

平成22年5月31日現在

研究種目：基盤研究（C）
 研究期間：2007～2009
 課題番号：19500074
 研究課題名（和文）広域高度コラボ型モバイルネットワーク上での先端融合ウェアラブル情報機器実験
 研究課題名（英文）Advanced wearable IT device experiments on wide area collaboration mobile networks
 研究代表者
 蔡 東生 （Cai DongSheng）
 筑波大学・大学院システム情報工学研究科・准教授
 研究者番号：70202075

研究成果の概要（和文）：本研究では、インターネット衛星「きずな」（WINDS）の可搬型小型ウェアラブルアンテナ（直径45CM程度）を用い、モバイル・コラボ型多地点間ネットワークシステムを構築し、ウェアラブル情報機器のネットワークへの組み込み、およびその教育への実証実験を行った。アンテナで一旦うけたインターネット通信をWiFiに接続、各種機器、教育への利用を試みた。その結果、通信遅延などの問題を検討した。

研究成果の概要（英文）：In the present research, we used mobile small antenna for the internet satellite “KIZUNA(WINDS)” and build a mobile multipoint collaboration network. This network is tested for various wearable devices and discussed for the distant educational purposed. Some problems of timing delay are also discussed.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2008年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2009年度	1,100,000	330,000	1,430,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：e-ラーニング

科研費の分科・細目：情報学・メディア情報学・データベース

キーワード：インターネット高度化、衛星利用ネットワーク、宇宙インフラ、モバイルシステム、コラボ型ネット

1. 研究開始当初の背景
 政府IT戦略本部により制定された「e-Japan

重点計画」にある施策の1つ、「世界最高水準の高度情報通信ネットワークの形成」の課

題として、「2005年までに超高速インターネット衛星WINDSを打ち上げて実証実験を行い、2010年を目途に実用化する」とある。H19年度打ち上げ予定の超高速インターネット衛星(愛称)「きずな」(WINDS:Wideband InterNetworking engineering test and Demonstration Satellite)は、オンボードATM交換機を搭載した再生中継型衛星であり、多地点間をメッシュ型トポロジで接続したネットワーク上での高度な利用が期待されている。2001年から筑波大学・JAXA(宇宙航空研究開発機構)・KDDIは日本政府が開発を提唱しているATM交換機能を搭載する“超高速インターネット衛星WINDS”の開発とそれを利用した教育利用実験に着手しており、教育分野での利用、特にeラーニング分野での衛星の利用を促進するため、本研究においてはタイ・アジア工科大学、マレーシア・マルチメディア大学と試験的に商用衛星を用いたどこでも学べる広域高度ユビキタス教材配信のためのパイロット実験を行ってきた。衛星に搭載されたATM交換機能を利用することにより、これまでの地上ハードウェアによる制御方式に比べて、多地点間ネットワークをより効率的に稼働させる広域ユビキタスシステムを構築することが出来るが、その遠隔地教育への応用については、新たな取り組みを必要とする。本研究では、衛星「きずな」の高度な利用方法としてウェアラブル機器をつかった実地教育とその高度な利用のための実験を行った。**本研究は広域高度モバイルネットワーク環境下でウェアラブル情報機器を使い実地教育を行う上での諸問題点を明確にし、WINDS衛星で必要な高度教育コンテンツ配信システムとその教材開発・実用化・本格運用へつなげる研究である。**さらに、本研究では、メッシュ型広域衛星ネットワーク上でさまざまなタイプのIPベース広帯域

先端eラーニングアプリケーションを同時に伝送する場合に必要なダイナミックな帯域確保技術の研究開発を行い、世界最高水準のウェアラブル機器をつかった、遠隔地教育を目指す。

2. 研究の目的

本実験においては、WINDS 搭載 Asynchronous Transfer Mode(ATM:非同期転送モード)交換機能の利用を想定し、高度な多地点間マルチメディア遠隔教育システムがWINDSの後に実用化を目指して打ち上げられ得る予定の準天頂衛星で、利用可能となることを目指し、そのために、現在利用可能な衛星ネットワーク、および多地点間マルチメディア遠隔教育システムを用いて、このような衛星ネットワーク上でのウェアラブル機器を用いた遠隔実地教育アプリケーションや、他のIPトラフィックに与える影響等について技術評価し、準天頂衛星利用に向けた要求条件を明らかにすると共に、WINDS利用による本格的なアプリケーションの検討・開発を進めることを目的とする。

