

# 監視システム技術性能要件の研究開発状況

## 航空交通管理領域 ※大津山 卓哉

CHAPTER 1 PERFORMANCE-BASED SURVEILLANCE (PBS) CONCEPT  
CHAPTER 2 INTRODUCTION TO RSUR SPECIFICATIONS  
CHAPTER 3 RSUR SPECIFICATIONS  
CHAPTER 4 APPLYING A RSUR SPECIFICATION  
CHAPTER 5 IMPLEMENTING A SURVEILLANCE SYSTEM BASED ON A RSUR SPECIFICATION

APPENDIX A - SECONDARY SURVEILLANCE RADAR (SSR) REFERENCE  
APPENDIX B - ASSESSMENT OF ADS-B SURVEILLANCE  
APPENDIX C - ASSESSMENT OF WAM SURVEILLANCE  
APPENDIX D - OPERATIONAL SCENARIOS USED TO VERIFY RSUR SPECIFICATIONS  
APPENDIX E - NON-COOPERATIVE SYSTEM CONSIDERATIONS  
APPENDIX F - RELATIONSHIP BETWEEN RSUR SPECIFICATIONS AND ADS-B APPLICATION SPR REQUIREMENTS  
APPENDIX G - VERIFICATION OF ACTUAL RSUR

図1:RSURマニュアルの目次

| DATA                                       | RSUR specification 5NM-SEP_ER_TIER-B |            |            |             |     |       |  |  |
|--------------------------------------------|--------------------------------------|------------|------------|-------------|-----|-------|--|--|
|                                            | Coherece                             | Integrity  | Time       | Reliability |     |       |  |  |
| Update Interval                            | Update Interval                      | Core Error | Tail error | Integrity   | Age | Delay |  |  |
| 2D Horizontal Position (HP)                |                                      |            |            |             |     |       |  |  |
| Pressure Altitude (PA)                     |                                      |            |            |             |     |       |  |  |
| Mode A code Identity (ID)                  |                                      |            |            |             |     |       |  |  |
| Flight Status (emergency status, SPI = FS) |                                      |            |            |             |     |       |  |  |
| Time of applicability                      |                                      |            |            |             |     |       |  |  |
| Horizontal Velocity                        |                                      |            |            |             |     |       |  |  |
| Vertical rate                              |                                      |            |            |             |     |       |  |  |
| Flight status ground/airborne              |                                      |            |            |             |     |       |  |  |
| Aircraft Identification                    |                                      |            |            |             |     |       |  |  |
| ACAS capability                            |                                      |            |            |             |     |       |  |  |
| ADS-B version number                       |                                      |            |            |             |     |       |  |  |
| Service                                    |                                      |            |            |             |     |       |  |  |

