

ソフトウェア無線技術のその発展と取り組み

長田 公隆 関 悟史 南 賢二 岡 誠 石井 康雄 菅田 昌利

要 旨

ソフトウェア無線 (SDR: Software Defined Radio) とは、ソフトウェアを変更することで、複数の通信方式を切り替えることができる無線機を指します。具体的には、内蔵された DSP (Digital Signal Processor) や FPGA (Field Programmable Gate Array) の処理や回路を CPU で切り替えることで、複数の変復調方式を実現します。

本稿では、日本と米国とのソフトウェア無線の相互通信を目的とした日米合同研究と、その成果を採用した陸上自衛隊向けの広帯域多目的無線機の試作から量産、更にソフトウェア無線の特性を生かしたプログラム改修事業について説明します。

KeyWords



ソフトウェア無線／SDR (Software Defined Radio)／

SCA (Software Communications Architecture)／広帯域多目的無線機

1. はじめに

ソフトウェア無線は、軍用無線機の用途として注目されていました。軍用の通信機には何種類か変調方式を有する無線機があり、運用時には複数の無線機を携行する必要がありました。

ソフトウェア無線技術を採用することで、運用時に携行する無線機の数削減できるため、装備化が求められていました。

2. ソフトウェアの標準化

当時の米国国防省統合プログラム執行事務局、JPEO JTRS (Joint Program Executive Office Joint Tactical Radio System)、現在は JTNC (Joint Tactical Networking Center) により、ソフトウェアの再利用性や可搬性を目的としたソフトウェアアーキテクチャが定義されました。それが、SCA (Software Communications Architecture) です。SCAは、ソフトウェア無線機を実現させるための仕組み (OS、CORBA Middleware、Core Framework、Application) を規定しています (図1)。

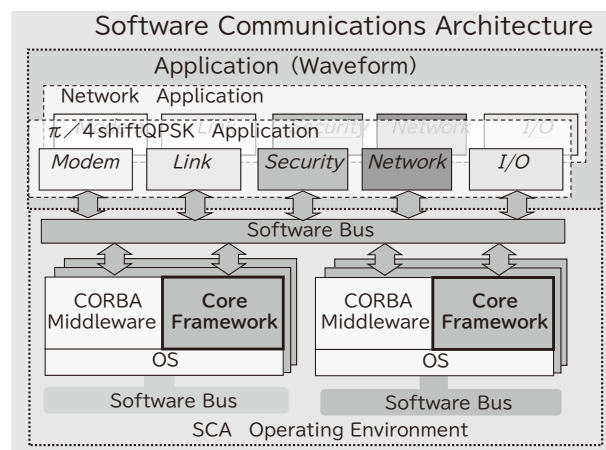


図1 Software Communications Architectureの概要

OSについては、相互移植性を考慮するため、関数の詳細な動作まで規定されています。CORBA Middlewareについては、Software Busを実現してApplication及びCore Frameworkに対して共通のインタフェースを提供します。Core Frameworkについては、ハードウェアの差異を吸収して、すべてのApplicationに対して同一のハードウェア資源を提供します。

OS、CORBA Middleware、Core FrameworkをOperating Environmentと呼び、ApplicationをWaveformと呼んでいます。ハードウェアの違いをOperating Environmentですべて吸収することで、一度開発したApplicationは、ハードウェアが異なっても動作する仕組みを構築しました。

3. 日米共同研究

米国内において、各軍（陸軍、海軍、空軍、海兵隊）の相互通信性の向上は必要不可欠でした。しかし、無線機の種類が25～30種類と多く、複数無線機の保有によるコスト問題、新規通信ネットワーク機能の必要性により、既存無線機（ハード無線機）とは異なるアーキテクチャの無線機の開発を必要としていました。そのため、ハードウェアを共通化し、ソフトウェアで通信方式が変更可能なソフトウェア無線機の開発に着手しました。その際、米国は同盟国に対して開発の参加を求めました。日本は、防衛庁技術研究本部第2研究所（当時）を窓口とし、米国との間でMOU（基本合意書）に基づく情報交換という形で、日米共同研究を行いました。米国の契約企業は、Raytheon Company（現在は、BAE Systems