3. 研究の方法

本研究ではWINDS衛星搭載ATM交換機能の利用を想定し、地上ネットワーク経由に比較して、多地点間マルチメディア遠隔教材を、効率良く、複数同時に広域にどこでも開催できるシステムの構築と、その利用によるどこでも学ぶことのできるウェアラブル情報機器を使った広域高度ユビキタス実地教育実験とそのシステムの開発を行うための諸問題を明らかにしてきた。

本研究は、筑波大学・JAXA・KDDI共同で図1のように行った。

(1) 衛星搭載ATM交換機能を利用した、ウェアラブル情報機器を使った広域高度ユビキタス実地教育実験を多地点間で効率良く同

時開催できるシステムの構築：メッシュトポロジを衛星ネットワークで多地点間広域マルチメディア教材配信遠隔教育システムを開発・構築し、衛星搭載ATM交換機および地上ネットワーク(SuperSinet)からなる地上・衛星統合IP over ATMネットワーク上でその特性の評価をウェアラブル情報機器を使った広域高度ユビキタス実地教育実験を実践して行った。

(2) ウェアラブル情報機器を使った広域高度ユビキタス実地教育実験用eラーニング・プラットフォームと双方向マルチメディア教材の開発 遠隔地教育ではWeb上に共通のコースウェア、教育管理システム(Learning Management System : LMS)とよばれるコースツールと管理ソフト群が一元化されていることが望ましい。メッシュ型トポロジを持つ多地点間複数配信サイト間で効率よく双方向マルチメディア教材が配信できる衛星を使ったウェアラブル情報機器を使った広域高度ユビキタス実地教育システムを開発しその特性を評価した。メッシュ型配信のための帯域確保要素技術の検討を行った。

(3) ウェアラブル情報機器を使った広域高度eラーニング実験、人材育成、教材開発 eラーニングの本質はWeb技術、双方向マルチメディア技術、教育工学の融合であり、その融合には教育設計という新しい取り組みが必要である。我々が想定する、広域メッシュ型ネットワーク下の多地点間配信環境でのノウハウと教育設計技術は必ずしも確立していない。毎年1回のペースでタイ、マレーシアを通じ、上記(1)で開発したシステムを使って、アジア地域の各教育におけるウェアラブル情報機器を使った広域高度ユビキタス実地教育実験を行い、これらの教育設計技術の確立する上での問題点を検討した。衛星ネットワーク(メッシュ型トポロジ、多元

接続による帯域共有機能有り)、およびウェアラブル情報機器を使った広域高度ユビキタス実地教育実験システムを用いて、このような衛星ネットワーク上での高度遠隔教育アプリケーション開発や、WINDS利用による本格的な高度多地点間配信システムの開発と、そのシステム運用上の問題点、特に、システムを運用する上での人材トレーニング、組織体制作りの諸問題点、ウェアラブル情報機器を使った広域高度ユビキタス実地教育実践の問題点を明らかにした。

