



報告

防災・減災分野における宇宙教育研究所の役割

Role of the IfES for the Disaster Prevention and Mitigation.

秋山 演亮¹, 山口 耕司¹

¹和歌山大学宇宙教育研究所

電子機器とプログラム技術の向上により、省電力かつ安価に地上センサネットワークの構築が可能となりつつある。多くの企業がICT / IoT産業に参画しているが、最も重要となる個々のセンサをインターネット網にどのように繋ぐのかに関してはWiFiや3G / 4G回線を用いる物が多い。しかし防災や減災のために必要となる山間地でのデータ集等に当たっては、これらの回線が使えないことが多く、宇宙利用が強く求められている。本研究所は外部機関とも協力し、実用システムの検証を実施している。

キーワード: 防災, 減災, 宇宙利用, ICT, IoT

1. IoT機器を巡る技術状況

2015年3月、「みんなのラズパイコンテスト」(日経Linux・日経ソフトウェア主催)は特別賞として、「超小型衛星『ほどよし』に載せて宇宙空間から地球を撮影」を選定した。これは内閣府最先端研究開発プログラムとして採択され、当研究所も参画していた「日本発の『ほどよし信頼性工学』を導入を導入した超小型衛星による新しい宇宙開発・利用パラダイムの構築」(通称ほどよしプロジェクト)が実施したほどよし4号機の活動に対して与えられた賞である。

Raspberry Piはラズベリーパイ財団によって開発されたシングルボードコンピュータであり、2015年2月18日時点で500万台¹⁾の売り上げを上げている。今回、



図1 ほどよし4号機に搭載されたRaspberry Pi

ほどよし4号機に搭載・運用されることにより(図1)、10cm角以下のサイズで重量も50g以下と小型、かつ1枚\$50以下という安価な製品にもかかわらず、宇宙空間において民生カメラにより様々な写真を撮影・転送できる能力が証明され、近年の電子デバイス技術、およびソフトウェア技術の飛躍的な向上が証明された形となった。

もっともこのような特殊事例を取り上げるまでもなく、我々の生活の中にもこれら技術開発の成果は深く浸透している。たとえば我が国におけるスマートフォンの保有率は50%を超えており²⁾、我々は日々小型高性能な電子機器・ソフトウェアの恩恵に浴している。一方でRaspberry Piのような基礎的なパーツが世界的にはどんどんと安価になっているにもかかわらず、我が国ではIoTの重要な構成要素となる地上センサネットワーク等は非常に高価である。一例を挙げると、風向風速を計測し、クラウド上でデータを共有・配信できるようなシステムを国内製品でそろえると、イニシャルコストだけで数百万円、ランニングコストも数万円程度と高止まりしている。一方でネット通販等でも輸入が可能な米国の製品は、これら全てを含めて、わずか\$99のイニシャルコストのみで実現している。

防災や減災、あるいは農業等への利用も含めて、世界はICT・IoT化が爆発的に広がろうとしている。世

界各国が安価なシステムを共有することで多くのユーザを囲い込み、集められた膨大なデータを保険や貿易等にまで利用するビジネスモデルを構築しようとしているのに対し、我が国が従来のような高価なハードウェアやシステムを売りつけるビジネスモデルから脱却できないとすれば、巨大な市場が見込まれるICT、IoT分野において、我が国企業が大きなシェアを得ることは望むべくもない。

また現在、IoT分野の技術開発は、おもに地上インフラのみを使った通信システムに依存している。しかし海外諸国では十分な地上インフラが存在せずWiFiや3G/4Gといった携帯通信も不可能な箇所が多く、むしろそういった場所でIoTの実現が求められている。そのため、ほぼ全ての地表面で利用可能な宇宙インフラを使ったシステム構築も重要である。

このような観点に基づき、インシャルコスト・ランニングコストを抑えながら、地域レベルで実現できるICT / IoT産業の育成と実利用促進を進め、宇宙インフラのユーザとしての立場から実証実験を繰り返し実用性の高いシステムとして完成させる、last 1 mileを埋める活動を実施することが、地方大学の存在意義であると我々は考えている。

2. 和歌山大における現在の取り組み

2.1 システム開発

これらIoTを宇宙インフラも利用して実現するための仕組みとして、宇宙教育研究所は東京大学やNESTRA（次世代宇宙システム技術研究組合）が進めるStore & Forwardシステムの現地実証試験に取り組



図2 小型電子基準点

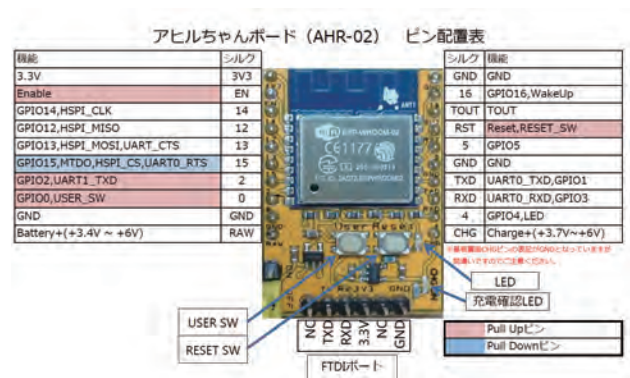


図3 改良された「あひるさんボード」

んできた³⁾。昨年度に引き続き近畿地方整備局・(株)エイト・NESTRA等と協力し計測実験を実施すると共に、今年度は新たにセンサ位置を詳細に決定するための小型電子基準点を設置する等、システムの改良を続けながら継続した試験を実施している(図2)。

