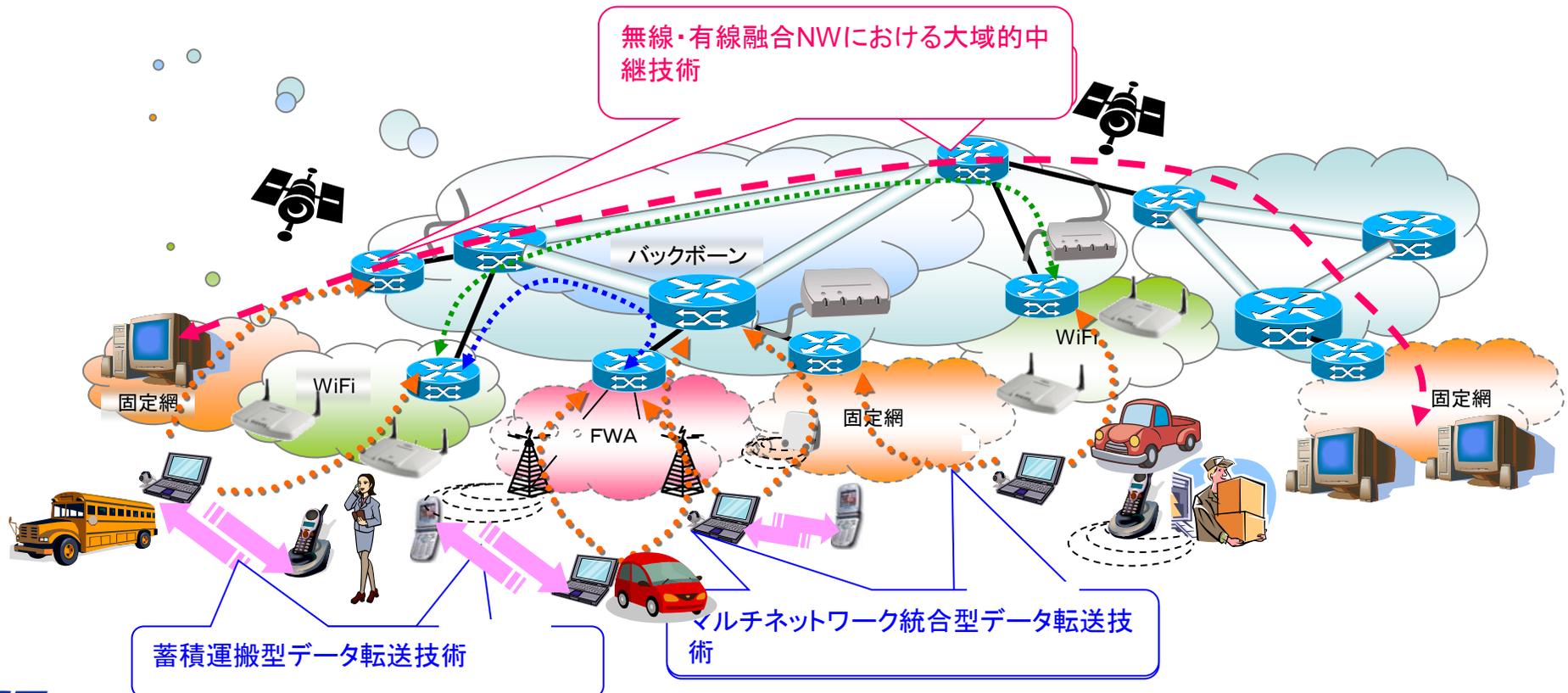
- NW(環境)とアプリの多様性
 - ・ LTE、IMT-Advanced、WiMAX (固定・移動体)、UWBから衛星通信までの新技術; FON、フェムトセル、等の新形態
- 様々なNW資源の組み合わせ・最適割り当て
 - ・ 低品質なNWもそれなりに有効利用
 - ・ アプリの特性に合わせた資源割り当て(実時間通信 v.s. 非実時間(非同期)通信、大容量 v.s. 小容量、長期継続 v.s. 短期継続、、、)



■ 有無線融合ネットワークプラットフォーム技術

有線無線融合NWプラットフォーム技術

- JGN2plus「新世代ネットワーク運用・管理技術の研究開発プロジェクト」のテーマ6
 - ✓ 2009年4月～2011年3月。九州工業大学と連携。
- DTN技術をベースに多様な有線無線技術の効果的な融合をサポートする基盤技術
 - ✓ 非実時間、大容量、広域な情報流通を低コストで効率よく行う技術
 - ✓ 実時間性と必要帯域は比較的相反
 - ✓ それによって空けた資源は高優先な通信(実時間通信等)が利用可能

