

# ～平成 29 年度 研究発表会における質問事項・コメント等～

## 1. WAM受信局配置設計に向けた検出率予測モデル

○長縄 純一、宮崎 裕己、田島 裕久（監視通信領域）

### 【ご質問】

- ① 信号が検出できなくなる原因が良く分かりませんでした。従って検出位置が変化するような確率モデルが妥当なのかが不明でした。
- ② ここでの受信は、Mode-A/C、S についてのことでしょうか。もし、正しいなら Mode-A/C、S は、request に応答するので、信号干渉がないように思えました。
- ③ 検出率とは、いわゆる BER のことでしょうか。正しいなら基本的に ert 関数になるので、(AWGN を仮定するので) 実際と理論が基本的には合うことになると思いました。

### 【回答】

- ① 航空監視で用いられるモード S 信号において、信号検出ができなくなる大きな理由の 1 つに信号干渉が知られております。モード S 信号のダウンリンクには 1090MHz 帯を使用しますが、チャンネルは分割されておらず、この帯域をすべての航空機と様々なシステムが共有します。この帯域を使用するシステムには二次監視レーダ (SSR)、航空機衝突防止装置 (ACAS)、マルチラレーション、放送型自動従属監視 (ADS-B) などがあります。相当な数の信号が送信されているうえ、リソース管理の仕組みなども存在しておりません。したがって、信号の衝突が頻繁に起こり、信号が検出できなくなることが多くあります。WAM においては、最低 4 局の受信局で同時に信号を受信できなければ測位が成立しないため、信号干渉により信号が受信できなくなると、検出率や精度といった性能に非常に大きな影響を及ぼします。このような影響を考慮できる検出率モデルや測位精度モデルを構築することは、システム設計において非常に有益です。
- ② SSR においては、アンテナのビーム幅が絞られているほか、自らが送信した質問信号と応答信号の相関を取ることができますので、ご指摘の通り信号干渉の影響は限定的です。しかしながら、WAM では水平面無指向性のアンテナあるいは広いビーム幅のセクタ型アンテナを用いるのが一般的なため、多くの航空機からの信号を同時に受信しなければなりません。また、WAM は SSR のように質問信号を送信することができますが、電波環境を考慮して、受動的にも動作します。つまり、SSR への応答など他のシステムの信号を受信して測位に活用します。この場合、質問信号を送信しませんので、質問信号と相関を取って所望の機体だけを狙うといったことができません。以上のように、SSR とは状況が異なるので、WAM は信号干渉の影響を強く受けます。実際に、当所の評価において、干渉信号数の異なる日中と夜間で WAM 性能に大きな違いが出ることを確認しております。
- ③ ここでの検出率は 1 つのモード S 信号の内容を正しく得ることのできる確率です。モード S 信号は 56 ビットまたは 112 ビットですので、ご指摘の通り BER という考え方や誤差関数を使って検出率を表現することを試みることは可能です。しかしながら、現実にはエラー訂正の効果や信号干渉の効果がありますので、簡単な形にはなりませんし、現実と一致させるのは困難です。例えば、既存の研究では、検出率 = 受信電力の効果 × 信号干渉の効果 とたびたび表現されてきました。ここで、「受信電力の効果」を BER で記述した例はあり

ますが、それでもなお「信号干渉の効果」を考えねばなりません。なお、信号干渉の効果の記述方法としては、ポアソン到着が良く知られています。このように理論的な式を導出することはできますが、現実の性能と良く一致させるには、測定によるパラメータチューニングがどうしても必要になります。