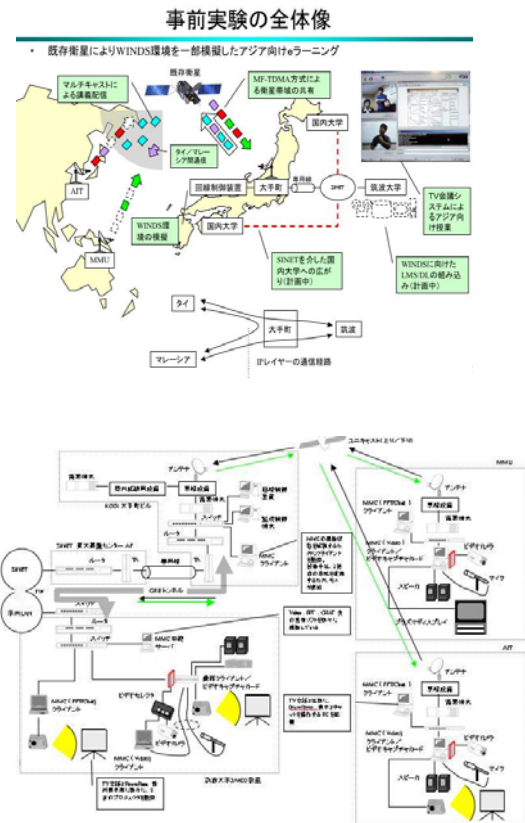


図1：WINDS コラボ型ネットワーク実験概念図

4. 研究成果

(1) 研究概要：

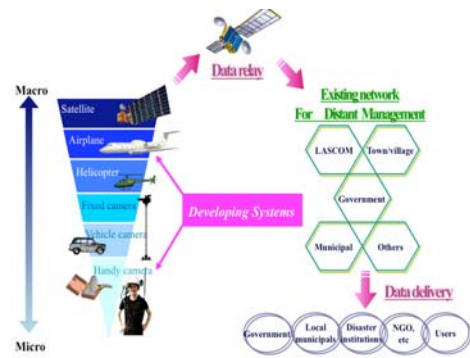
本実験における実施内容の概要は以下のとおりである。

研究協力組織は以下ようになる

国内：宇宙航空研究開発機構(JAXA)、KDDI、筑波大学

海外：マレーシア・マルチメディア大学、タイ・アジア工科大学等

① WINDSによる広域高度衛星ネットワーク・システムの構築 WINDSによって実現されるメッシュ型かつ帯域共有型の環境下でのeラーニング教材配信・プラットフォームに対する要求条件を検証するため、メッシュ型かつ帯域共有型のネットワーク・システムを図1のように構築した。



② ウェアラブル情報機器を使った広域高度ユビキタス実地教育システムの構築

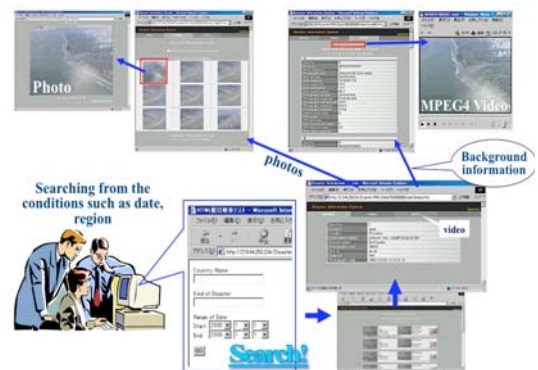
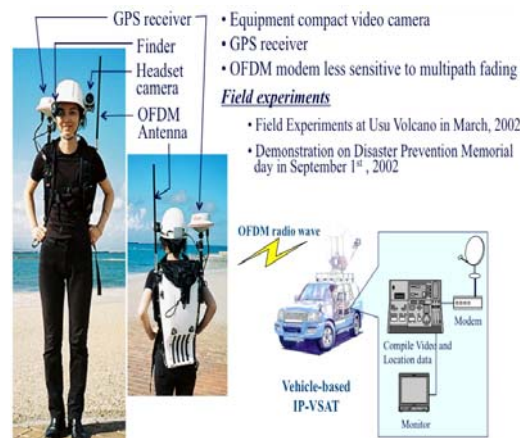
前項で構築した衛星ネットワーク・システム上でウェアラブル情報機器を使った広域高度ユビキタス実地教育実験を実施するため、構築した衛星ネットワーク・システムと、既存のスター型ネットワーク用の高度eラーニング・プラットフォームを組み合わせることにより、高度海外教育実験システムを構築する。高度実地教育プラットフォームとしては、多地点間マルチメディア会議システムGridベースの広域高度遠隔地教育システムを図2のように開発した。



図2 広域高度ユビキタスシステム (上), 実験コラボ衛星ネットワークを使った、多地点間配信システム (下左) と実際の配信授業 (下中央) 衛星コラボ型ネットワークに組み込んだLMSと教材 (下右)

③ ウェアラブル情報機器を使った広域高度ユビキタス実地教育実験の実施

構築した海外教育パイロット実験システムを用いて、アジア地域を対象に多地点間ウェアラブル情報機器を使った広域高度ユビキタス実地教育実験図2のように実施。図3のように実地実験で得られたデータ、獲得した実地情報を、教室のコンピュータ上で、必要に応じ検索。教師は、教室から学生に適切に実地指導を行う。これにより、遠隔教育の利用者の立場から、従来遠隔地であるために、実践的実地教育が難しかった実地指導を模擬した教育に対する要求条件の洗い出しを行った。



(2) 今回, WINDS を用い, 可搬型アンテナから, ローカル無線 LAN につなぎこみ, 各ウェアラブル情報機器に繋いで実験を行った. その結果, 可搬型アンテナから, 無線 LAN へのつなぎこみはうまくいき, 衛星ネットワークへもデータが転送できた. しかし, 問題は, 衛星ネットワーク自体は広帯域で, 通信速度も 155Mbps と問題はなかったが, 遅延時間が多くあり, バースト的信号に対しては, 応答が遅いという欠陥があった. これを解決するためには, ネットワークアクセラレータが必要であったが, WINDS 専用のものはなかった. 市販品を利用したが, 問題点の解決にはならなかった. 準天頂衛星に向けた課題として, こういった, ネットワーク機器の整備が待たれる.