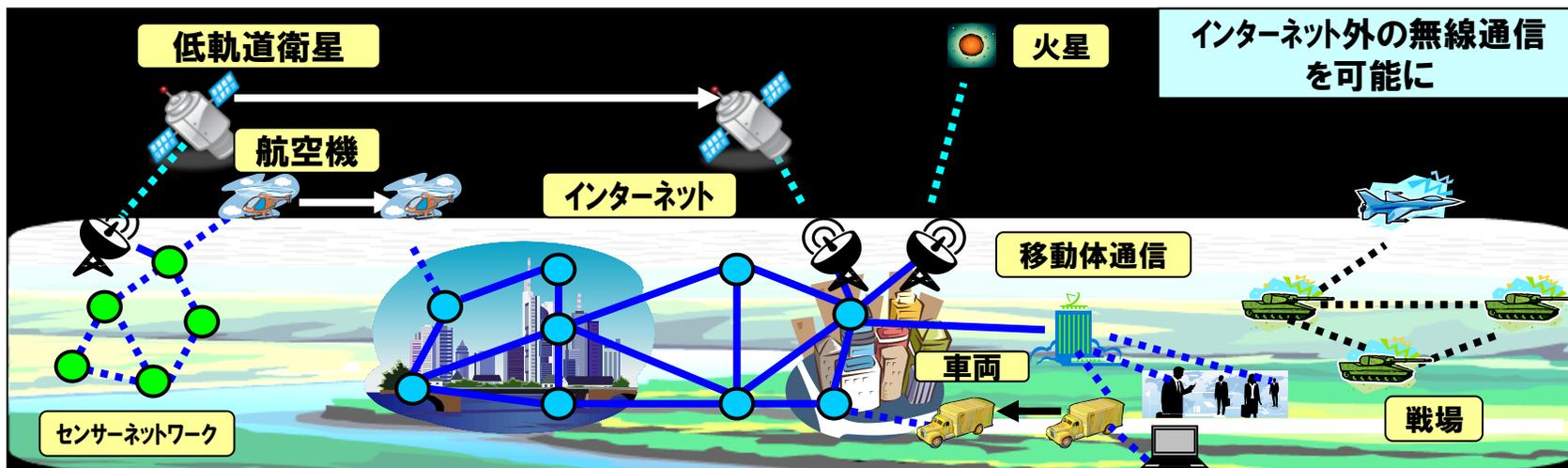


有線無線融合NWプラットフォーム技術 (2)

- ネットワーク内部での様々な新機能と様々なトレードオフ
 - まとめる、まぜる: 効率化
 - 分ける、繰り返す: 耐性
 - 待つ、待つ+運ぶ: 時間・空間の不連続性を超える
- マルチネットワーク統合型データ転送方式
 - 性質の異なる複数のNWを同時に統合的に利用して、データ転送自体と転送制御信号を最適な方法(必要なら分離して)で交換
 - IMPDT (Integrated Multi-network Path Data Transfer)
 - 単なる帯域集約(1+1=2)ではない統合的制御による性能最適化
- 蓄積運搬型データ転送方式
 - 車両移動を利用した道路沿いの仮想アクセスインフラ
 - VS (Virtual Segments)
 - 蓄積運搬型転送と広域インフラを組み合わせた、低コストでロバストな非実時間情報伝達。

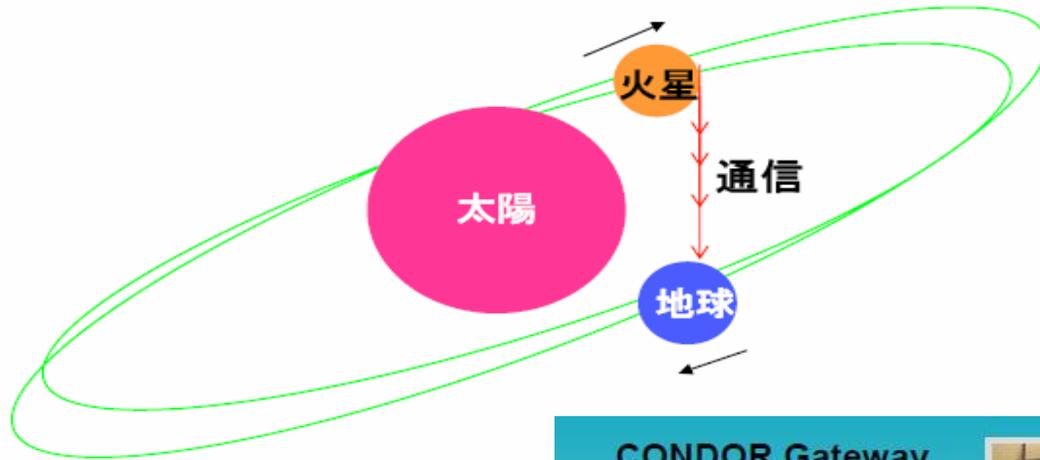
D(elay/isruption/isconnection) Tolerant Networking

- 無線や移動体を想定して設計されていない旧来のTCP/IPやDNSを補完する、例えば以下が成り立たない環境での通信
 - 通信中にEnd-to-Endの通信パスが常時存在（パケットロスも少）。
 - 即時的安定的なフィードバックに基づく再送やレート制御が可能
 - 通信開始時に送信先のアドレスが確定して知っていることもできる。
 - 通信経路を一つ選ぶだけで必要な通信性能が達成可能、等々
- 当初は特殊環境（宇宙、移動センサー、海中・北極圏など）通信のために出てきたが、有線無線融合インターネットにも不可欠な汎用的技術



