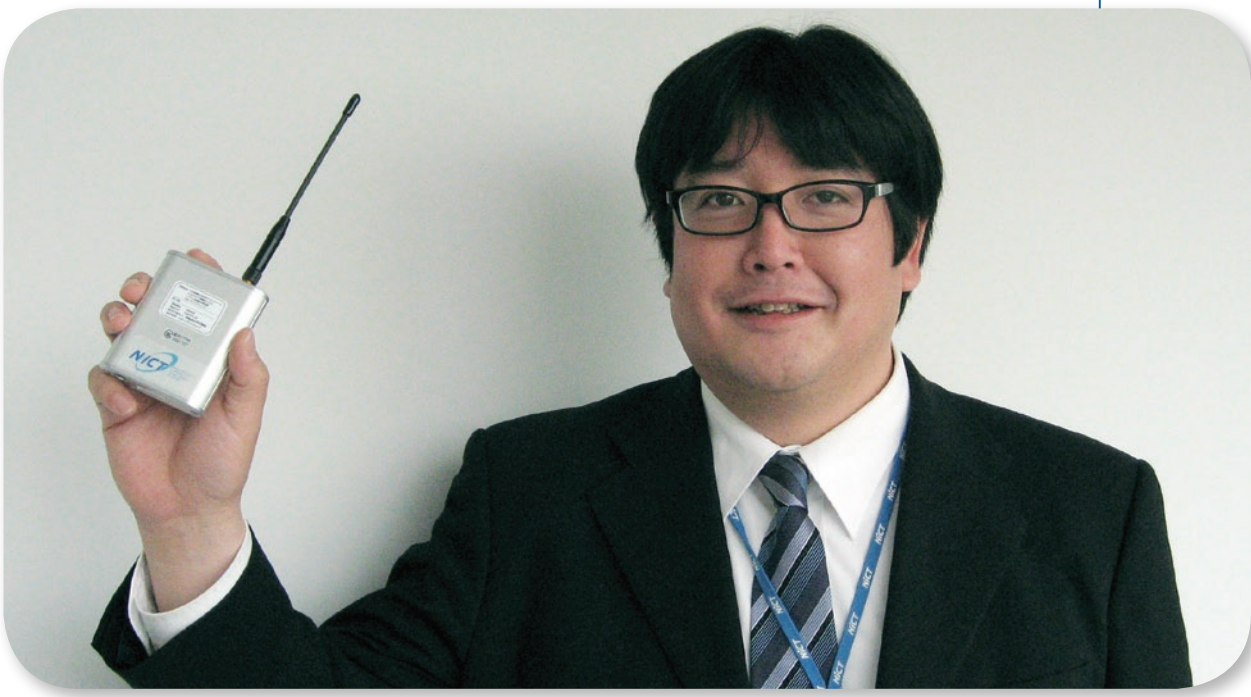
新しい無線システムを生み出すワイヤレスグリッド技術

ー省電力型SUNの研究開発と標準化ー

児島 史秀 (こじま ふみひで)
ワイヤレスネットワーク研究所
スマートワイヤレス研究室 主任研究員

1999 年大阪大学大学院博士後期課程修了。同年郵政省通信総合研究所（現 NICT）入所。以来、384kbps 高速 PHS、低レート動画像リアルタイム伝送、ROF マルチサービス路車間通信、VHF 帯自営用移動通信の研究開発に従事した。現在、SUN における PHY/MAC 技術に関する研究開発、および標準化推進活動に従事。博士（工学）。休日には、現勤務地でもある横須賀の散策を嗜むも、坂のあまりの多さに戸惑う。

「将来の効率的エネルギー運用のカギを握るスマートメータのための高度無線通信方式の研究開発に成功し、国際標準規格として承認されることで世界的に認められています。」



検討の背景と技術課題

電気・ガス・水道メータの検針データ収集を無線通信を用いて自動的に行うスマートユーティリティネットワーク（SUN: Smart Utility Networks）が、業務合理化とサービス向上をもたらす新たな無線システムとして注目を集めています。本システムは次世代電力網スマートグリッドにおけるスマートメータ用無線ネットワークとしても有望です。