に事業移管）、日本はNECが契約企業となり、NEC－Raytheon Company間でTAA（技術援助契約）に基づく情報交換を実施することで、開発を進めました。

ソフトウェア無線機の特徴は次のとおりです。

- ・ソフトウェア標準化
- ・ソフトウェアダウンロードによる多様の変調方式に対応
- ・日米及び関係省庁との相互通信性の向上

NECはソフトウェアの標準化に向けて、日米共同研究プロジェクトを立ち上げました（図2）。日米相互にハードウェア及びソフトウェアを開発し、お互いのハードウェアにそれぞれのソフトウェアを移植して日米で相互通信ができることを最終目標としました。まず、SCA準拠性試験の合格を目指しました。SCA準拠性試験は、自動試験（米国製準拠性確認ツールによる自動試験）、マニュアル試験（ソースコードを直接確認する試験）、ドキュメント試験（OS、CORBAのマニュアルを参照して確認する試験）になります。合計で約1,000項目にわたる試験項目を実施しました。NECは、2005年度に動作環境及びWaveformでSCA準拠性試験に合格しました。続いて2006年度に、日米それぞれのWaveformをそれぞれのハードウェアにインストールして、相互通信を行うことを確認しました。

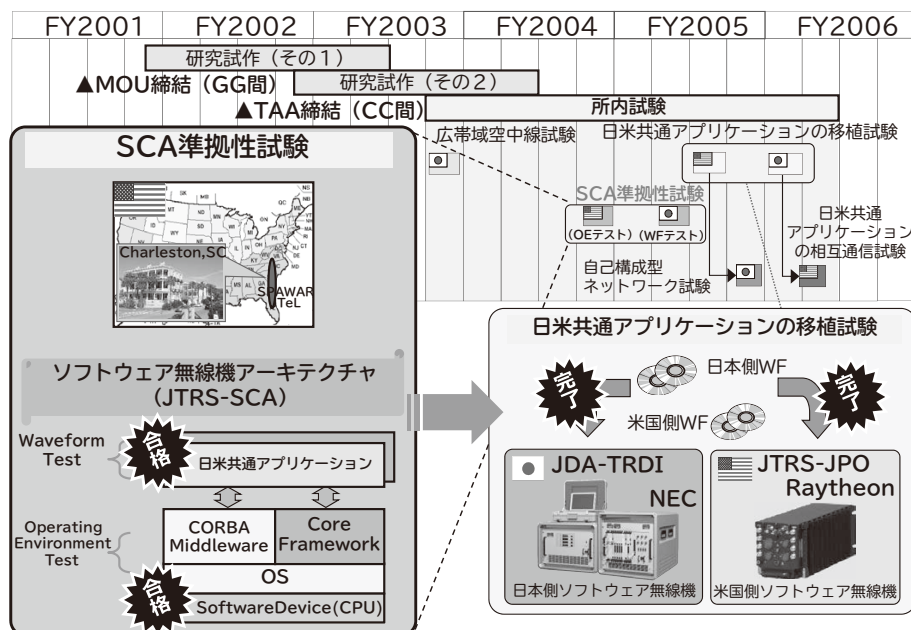


図2 日米共同研究プロジェクト

4. 広帯域多目的無線機の装備化

広帯域多目的無線機では、防衛省が試作事業を一般公募で募集しました。要求条件としてSCA準拠が求められており、一般公募の結果、日米共同研究にてSCA準拠試験を合格したNECが本試作事業を受注することができました。

装備化に向けて、2009年に試作（その1）、2010年に試作（その2）、2011年に試作（その3）を納入し、防衛省主体の技術試験/実用試験を経て、2013年に量産化することができました（図3）。