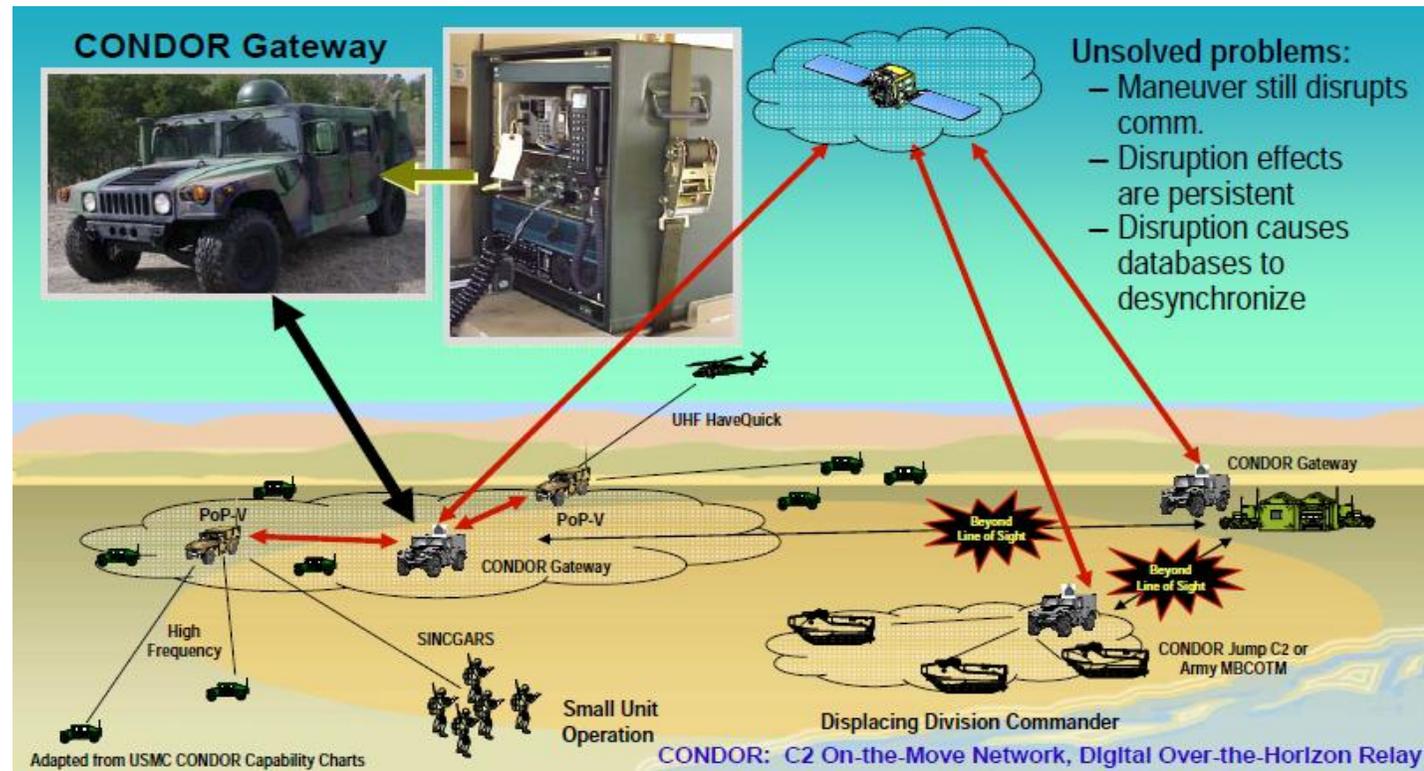
無線通信と有線ネットワークの融合には、高遅延やネットワークの断続性の克服が必要

DTN技術適用の例 (IPN, 軍事用途)



惑星間インターネット (IPN: Interplanetary Network)