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 5 件)

- ① D. Cai, W. Tao, X. Yan, B. Lembege, and K.-i. Nishikawa, Bifurcation and hysteresis of the magnetospheric structure with a varying southward IMF: Field topology and global three-dimensional full particle simulations, *Geophys. J. Geophys. Res.*, 査読有, vol. 114, no.A12, 2009, A12210.1-A12210.12
- ② D.Zhu ; S.Kinoshita, D.Cai ; J. B. Cole ., Investigation of structural colors in Morpho butterflies using the non standard-finite-difference time-domain method: Effects of alternately stacked shelves and ridge density, *Physical review, E, Statistical, nonlinear, and soft matter physics*, 査読有, vol. 80, no.5, 2009, pp051924.1- 051924.12
- ③ A.Kimura, Y.Wada, S. Goto, D.Tsuzuki, D.Cai, T.Oka, and I.Dan., Implicit gender-based food stereotypes : semantic priming experiments on young Japanese, *Appetite (Print) A*, 査読有, vol. 52, no.2,2009, pp421-524
- ④ D.Cai, B.Lembege, and K.-I. Nishi

kawa, Lorenz-like Bifurcation in Magne -total, *Proc. ISSS-9 (Solicited and Invited)*, *Proc. ISSS-Invited*, 2009, 査読有, pp102-106

[学会発表] (計 7 件)

- ① D. Cai, B. Lembege, and K.-I. Nishikawa, Impact of Cusp Boundary Formation and Particle Entries during IMF rotation from Northward to Southward in Large-scale global 3D Full, *American Geophysical Union, Fall Meeting 2009*, (abstract #SM51A-1322), 18 December, 2009, Moscone Convention Center, San Francisco, California, USA
- ② D. Cai, B. Lembege, and K.-I. Nishikawa, Three dimensional Grobal electro magnetic full particle simulation of magnetosphere, *The 2nd International Space Weather Conference*, 19 October, 2009, Nanjing , China
- ③ D. Cai, B. Lembege, and K.-I. Nishikawa, Three dimensional bifurcation of magnetsospheric magnetic field in 3D global PIC simulation, *ICNSO-09 (21st International Conference on Numerical Simulation of Plasmas)*, 6 October, 2009, Lisbon, Portuguese
- ④ D. Cai, B.Lembege, G.Lakhina, L. Lyu, Multiscale processes at outer natural frontiers of terrestrial and planetary magnetospheres, *AOGS - 6thAnnual Meeting and Geosciences World Community Exhibition*, 13 August, 2009, Suntec Singapore International Convention & Exhibition Center
- ⑤ D. Cai, B. Lembege, and K.-I. Nishikawa, Field Topology Visualization for Space Plasmas, *ISSS-9 (Solicited and Invited)*, 7 July, 2009, Saint-Quentin-en-Yvelines, France
- ⑥ 望月茂徳、蔡東生、王雲、浅井信吉、福本麻子, 造形の禅問答:龍安寺庭園設計者の謎かけ一見えない石を見せる設計者の隠された作為, 第 25 回 秋季 NICO GRAPH 論文コンテスト 記念大会, 2009 年 10 月 24 日東京工科大学(最優秀論文賞)
- ⑦ D. Cai, S. Mochizuki, Y. Wang, N. Asai, and A. Fukumoto, Visual Zen Art: Aesthetic Cognitive Dissonance in Japanese Dry Stone Garden Measured in Visual PageRank, *SIGGRAPH 2009*, 6 August, 2009, New Orleans, Louisiana, USA

6. 研究組織

(1) 研究代表者

蔡 東生 (Cai DongSheng)
筑波大学・大学院システム情報工学研究
科・准教授
研究者番号：70202075

(2) 研究分担者

北脇 信彦 (Kitawaki Nobuhiko)
筑波大学・大学院システム情報工学研究
科・教授
研究者番号：20292534