広帯域多目的無線機には、車両搭載型の車両用、機上搭載型の機上用、マンパック型の携帯用Ⅰ型、ハンドヘルド型の携帯用Ⅱ型がシリーズ化されています（図4）。

ソフトウェア無線機の特徴であるソフトウェアを入れ替えることで、多目的に利用できる無線機を1台で実現することが可能となり、従来無線機の後継機として装備化する

	FY2007	FY2008	FY2009	FY2010	FY2011	FY2012	FY2013	FY2014	FY2015
新野外通信システム (試作その1)		設計/製造		技術試験	実用試験				
新野外通信システム (試作その2)		設計/製造		技術試験	実用試験				
新野外通信システム (試作その3)			設計/製造	技術試験	実用試験				
新野外通信システム (広帯域多目的無線機)						FY2011契約			
							FY2012契約		

図3 装備化に向けた工程

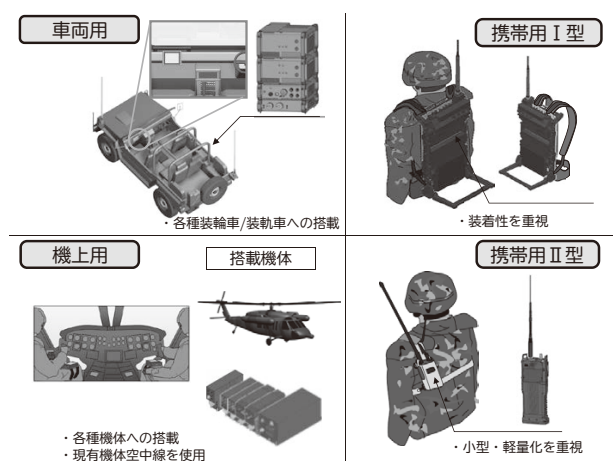


図4 広帯域多目的無線機の種類

ことができました（図5）。

従来無線機と比べ、広帯域多目的無線機は小型化・低コスト化することができ、設置スペースを有効活用することができます。

現在、広帯域多目的無線機には従来無線機の相互通信を目的としたWaveform以外に、新規に開発したWaveformが複数あります。それぞれ、音声通信及びデータ通信の同時使用が可能となっています。また、アドホックネットワークの機能が搭載され、複数台でのIP通信を行うことが可能となり、音声だけでなく、メールや映像伝送も行うことができます。アドホックネットワークとは、多数の端末同士を基地局の介在なしに直接接続ができ、自律分散的にルータと同様の役割を担いながら、数珠つなぎのように通信を行うことができる技術です（図6）。