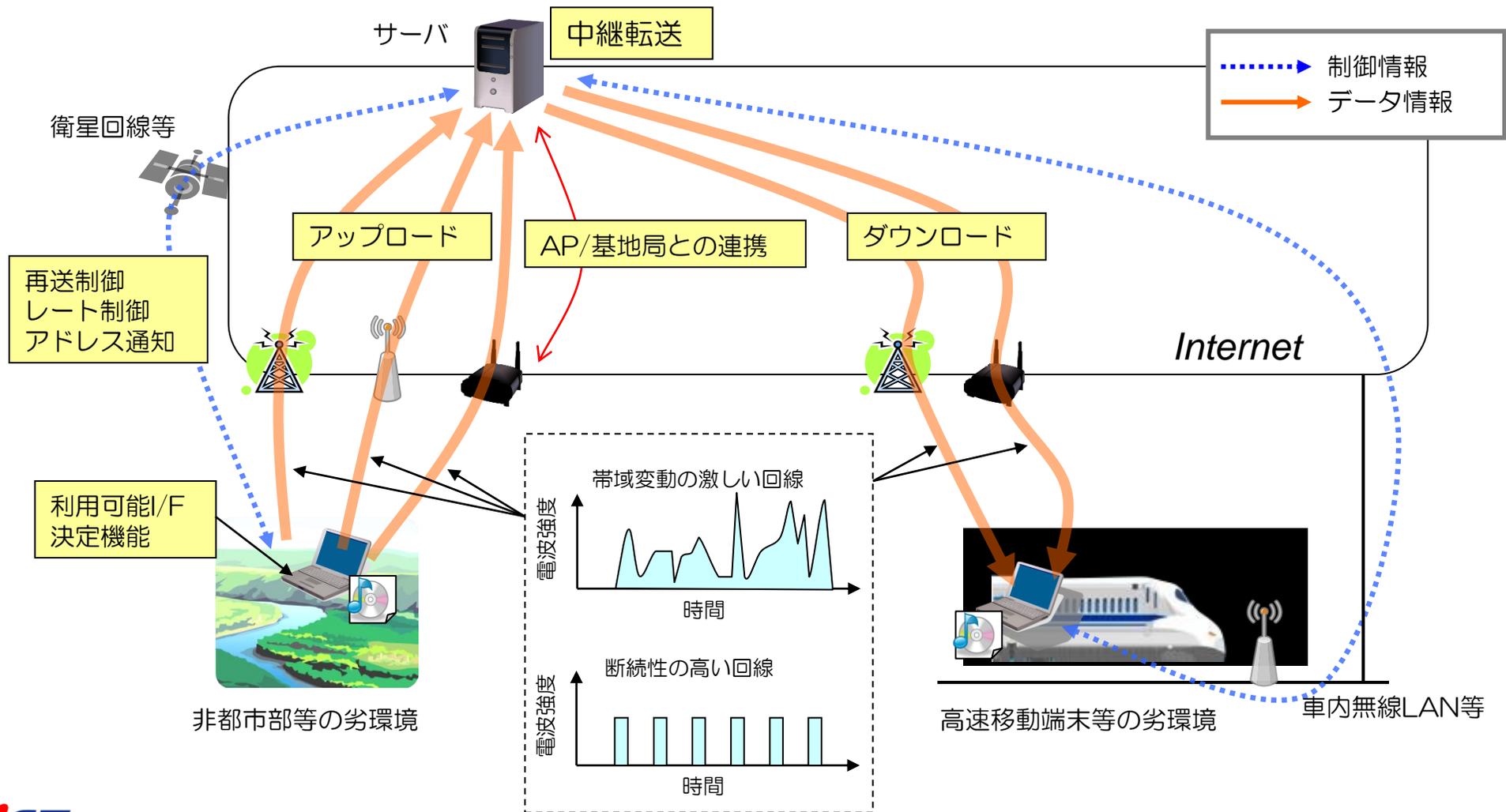
戦地向け通信システム CONDOR



【出典】 The MITRE Corporation, <http://www.mitre.org/news/events/tech06/briefings/2184.pdf>

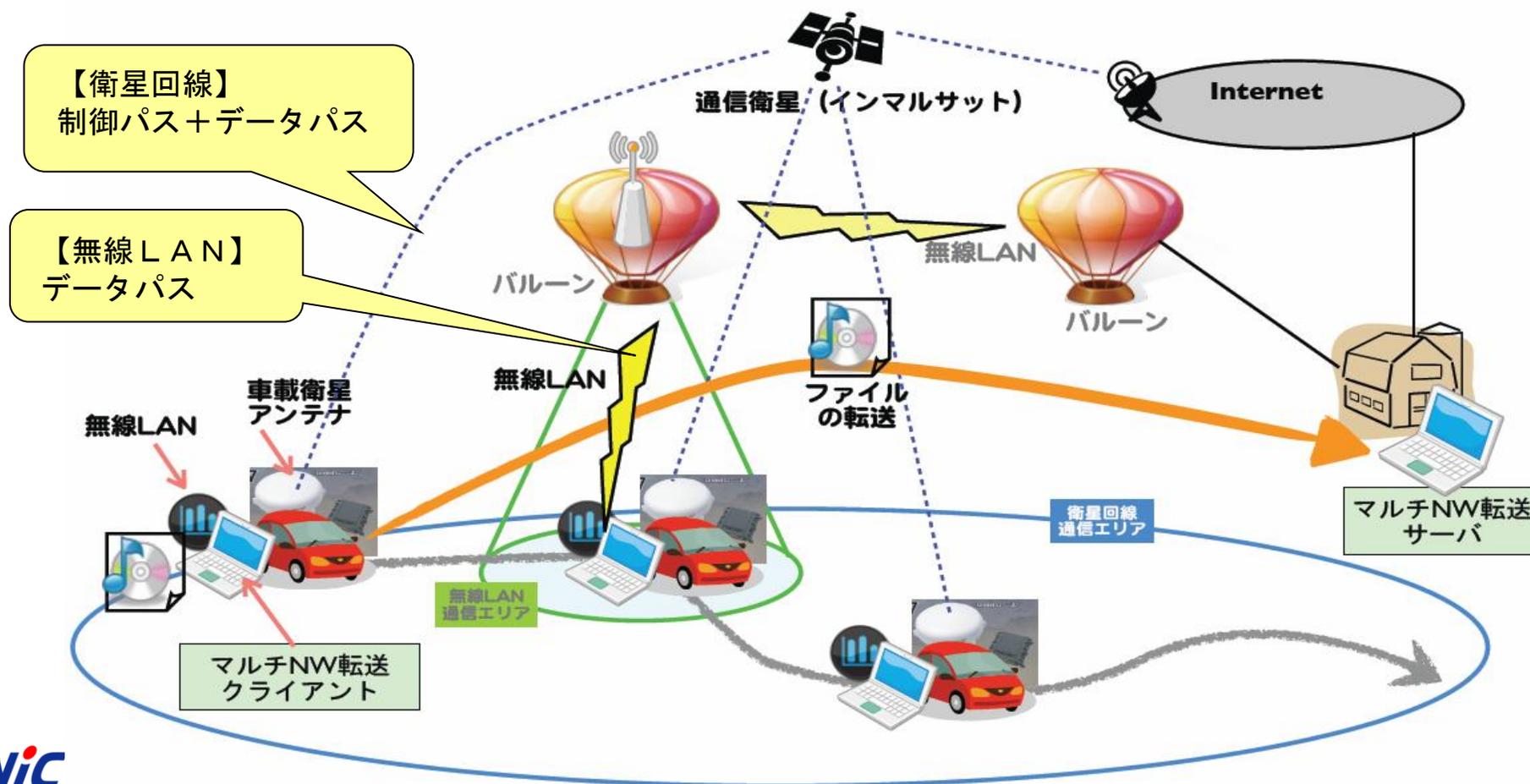
マルチネットワーク統合型データ転送方式

性質の異なる複数のNW(単独では性能が出ない)を同時に統合的に利用して、データ自体の転送とその制御に必要な(転送制御)信号を最適な方法で交換。



災害時向け臨時ネットワークフィールド実験

- KIAI (九州情報通信連携推進協議会)主催の公開実験イベントに参加して実施
 - <http://www.kiai.gr.jp/misatocyou2009.html>
- 【日時】2009年11月19日～11月20日
- 【場所】宮崎県東臼杵郡美郷町 (いわゆるブロードバンド過疎地域)
- 【通信環境】低速&広域安定＝衛星回線 + 高速&断続的＝災害時臨時無線LAN



実証実験時の様子

無線LAN
ホットスポット

マルチNWシステム
(サーバ側)



