



## ボディエリアネットワークの標準と実装の状況



広島市立大学 大学院情報科学研究科 教授 **田中 宏和** (たなか ひろかず)

### 1. はじめに

世界における医療・ヘルスケアIoT市場は、今後益々拡大することが予想されている。主要な要因として、世界的な高齢者人口の増加、生活習慣病予防をはじめとする日常的な健康管理の需要が伸びていること、そしてそのような健康ソリューションを可能とするICT技術を活用した医療・ヘルスケアシステムの研究開発が活発になっていることが挙げられる。こうした医療・ヘルスケアIoTシステムの発展を支える技術の1つとして、体の表面近くに配置されたウェアラブルセンサを柔軟に接続するためのボディエリアネットワーク (BAN) がある (図1)。

BANの国際標準規格は、代表的なものとしてIEEE 802.15.6やIEEE 802.15.4j、Smart BAN等がある。

IEEE 802.15.4jはPersonal Area Network (PAN)の規格であるIEEE802.15.4のAmendmentとして、物理層 (PHY) とメディアアクセス制御層 (MAC) プロトコルを規格化している。米国でFCCが2012年に規定したMedical Body Area Network (MBAN) 帯での適用を念頭においた規格である。また、IEEE 802.15.6もIEEE802.15.4同様、PHYとMACプロトコルを規格化した標準で、2012年に標準化された初めての本格的なBAN規格である。SmartBANは欧州電気通信標準化機構 (ETSI) が標準化を行っている最も新しいBAN規格である。IEEE802.15.4jやIEEE802.15.6がPHYとMACプロトコルのみの規格だったのに対して、SmartBAN

はPHY、MACプロトコルをはじめ、サービス・アプリケーションのためのインタフェースやデータ表現フォーマット、電波伝搬モデル等、上位層から下位層までの垂直型規格であることが特徴の1つである。

本稿では、現在も標準化活動を行っているSmartBANについて、その特徴と標準化動向及び実装について紹介する。

### 2. SmartBANの概要

SmartBANはIoTのシームレスなデータ集約技術として、身体周りの適材適所に装着された各種センサから同期を取りながらデータ収集ができるだけでなく、以下の4つの技術的要求を定義し、その技術的要求に対応した標準規格である。

具体的な特徴を下記に示す。

#### (1) 低消費電力化

生体センサのより小型化、長時間駆動を実現するには、生体センサに搭載されるセンサノードの更なる低消費電力化の工夫が必要となり、低消費電力Media Access Control (MAC) 技術、低消費電力物理層 (PHY) 技術が求められる。SmartBANでは、従来のMACプロトコルよりも簡素化したMACを規定し、更にハブとノードの負荷のバランスをハブにできるだけ集中させる仕様にする事で、センサノー



■ 図1. BANの概念



ド側の低消費電力化を実現できるMAC仕様となっている。

## (2) BANの共存性

BANの特徴の1つに、BANで接続されたウェアラブルセンサを装着したユーザが移動することにより、同じ周波数を使用するBAN同士が接近することで、干渉が起きる可能性がある。これは初期セットアップ時に空きチャンネルを確認してBANを確立しても、ユーザが移動することにより、同じチャンネルで確立した他のユーザが接近することにより発生する。従って、周辺のBANの状況、BANの接近等を把握し、必要に応じてチャンネルの変更手続きを取ることができる仕組みを実現している。

## (3) タイムリーな接続性

複数のセンサが体の周りに装着されている場合、これらのセンサを起動させる際には同時に素早く初期接続処理を行う必要がある。このような短時間の接続性はBANにとって重要技術課題の1つである。また、医療・ヘルスケアの応用においては、緊急信号の発信が重要な機能の1つとなる。できるだけ速やか、かつ確実に緊急信号が送信できる必要がある。

## (4) 最適QoS制御

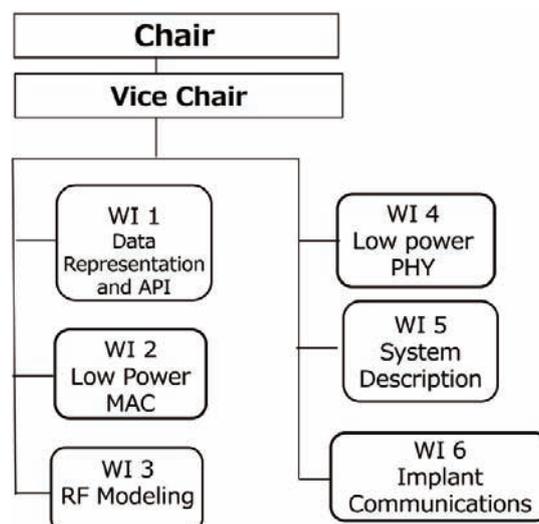
生体センサで取得されるデータは、信頼性や遅延等、それぞれのデータの種類によって異なるQoSを有しており、それぞれのQoSに合わせたデータの伝送を実現する手段が