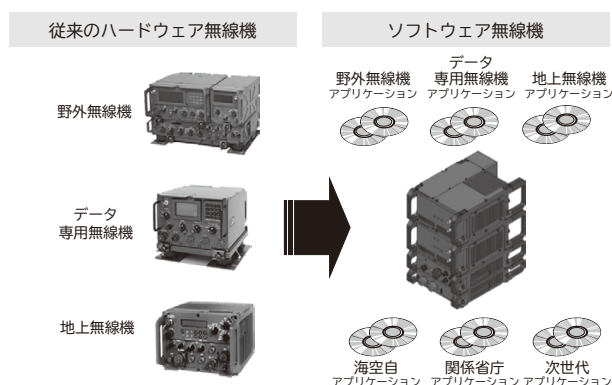


図5 ソフトウェア無線機化

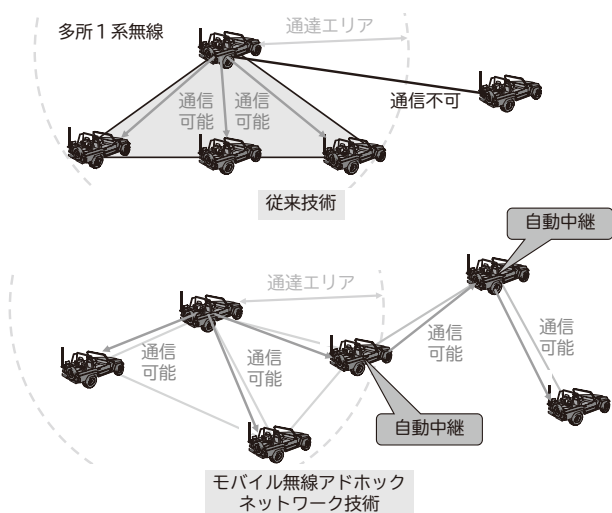


図6 アドホックネットワーク

更に陸上自衛隊独自の通信網だけではなく、民間の通信網を利用したデータ通信も可能となりました。

また、ソフトウェアの変更により、容易に機能を向上させることができます。

5. 量産化後の取り組み

広帯域多目的無線機はソフトウェア無線の特性を生かして、量産化後に計3回のプログラム改修事業を実施しました。

2016年に、1回目の広帯域多目的無線機のプログラム改修を実施しました。改修内容は、主に車両・携帯無線機への操作性改善やユーザー操作による機能追加になります。2017年に、2回目のプログラム改修を行いました。改修内容は、主に機上無線機への操作性改善やユーザーインターフェースの変更になります。そして、ほぼ同時期に、3回目のプログラム改修を実施しました(図7)。陸上自衛隊の指揮統制機器は、これまで有線接続のみでしたが、改修を実施した広帯域多目的無線機を使用することにより、

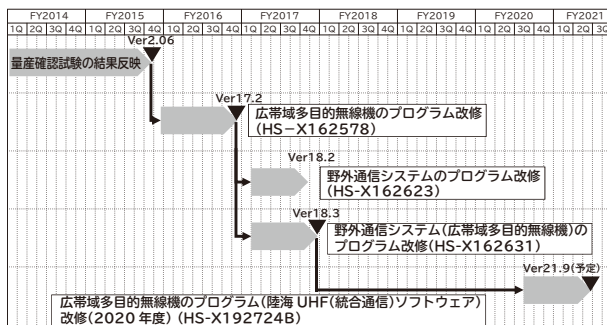


図7 量産化後のプログラム改修事業工程

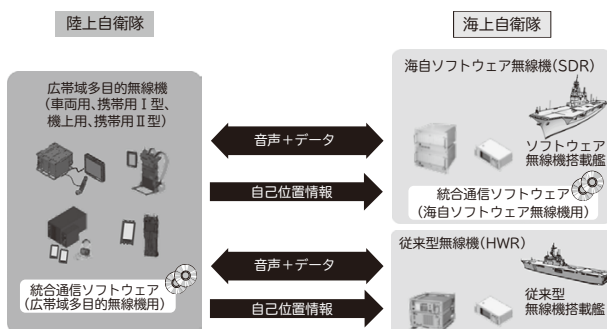


図8 4回目のプログラム改修事業内容

り、セキュリティを維持した状態での無線通信が可能となり、部隊の迅速な行動に寄与しています。

現在、4回目のプログラム改修事業を契約中です。改修内容は、陸上自衛隊と海上自衛隊の相互通信を可能にするWaveformを適用中です(図8)。

6. むすび

今後も、ソフトウェア無線の特性である柔軟性・拡張性を生かした各種プログラム改修事業により、無線機の性能を上げることが継続されると予想できます。例としては、各省庁間との相互通信や他国との相互通信機能などが想定されます。NECは、このようにソフトウェア無線機の性能を発展させ、安全で安心な社会インフラに貢献します。

執筆者プロフィール

長田 公隆

ナショナルセキュリティ・ソリューション事業部
マネージャー

関 悟史

ナショナルセキュリティ・ソリューション事業部
主任

南 賢二

ナショナルセキュリティ・ソリューション事業部
主任

岡 誠

ナショナルセキュリティ・ソリューション事業部
主任

石井 康雄

日本電気航空宇宙システム株式会社
防衛航空システム事業部
マネージャー

菅田 昌利

日本電気航空宇宙システム株式会社
防衛航空システム事業部
主任

関連URL

Joint Tactical Networking Center

<https://www.jtnc.mil/>

NEC 技報のご案内

NEC 技報の論文をご覧くださいありがとうございます。
ご興味がありましたら、関連する他の論文もご一読ください。

NEC 技報WEBサイトはこちら

NEC 技報 (日本語)