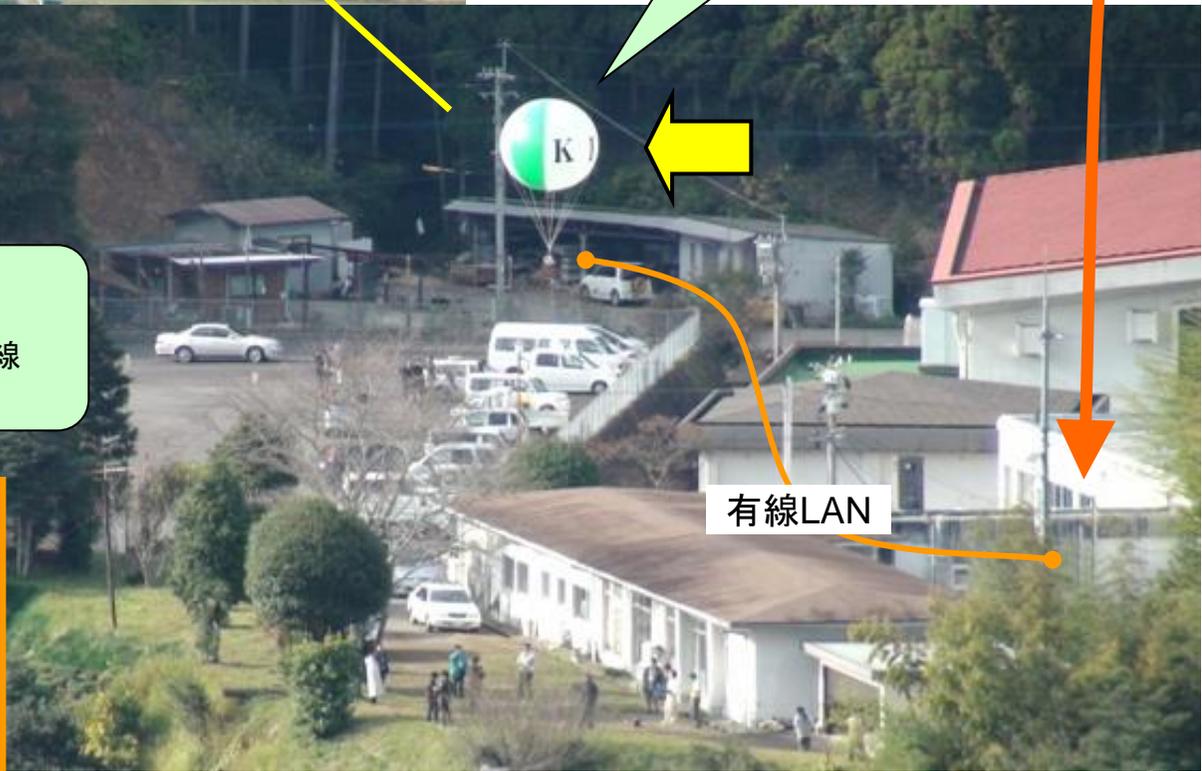
車載衛星
(アンテナ)

無線LAN
(中継用)

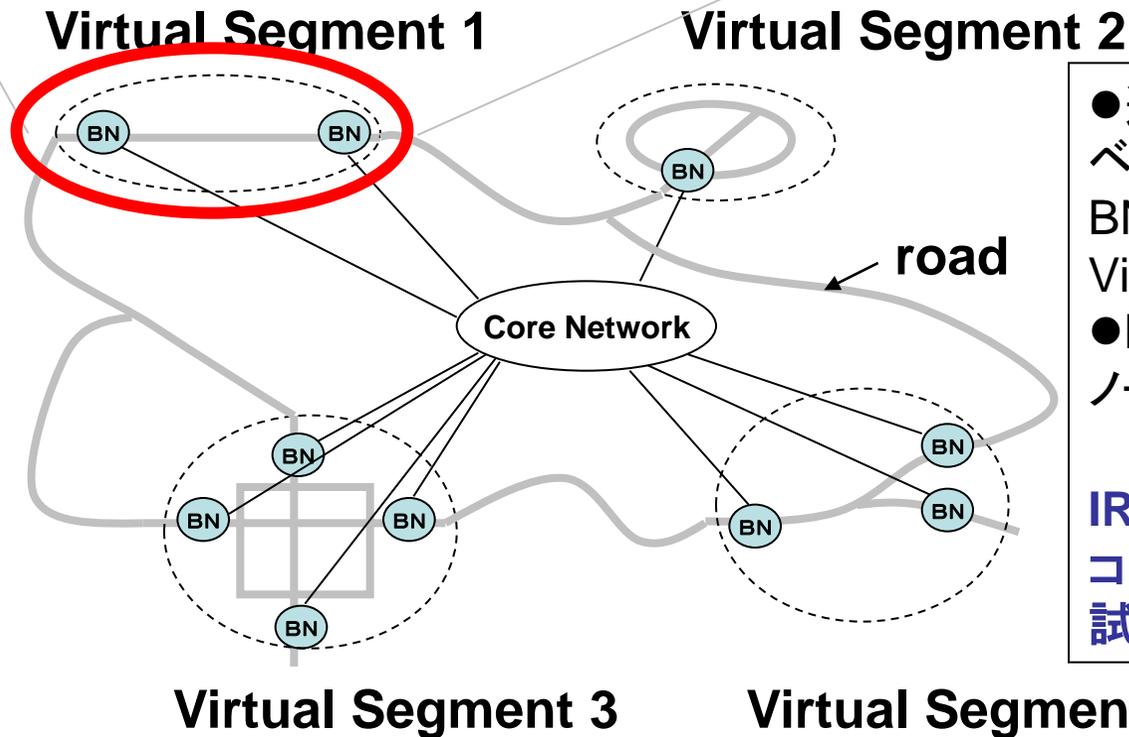
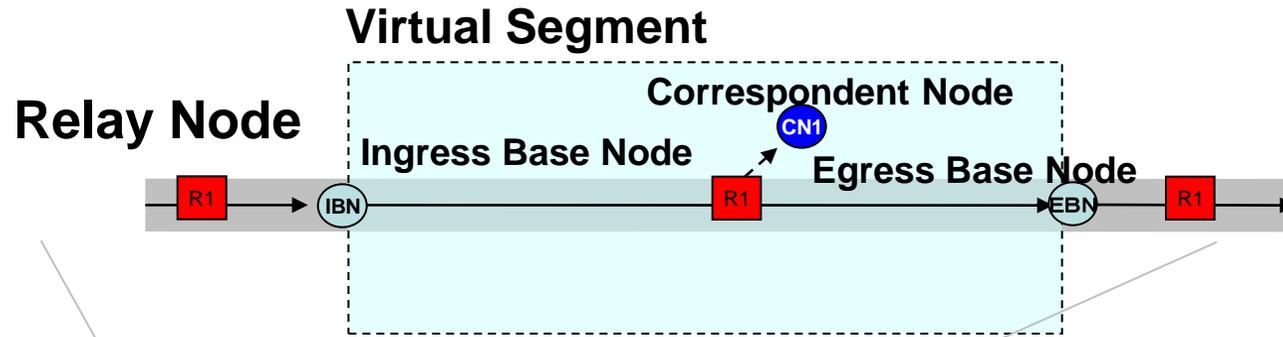