現在、センサの位置は個別に入力を行っている。測位衛星だけでは位置情報に数mの誤差が出るが、これに加えて電子基準点を用いることにより、cmオーダでのセンサ位置計測が可能となる。現在計測を行っている現場は大規模土砂災害が発生した箇所であり、現在も地滑り等の危険性が指摘されている。そこでこのような測位システムを導入することにより、センサにより雨量や水位を計測するだけではなく、地表面の動きも詳細に観測出来るようになるため、新たな地滑りの予兆等を発見することが期待できる。

また地上センサ部分に関してもNESTRAにて改良が加えられた(図3, 表1)。本端末のMCU(ESP8266EX)はオンボードPCとして広く使われているArudinoに準拠してプログラミングが可能で有り、入手も容易である。IoTモジュールとして今後、広く使われていくと考えられている汎用型のMCUである。現時点での製造単価は1枚数千円の単位であるが、量産化によって1/10~1/100程度のコスト低減が期待できる。またプログラミングに関しても、現在はコマンド端末や専用ソフトによる書き込みが必要であるが、今後はGUI環境によりより簡単に設定が可能となるように開発を進めている。これにより、本システムが目指す「安価」「誰でも作れる」「誰でも使える」を実現し、現場での実証実験により最適化を進めることにより、last 1 mile問題の解決を目指している。

本システムでは現在、通信に関してはWiFiおよび商業サービス衛星(オープコム)を利用している。前

述のMCUのように、WiFi利用の場合は単価が数千円まで低下してきているが、携帯電波を利用する場合は、モジュールやSIM価格はまだ1~3万円台とコストが高い。人口密集地においては3G/4G等の携帯電波を用いるよりも、地域一帯をWiFi化した方がコスト的には安いと考えている。一方、衛星に関しては現在はオープンコムを利用しているが、衛星と通信を行う事を前提にした場合には専用の通信免許を取得することが求められており、ハードルが高い。一方で地球低軌道周回衛星により、地上センサから漏れ出る電波を受信する場合にはこのような免許は不用である。そこで2016年末には東京大学中須賀研究室により、特定小電力通信機の受信実験が予定されており、今後はこれらの成果と併せて、本システムにも改良を加える予定である。



図4 十津川村栗平地区の災害現場

のため通信手段に乏しく、従来は静止衛星を利用した通信網を利用していた。しかし36,000kmと極めて高高度をを周回する静止衛星との通信は電力消費も大きく、極めて大きな発動機を現地に運び込み、毎日多くの重油を供給するの必要があり、運用上の足かせとなっていた。そこで太陽電池による発電で長期間の運用が可能である本システムを導入し、計測実験を継続して行っている。2015年度はほぼ一年間にわたり現地での計測を行っているが、連続したデータの取得に成功している。今年度末には前述の小型電子基準点の動作試験も実施予定で有り、来年度には継続的な運用を目指したいと考えている。

また現在、平野部を流れる河川に関しても、集中豪雨等による急な冠水に対応すべく、簡易水位計を多くの場所に設置する計画が進められている。これら実用システムの整備には図5に示すようなシステム開発・運用体制が求められる。

本研究所では元々、キャリアに相当するNESTRA

表1「あひるさんボード」仕様

| | |
|-------------------------------------|---------------------------------|
| 主な仕様(ESP8266EX(SoC, 32bit MCU) | |
| 電源電圧 | 3.0~3.6V |
| 消費電力 | 平均80mA |
| 対応WiFi | 802.11b/g/n(2.4GHZ) |
| サイズ | 18mm × 20mm × 3mm |
| 端子ピッチ | 1.5mm |
| WiFiモード | station/ softAP/ softAP+station |
| セキュリティ | WPA / WPA2 |
| 暗号化 | WEP / TKIP / AES |
| I/F仕様 | |
| SPI,UART,I2C,I2S,IrDA,PWM,GPIO,SDIO | |
| 10bit ADコンバータ | |
| Liイオン電池充電回路 | |
| 3.3V電源レギュレータ | |

2.2 利用体制の整備

前項でも述べたように、本研究所も参加し、奈良県十津川村での防災実験を国交省・NESTRAと共に実施している。本現場は山間部に位置する被災地で有り、国内最大規模の土砂崩れ(約1km四方)が発生した箇所である。河川に溜まった土砂により、最高時には70mもの深さとなる自然ダムが形成され、決壊による被害が警戒されてきた。国交省は自然ダムの水位を低下させると同時に、周辺の環境を監視し、災害の再発防止に努めてきた。そのためには自然ダムの水位計測や周辺雨量の観測が必要不可欠であるが、山間部