図 1 に SUN の利用イメージを示します。図 1(a) では、各家庭のメータに取り付けられた SUN 無線機の検針データが、無線通信によって SUN のサービスエリア内で集約され、そこから必要に応じて WAN（Wide Area Networks）等の広域無線システムによって伝達されます。わが国での SUN のサービスエリアは、図のように集合住宅の一棟や、一戸建住宅地の一区画に相当し、1km 程度の規模になると考えられます。

SUN に求められる主要技術課題は以下のとおりです。

●マルチホップ通信技術

図 1(a) に示されるように、SUN のサービスエリア内で無線機間の伝搬距離による電波減衰や、建造物の遮蔽等による電波減衰の影響で、十分なサービスエリアが確保できない場合があります。この場合、無線機同士がバケツリレーのように通信を中継する形態が有効です。メータの新規設置や撤去等の状況変化に応じて、中継経路は自律分散的に設定されることが望まれます。

●省電力動作技術

電池駆動の場合（例えばガスメータ）に電池交換のコストを下げるため、無線機の省電力動作が望まれます。具体的な数値目標として、電池交換なしの 10 年間の動作を想定しています。

図 1(b) は別の利用イメージとして、放射線量監視の例を示しています。本利用イメージにおいても、SUN のマルチホップ通信技術は、多地点にわたる監視を、また、省電力動作技術は年規模での長期的な監視を効果的に実現することができます。

私たちはマルチホップ通信機能を有する省電力型 SUN 実現のための高度 PHY/MAC 技術に関する研究開発を行っています。

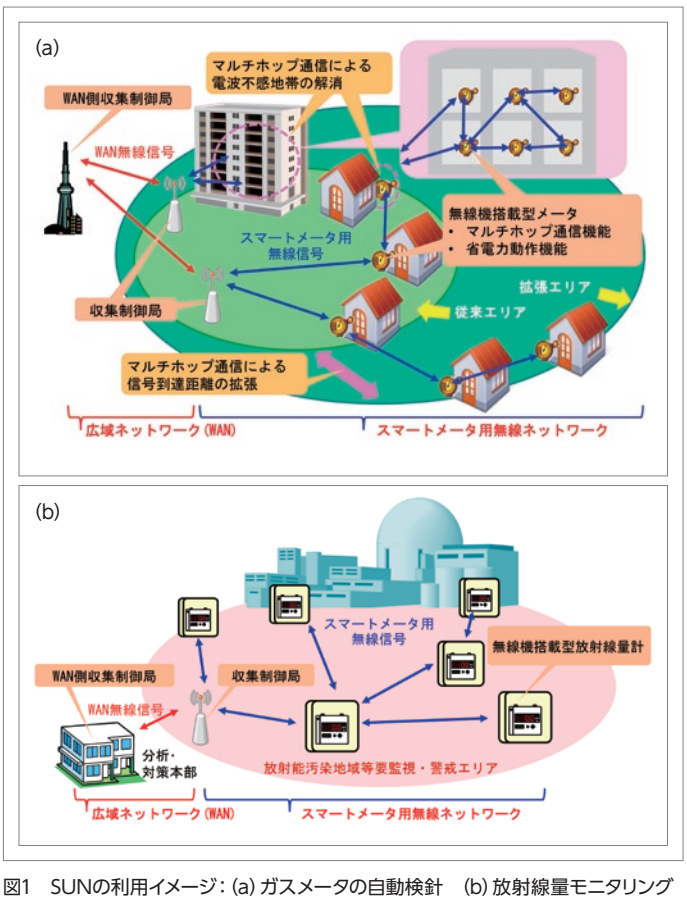


図1　SUNの利用イメージ：(a) ガスメータの自動検針　(b) 放射線量モニタリング

小電力型 SUN のための PHY/MAC 技術

● PHY 技術

SUN の運用周波数として、わが国で有望と考えられているのは、スマートメータ無線用に新たに割り当てられた 920MHz 帯です。データ伝送速度としては、100kbps 程度が前述の検針データ収集の用途には最も適当と考えられています。また、SUN のサービスエリア内に配置されるメータの個数は最大で 10,000 台にも達することから、低コストの無線機実装が必須となり、シングルキャリア変調のひとつである FSK 方式の適用が検討されています。