マルチNWシステム
(クライアント側)
無線LANと衛星の2回線

有線LAN



蓄積運搬型転送方式を用いた仮想ネットワークセグメント

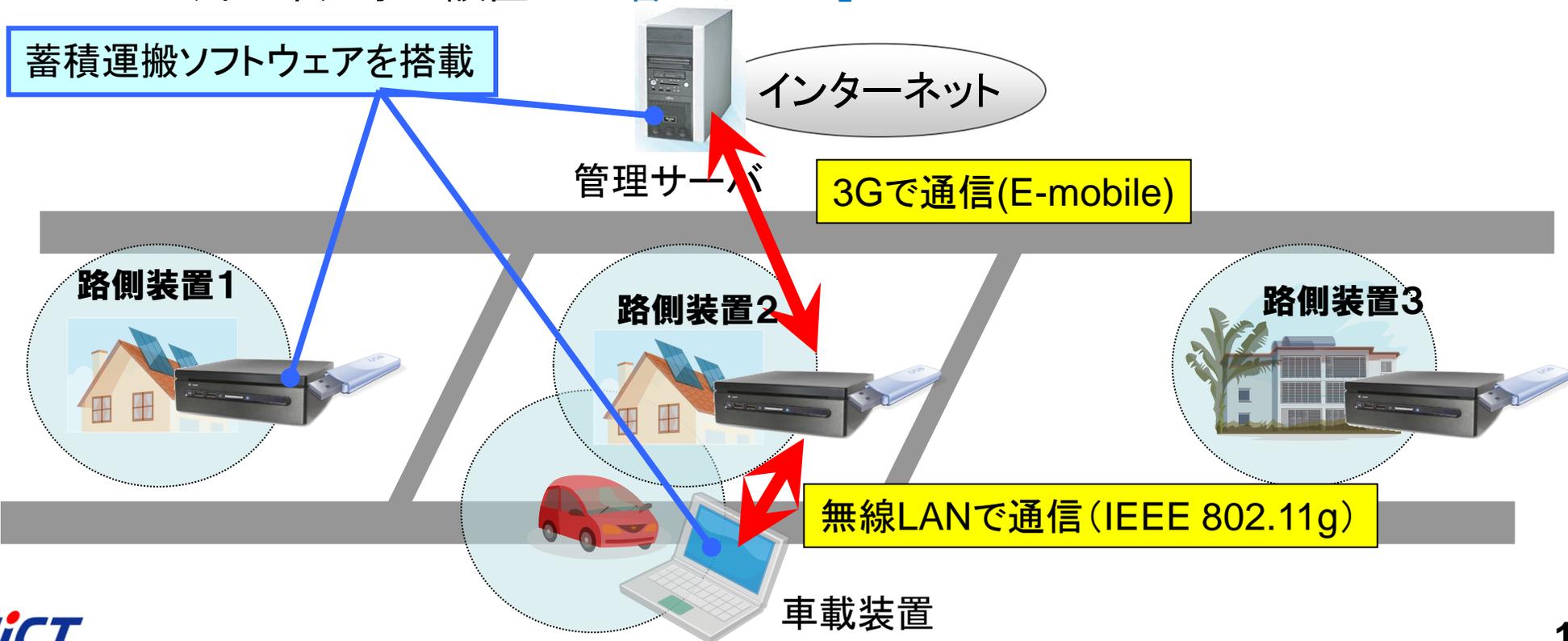


- 道路にそった適切な位置に、ベースノード(BN)が配置され、BNによって囲まれた区域をVirtual Segmentと呼ぶ。
- BN間を通過する車(リレーノードRN)が実データを運ぶ。

↓
IRTF/DTNRGのバンドルプロトコル準拠のプロタイプソフトを試作

実験概要：車車間・路車間通信網の構築

- 低炭素社会実験in飯塚2009 ～自動車情報ネットワーク～
 - 平成21年12月14日(月)～18日(金)
- 下記の3つを用いて、車車間・路車間通信網を構築した。
 - 市街を走行するバスや一般車両が搭載する「**車載装置**」
 - 路側に分散配置した「**路側装置**」
 - 九州工業大学に設置した「**管理サーバ**」