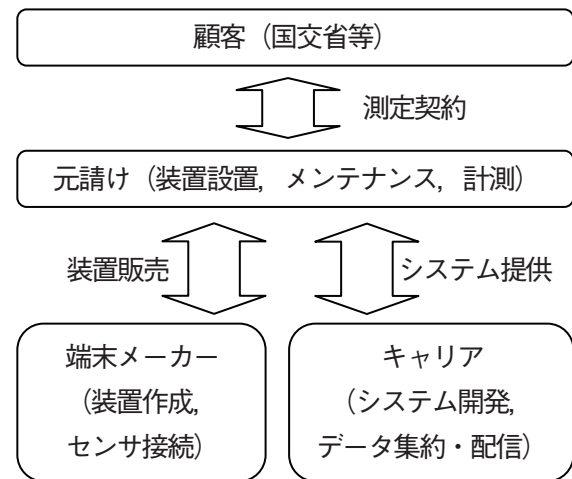


図5 地上センサ運用体制

と協力してシステム開発・実証試験を実施してきた。今後は実利用を推進するにあたり、各地に元請け・端末メーカーとなる協力者を募り、実用化を推進していく予定である。

農業分野においては、これまで協力団体であるNESTRAが、神奈川県農業試験場等と連携し、様々な実証試験を行ってきた。また和歌山大学においても2016年度より食農総合研究所が設立され、農業ICTの推進を実施する事となっており、本研究所でも協力を予定している。農業分野においては災害等の場合と異なり、まだ顧客層が確立しておらず、明確なニーズが出そろっていない。そこで今後、食農総合研究所・システム工学部と協力し、図6のような体制で実証試験・実用化を進めたい。

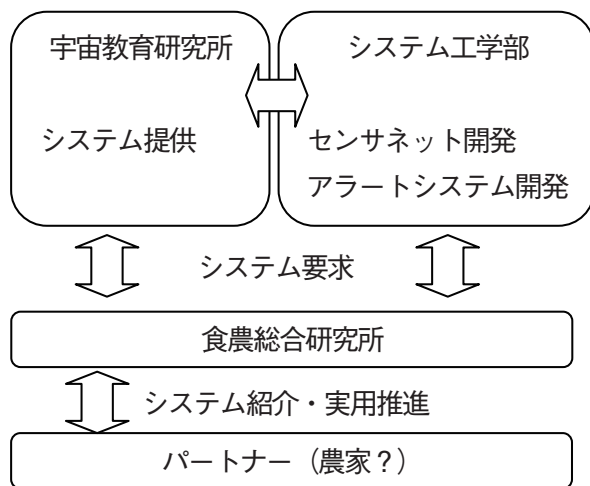


図6 農業ICT開発体制

3. おわりに

IoTによるICT化は今後、様々な分野でますます利用が進むと考えられる。従来のように少数の情報源（センサ）から得られたデータを一個一個人間が検証するのではなく、M2Mにより機械的に・自動的に多くのデータが集められ、膨大なデータの中でエラーとしてイレギュラーな値・センサが弾かれる時代が到来しようとしている。このような時代にあって、従来の高価な機器販売・システム販売型のビジネスモデルは崩壊し、安価でそれぞれの現場に適合したカスタマイズが容易に出来るシステム、およびそれらをメンテナンスする地域毎の小企業によるビジネスモデルが今後、発展すると考えられる。地方大学は中央で作られたシステムを翻訳・展開し、地元の企業と共にこれらを各地

域で普及するための大きな役割を担っている。

また宇宙開発の分野においても、衛星やロケット等が主要なマーケットである時代は終わりつつある。むしろこれらをシステムに取り入れた、汎用的なインフラとしての時代が到来しつつある。衛星やロケットの重要性が低下する訳では無いが、これらよりもさらに大きな利用・サービスマーケットにおいて、地方大学はその実力を発揮する余地がある。

宇宙教育研究所にとっても、人材育成の側面は従来通りの活動が求められているが、利用推進に当たっては今後、これまで整備したインフラを利用して、地域に根付いた活動が求められている。来年度以降には学内における組織変えも予定されているが、既に防災分野・農業分野において、本報告のような活動を実施しているが、今後もさらにこの分野での活動に重点を置いていきたい。

謝辞

本分野の開発・実用化に当たりまして、東京大学中須賀研を中心とする超小型衛星「ほどよし」チームには大変御世話になりました。心よりお礼を申し上げます。また順天趙システムの整備や宇宙関連の産業化・海外展開に当たっては、内閣府宇宙戦略室には大変御世話になっております。どうもありがとうございます。

参考文献

- 1) <https://www.raspberrypi.org/blog/five-million-sold/>
- 2) 総務省「ICTの進化がもたらす社会へのインパクトに関する調査研究」（平成26年）
http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/linkdata/h26_08_houkoku.pdf
- 3) 和歌山大学宇宙教育研究所紀要2014「防災現場におけるS&Fの現場実証」