必要である。(3)に記載の緊急信号の発信を実現できるのも最適QoS制御の仕組みがあることが前提となる。

## 3. SmartBANの標準化動向

ETSI Technical Committee (TC) SmartBANは2013年3月に次世代BAN規格を標準化するため、欧州の企業、大学等と連携し、新しく設立された組織で、図2に示すとおり6つのWork Item (WI: 課題) を審議している。2015年4月に無線の基本技術となるPHY及びMACの規格書が発行されたのをはじめ、2018年1月にはSmartBANシステム全体を取りまとめるSystem Descriptionの技術報告が発行された。現在9つの技術規格・技術報告の開発が進められている。主要課題の1つとして、MACの技術的な拡張を目指して、MAC規格の構成の変更が協議されている。今後予想される様々な拡張機能を取り入れやすくするため、MACの基本構成をコア技術仕様として現在のMAC規格に残し、それ以外の拡張機能をOptionalのEnhanced Supplementとして独立の仕様規格にする構成が検討されている。Enhanced Supplementの例として、例えばマルチホップ機能の拡張などが提案されている。

2018年にはIoTへの更なる領域連携を目指して、ETSI TC SmartBANはIEC Syc.AAL (Systems Committee Active Assisted Living)、IEC TC124 (Wearable Device and Technologies) とカテゴリAリエゾンを締結した。さらに、これからのIoT分野への更なる展開を目指して、IEC TC100 (Audio, video and multimedia systems and



■ 図2. ETSI TC SmartBAN組織図



■表. ETSI TC SmartBAN発行規格書

規格番号	題名	発行日
TS103 326 ver.1.1.1	Smart Body Area Network (SmartBAN); Enhanced Ultra-Low Power Physical Layer	2015年4月
TS103 325 ver.1.1.1	Smart Body Area Network (SmartBAN); Low Complexity Medium Access Control (MAC) for SmartBAN	2015年4月
TS103 378 ver.1.1.1	Smart Body Area Network (SmartBAN); Unified Data Representation Formats, Semantic and Open Data Model	2015年12月
TR103 395 ver.1.1.1	Smart Body Area Network (SmartBAN); Measurements and Modelling of SmartBAN Radio Frequency (RF) Environment	2016年12月
TR103 394 ver.1.1.1	Smart Body Area Network (SmartBAN); System Description	2018年1月
TS103 327 ver.1.1.1	Smart Body Area Network (SmartBAN); Service and Application Standardized Enablers and Interfaces, APIs and Infrastructure for Interoperability Management	2019年4月

equipment) と2020年11月にカテゴリリエゾンが締結された。今後は、更に各種国際標準機関との連携により活動を進展させる予定である。現在TC SmartBANで発行済みの規格書を表に示す。

## 4. BANの応用と実装

BANは、ハブとノードが同じタイムスタンプを共有して動作するので、BANを使ってデータ収集すると、ハブでは各ノードから送られてくるデータの受信時刻も同時に取得することができる仕組みになっている。BANでデータを収集することで、分散して配置されたセンサからのデータを同期を取りながら取得できるという特徴を生かした応用の1つとして、脈波伝搬時間 (Pulse Wave Transit Time : PWTT) を利用した血圧の変動推定がある。PWTTは、例えば、胸部に装着した心電位計と腕に装着した脈波計から推定することができる。運動後に1分ごとの血圧の変位とそのときのPWTTの変位を示しており、これらの変位に優位な相関が見られることが報告されている<sup>[1]-[3]</sup>。連続的なPWTTの変動を測定し表示できるSmartBAN実験キットも開発されている<sup>[4]</sup>。

## 5. おわりに

本稿では、SmartBAN技術の概要と、その標準化動向について紹介した。BANを用いることでセンサ単体のデータを活用するだけでなく、各種取得データを組み合わせた更なるアプリケーションや、クラウドに集約された大量のデータの解析によって得られる新たな付加価値をサービスの向上に役立てることが可能となる。今後、より多くのアプリケーション、新しいアルゴリズムの開発が期待される。

### 参考文献

- [1] 佐保里美・小森達也・畠山泰貴・田中宏和・塩出宣雄, 'ウェアラブルバイタルセンサを用いた血圧変動推定の評価,' 信学技法MICT2017-49, Vol.117, No.49, pp.43-48, Jan. 2018.
- [2] Hirokazu Tanaka, Yasutaka Hatakeyama, Tatsuya Komori, Satomi Saho and Nobuo Shiode, 'Evaluation of PWTT Based Blood Pressure Fluctuation using Body Area Network,' Proc. on The 40th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC'18), FrPos-30.44, #2836, Jul. 2018.
- [3] <https://xtech.nikkei.com/dm/atcl/news/16/072511332/>
- [4] <https://www.toshiba-dme.co.jp/dme/product/smartban.htm>