NEC Technical Journal (英語)

Vol.74 No.1 安全・安心・公平・効率を提供する社会インフラ特集

安全・安心・公平・効率を提供する社会インフラ特集によせて
社会インフラを通じて、すべての人が豊かさ享受できる社会の実現を目指す NEC の取り組みについて

◇ 特集論文

社会システムの DX を実現する技術 ～ 政府・行政サービスの DX

デジタル・ガバメントを推進する、これからのクラウド活用
自治体 DX に向けた取り組み
音声の可視化による学びの改革 協働学習支援ソリューション

社会システムの DX を実現する技術 ～ 放送システムの DX

映像流通 DX が目指す新たな社会インフラ「映像プラットフォームサービス」
未来の放送業界の DX を支える映像符号化技術

社会システムの DX を実現する技術 ～ 空港の DX

空港の税関検査場の混雑緩和とスムーズな手続を実現する税関検査場電子申告ゲート
顔認証を活用した新しい搭乗手続き「Face Express」(成田国際空港「One ID」)
GPS を利用した航空機進入着陸システム (GBAS) の開発
次世代に向けた航空交通管理への取り組み

社会システムを支えるセンシング技術 ～ 見えないところで活躍するセンシング技術

気候変動観測衛星 (しきさい) を支えた光学センサ技術と成果
宇宙から見守るまちの安全・安心 ～ 衛星搭載合成開口レーダ活用サービス～
ミュオグラフィを活用した内部構造の観測
海中の音波をあやつる可変深度ソーナー
マスト中段配置型艦船用 TACAN (電波灯台) アンテナの開発
画像解析を活用して鉄道の沿線検査業務を支援する「列車巡視支援システム」

社会システムを支えるセンシング技術 ～ 検知と認識のセンシング技術

電波識別技術の現状と将来
ディープラーニング技術を用いた指紋照合技術の現状と将来
顔の三次元情報の計測と顔画像照合への応用
インビジブルセンシング技術によるウォークスルーセキュリティ検査

未来の社会を支える最先端技術 ～ 社会に浸透してゆく先端技術

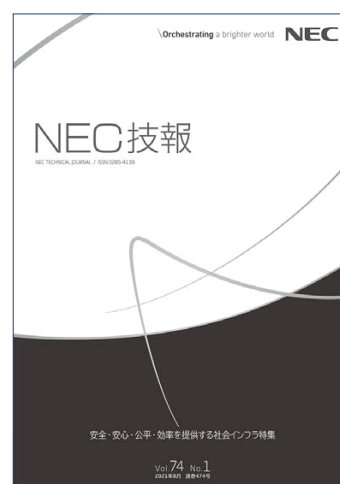
ソフトウェア無線技術のその発展と取り組み
人工衛星運用における自動化・省力化技術
光が導く次世代の暗号技術「量子暗号」
重作業の省人化・無人化を実現するロボティクス技術
海中の無人機に効率良く大電力を伝送できるワイヤレス給電アンテナの開発

未来の社会を支える最先端技術 ～ 宇宙で活躍する先端技術

はやぶさ2 イオンエンジンと今後の展望
はやぶさ2 リュウグウへの高精度タッチダウンを実現した自律航法誘導制御
はやぶさ2 の快挙をセンシング技術で支えた「衛星搭載ライダー」
はやぶさ2 システム設計と運用結果
高速・大容量のデータ通信を実現する光衛星間通信技術
美笹深宇宙探査用地上局向け 30kW 級 X 帯固体電力増幅装置の開発
世界最高性能の薄膜太陽電池パドルの開発

◇ NEC Information

2020 年度 C&C 賞表彰式典開催



Vol.74 No.1
(2021年8月)

特集TOP