● MAC 技術

図 2に、検討するスーパフレーム構成を示します。スーパフレームは、定期的に送信される同期用信号のビーコンの間隔内で設置される時間単位です。本検討では、消費電力の低減を目的としてビーコンは休止可能としています。同時に、アクティブ期間であるスーパフレーム長の割合を、図のようにスリープ期間に対して小さくし、データフレームの送受信はスリープ期間にも継続して行われるようにすることで、さらに消費電力を低減しています。各無線機は以上のような同期を用いながら、図のようにツリー

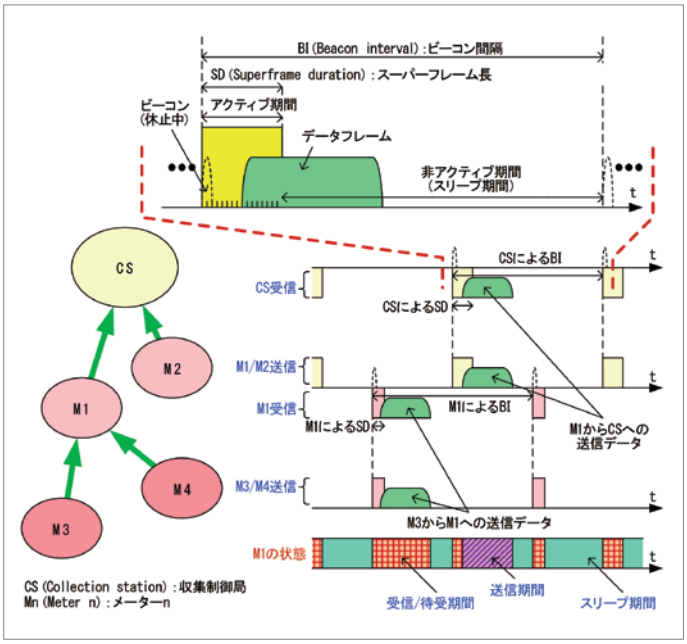


図2　省電力マルチホップ通信の概要

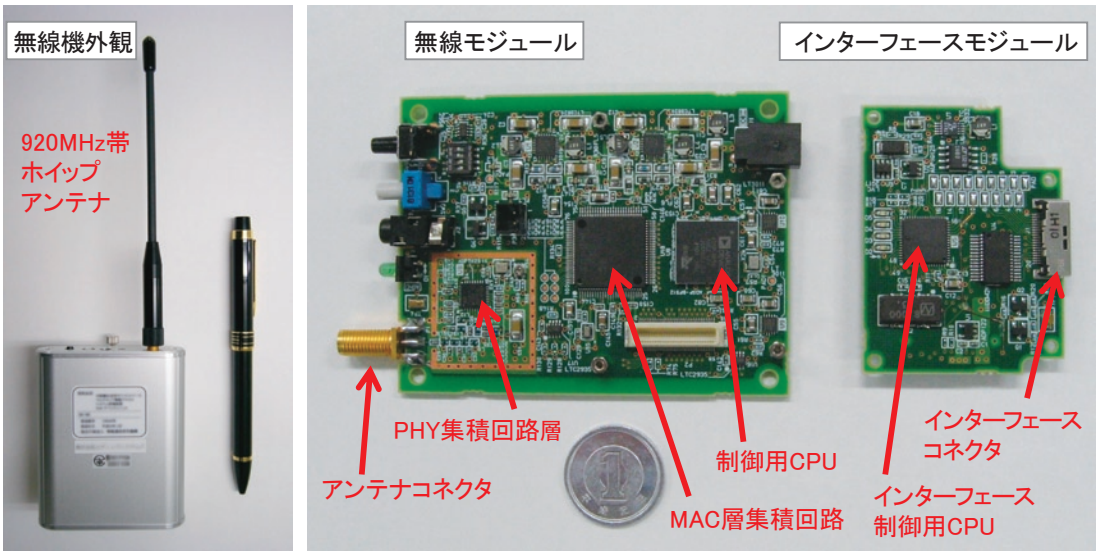


図3　開発されたSUN無線機

状構造を自動的に構成し、マルチホップ通信によって、検針データを収集制御局へと中継していきます。

SUN 無線機の開発と実証