実験概要：車車間・路車間通信網の構築(2)

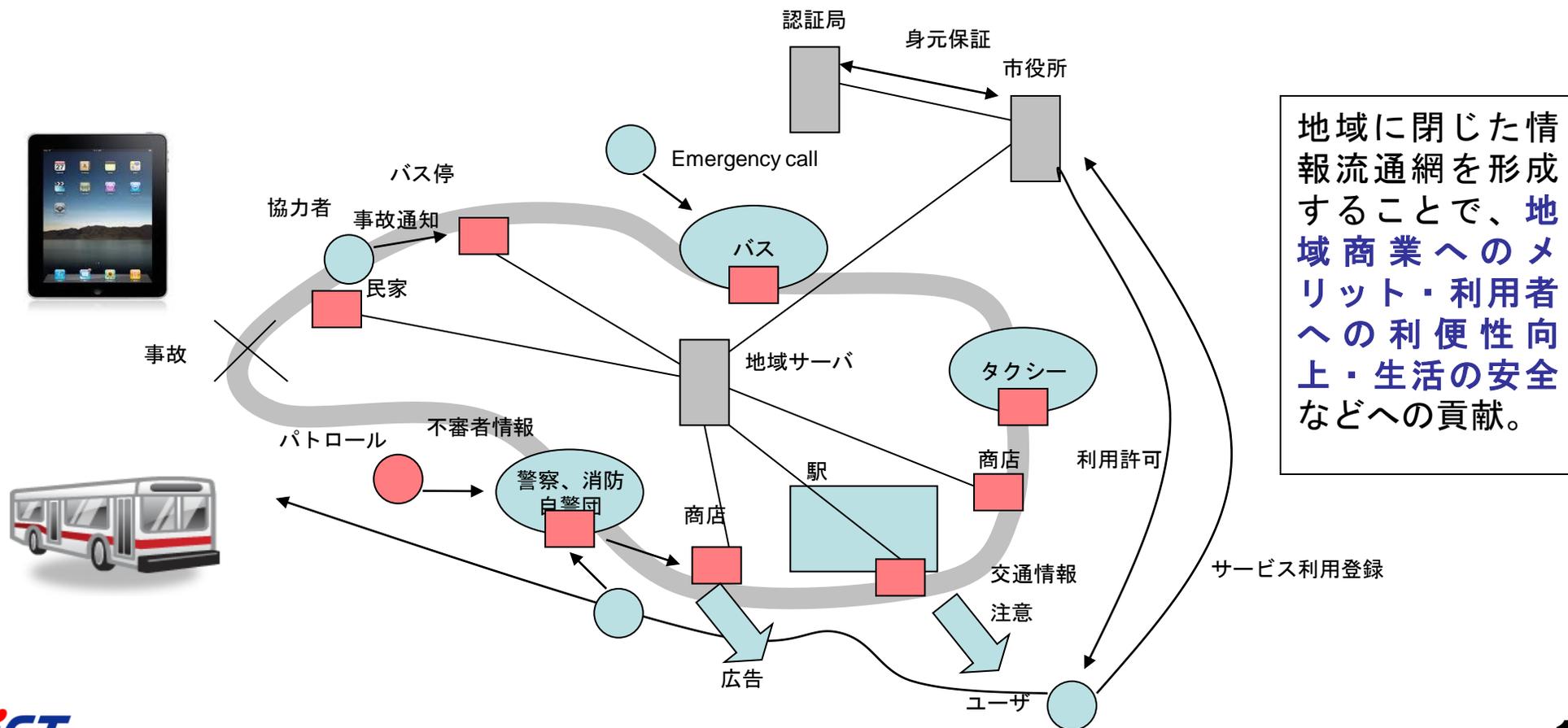
■ 路側装置

- 路線バスの走行経路に従って、地理的に分散配置する事で、遅延の抑制，到達可能性の向上を実現する。
- 実験時は下図のように，軒先・室内・屋外に路側装置を設置。



スクールバスを使った追加実験

- 九州工業大学のスクールバス（JR新飯塚駅、西鉄バスセンタ、大学）。2010年12月ー2月。将来的な応用事例を想定した各種性能評価実験。
 - ✓バス乗客へのWiFi経由のサービス：情報提供（デジタルサイネージ）や非同期型インターネット利用
 - ✓地域へのサービス：バスによる情報収集やバス停周辺への情報配布。



プロジェクトの成果

■ 有線無線融合NWプラットフォーム技術の可能性検証

- DTNコンセプトに基づく2つの基本技術の検討
 - ・ マルチネットワーク統合型データ転送を実現するエージェントとプロトコル(IMPDT)
 - ・ 蓄積運搬型データ転送を利用する仮想ネットワークアクセス技術(VS)
- フィールド実験やproof-of-conceptアプリ実装による有効性検証
 - ・ 衛星通信やバスの利用

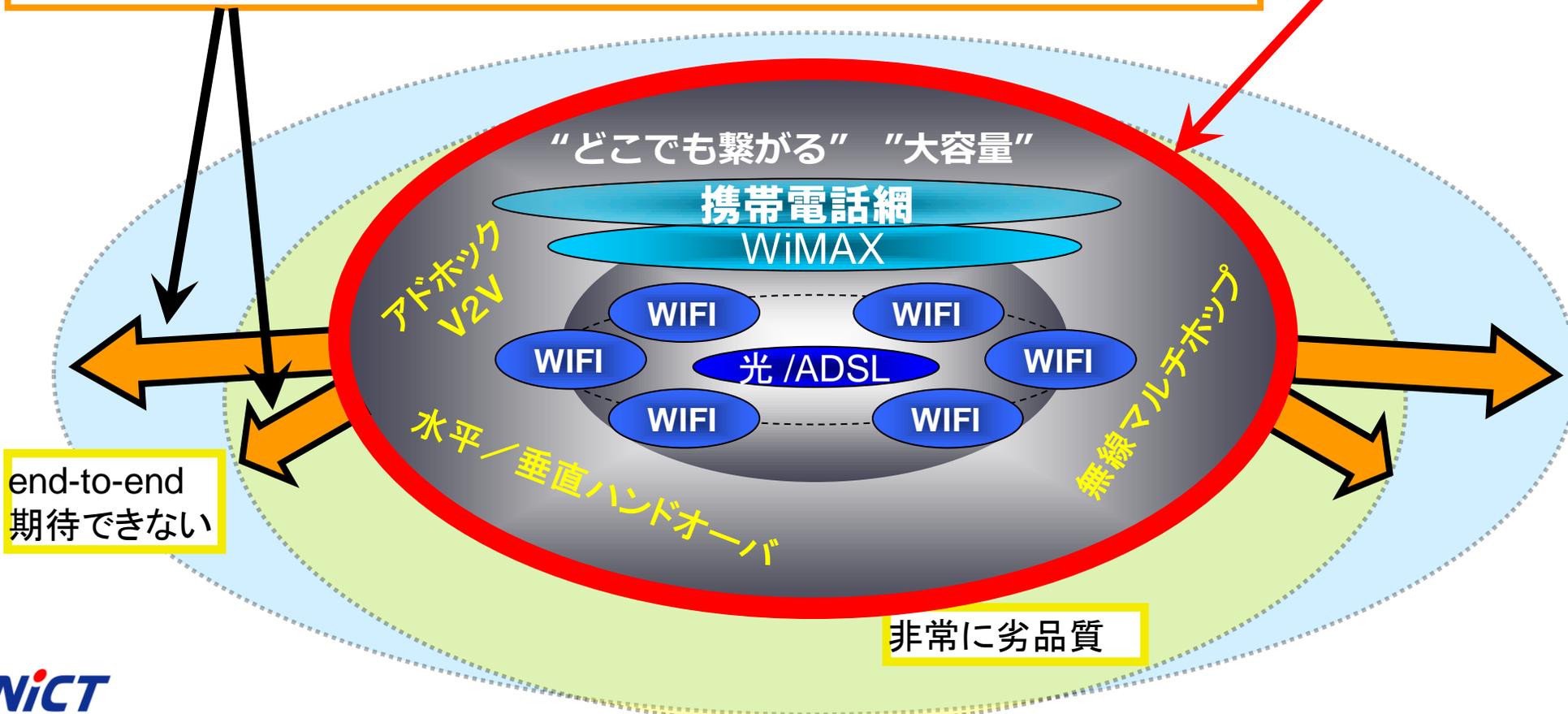
■ 外部発信

- IETF76 at 広島(2009.11)での講演
 - ・ DTN technology as enabler of cost-efficient networking with wired and wireless integration
- ACM CHANTS at Chicago (2010.9)でのパネル討論
 - ・ Application-Oriented Experiments Adopting DTN-Oriented Techniques
- 国際ジャーナルへの採録
 - ・ “Virtual Segment: Store-Carry-Forward Relay-Based Support for Wide-Area Non-Real-time Data Exchange,” Simulation Modelling Practice and Theory (SIMPAT) 19(1):30-46, Jan. 2011
- 通信ソサイエティマガジン(2011春予定)
 - ・ 「DTN技術の現状と展望」(サーベイ論文)「遅延と仲良くするネットワーク」(記事)

新世代NWとDTN技術

一般的なネットワーク(劣通信環境に限らない)への適用

一般的なネットワーク(劣通信環境)への適用による
アプリケーション適用領域の拡大



FIA (Future Internet Architecture)

Press Release 10-156: NSF Announces Future Internet Architecture Awards

http://www.nsf.gov/news/news_summ.jsp?cntn_id=117611&org=OLPA

■ Named Data Networking

- Principle Investigator: Lixia Zhang, UCLA
- The proposed Named Data Networking (NDN) architecture moves the communication paradigm from today's focus on "where", i.e., addresses, servers, and hosts, to "what", i.e., the content that users and applications care about.

■ MobilityFirst

- Principle Investigator: Dipankar Raychaudhuri, Rutgers University
- The architecture uses generalized delay-tolerant networking (GDTN) to provide robustness even in presence of link/network disconnections.

■ NEBULA

- Principle Investigator: Jonathan Smith, University of Pennsylvania
- The project focuses on developing new trustworthy data, control and core networking approaches to support the emerging cloud computing model of always-available network services.

■ eXpressive Internet Architecture

- Principle Investigator: Peter Steenkiste, Carnegie Mellon University
- XIA addresses these needs by exploring the technical challenges in creating a single network that offers inherent support for communication between current communicating principals—including hosts, content, and services—while accommodating unknown future entities. For each type of principal, XIA defines a narrow waist that dictates the application programming interface (API) for communication and the network communication mechanisms.

- 新世代NWの一部としての有線無線融合NWプラットフォーム技術に向けて
 - DTNコンセプトに基づく2つの基本技術を発展させる
 - 多種多様な有線網、無線網、さらに交通網による移動運搬をも組み合わせた「情報流通」プラットフォーム
 - 人対人，物対人，物対物の膨大で大域的な情報交換・共有を経済効率よく実現する
- テストベッド上での非同期型アプリの開発促進
 - JGNX＋無線テストベッド
 - STARBEDなどによる大規模シミュレーション・エミュレーションと融合したテストベッド環境