前述の仕様に基づき開発した SUN 無線機を図 3 に示します。周波数帯は 920MHz 帯で、送信電力は 20mW です。図 4 は、SUN の動作例を示します。図 4(a) は SUN 無線機をガスメータ実機に接続することで収集された各検針値の表示画面です。また図 4(b) は同様に放射線量計の計測値を定期的にインターネット上のサーバにアップロードし、遠隔地からの確認を可能とした動作画面を示しています。

SUN 普及の歩みと今後の展開

IEEE 802 委員会では、SUN の PHY 仕様、MAC 仕様について、それぞれ IEEE 802.15.4g、IEEE 802.15.4e というタスクグループで標準化が行われ、ともに 2012 年 3 月に標準規格が策定されました。前述の検討内容は、NICT による提案として両規格に採用されています。NICT におけるワイヤレスグリッド研究開発の主要テーマである SUN システムは、上記標準化の終了や、規格認証団体 Wi-SUN の設立を足がかりとし、着実に普及のシナリオを歩み始めています。

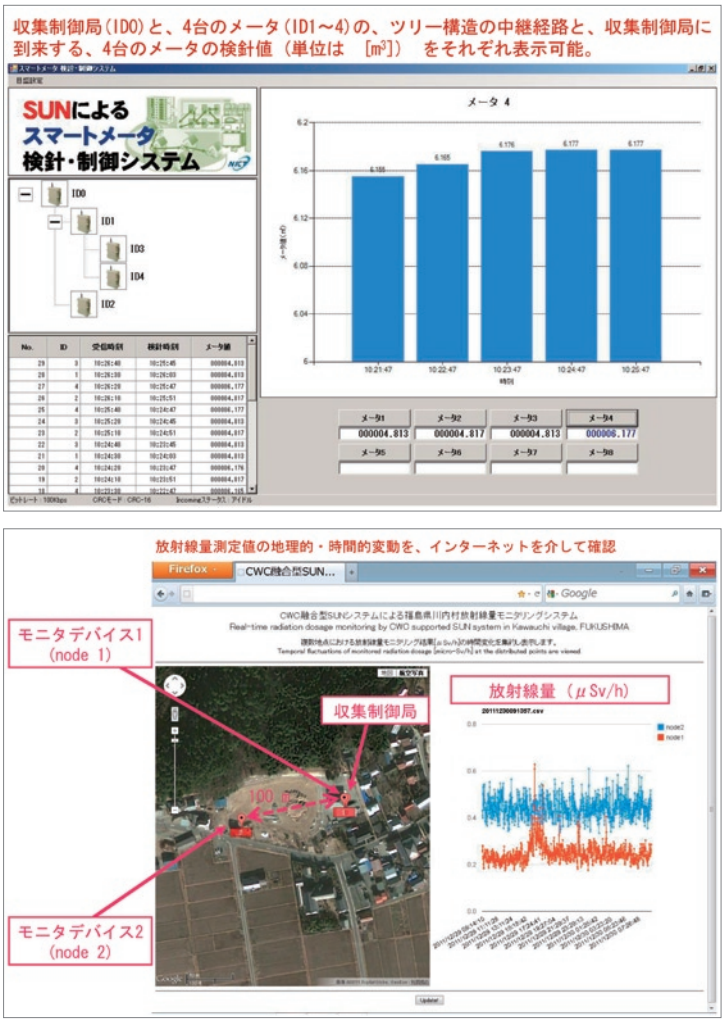


図4　SUNの動作画面　上：(a) ガスメータの自動検針　下：(b) 放射線量モニタリング