図2:エンルート5NM TIER-Bにおける性能要件

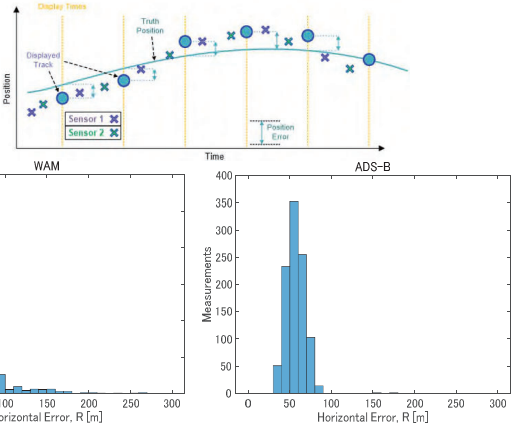


図4:測位誤差の考え方と実際の誤差分布例

|                                                                        | 5NM-TIER-A | 5NM-TIER-B  | 5NM-TIER-C | 5NM-TIER-A | 5NM-TIER-B  | 5NM-TIER-C |
|------------------------------------------------------------------------|------------|-------------|------------|------------|-------------|------------|
| Radar azimuth error (std deviation)                                    | 0.0633     | 0.0633      | 0.0633     | 0.0633     | 0.0633      | 0.0633     |
| Radar range for 95% error (R95)                                        | 57         | 61          | 150        | 128        | 231         | 213        |
|                                                                        | RAD SSAM   |             |            | RAD SSAM   |             |            |
|                                                                        | input      | calculation | result     | input      | calculation | result     |
| HP error 95% requirement in m without latency                          | 810        | 810         | 1350       | 810        | 440         | 530        |
| $\sigma_{HP}$ - Sigma measurement 1D (2.45 as Rayleigh)                | 125.7      | 330.6       | 551.0      | 69.8       | 179.6       | 296.7      |
| $HP_{latency}$ - 95% latency sigma 1D * sqrt(2)                        | 177.8      | 467.6       | 779.3      | 98.7       | 254.6       | 419.6      |
| max latency mean                                                       | 0.3        | 0.7         | 1.5        | 0.3        | 0.7         | 1.5        |
| max latency max 95%                                                    | 0.6        | 1.5         | 3.0        | 0.6        | 1.5         | 3.0        |
| $\sigma_{HP}$ - latency                                                | 0.15       | 0.41        | 0.81       | 0.15       | 0.41        | 0.81       |
| Speed (aircraft speed in kts)                                          | 600        | 0.81030689  | 0.81030689 | 600        | 0.81030689  | 0.81030689 |
| $\sigma_{HP}$ error in m due to latency                                | 104.0      | 250.1       | 400.0      | 52.0       | 125.1       | 200.0      |
| $\sigma_{HP}$ - Sigma measurement 1D                                   | 125.7      | 330.6       | 551.0      | 69.8       | 179.6       | 296.7      |
| $\sigma_{HP}$ error in m due to latency RMS error latency x with 45deg | 73.5       | 176.9       | 286.8      | 36.8       | 88.4        | 143.4      |
| $\sigma_{HP}$ compensation error distributed between X and Y at 45deg  | 70.0       | 160.0       | 260.0      | 35.0       | 80.0        | 130.0      |
| HPE RMS 1D                                                             | 161.6      | 381.6       | 611.6      | 100.8      | 251.6       | 401.6      |
| HPE RMS 2D with latency -RMS 1D * sqrt(2) (HPE RMS)                    | 228.0      | 538.0       | 864.0      | 141.2      | 351.2       | 564.2      |
| HPE 95%-RMS*2.45 (HPE 95%)                                             | 396.0      | 938.0       | 1498.0     | 250.4      | 519.4       | 777.2      |

図3:マニュアル作成時に使用した、性能要件を求めるための計算テーブル

1. はじめに

近年、航空機監視でも性能要件に基づくシステムが求められている。ICAO監視パネルではこれに対応したマニュアルの整備を進めており、ドラフトの初版が完成したところである。本報告では監視システム技術性能要件マニュアルの開発状況について報告する。

2. RSURとRSP

新しいマニュアルでは性能要件をRSUR(Required Surveillance Performance)と命名している。通信や航法における同様の要件はRCP, RNPと名付けられているが、RSPはICAO PBCSマニュアルで既に定義がされており、混乱を避けるために新たな名前を作成した。RSPは監視システムに関する要件ではなく、ADS-Cによるデータリンクを扱っているものであり、航空機位置の水平誤差といった監視システムの性能として重要な要件が含まれていないことに注意する必要がある。

3. 進捗状況

ICAOでのマニュアル作成は2017年から始まった。以降、現在までに20回以上会議が行われ、現在100ページを超えるマニュアル案となっている。図1に現時点での構成を示す。監視性能要件は様々な場面で必要とされるものであるが、現在作成中のマニュアルではエンルートおよびターミナルエリアにおける、5NMおよび3NM管制に必要な監視システムの要件についても取りまとめを行った。その他のエリアについても将来的には性能要件を取りまとめる予定となっている。今回作成したマニュアルにおいて、性能要件は3つのレベルで検討を行った(Tier-C: 低密度、非複雑空域における最低限の運用、Tier-B: ベストプラクティス、Tier-A: 将来的な監視システムの展望)。図2にTier-Bにおけるエンルート5NM管制での監視システム性能要件を示す。このうち性能要件としてもっとも重要な値である水平方向の誤差精度については、PANS-ATM等に記載されている運用要件や過去に監視パネルで議論されてきた各監視装置の性能要件と、各国で検証が行われてきた実際の監視システム性能を基に図3のような計算テーブルをつかって値を決定した。これらの検討には電子航法研が報告した日本の環境における監視性能結果も含まれている。図4は電子研より提出した監視性能の実測値である。精密測位用のGNSS受信機を搭載した実験用航空機の位置と、ADS-BおよびWAMで測位した航空機位置との誤差分布を示している。GNSS受信機による航空機位置は毎秒毎(1秒おき)に出力されるのに対してADS-BやWAMの位置は異なる時刻で求められるため、取得時刻による誤差が必ず含まれる。示した分布は位置情報を補間して作成しているが、若干のオフセットが見られる。マニュアルに記載された性能要件では、これらの取得時間誤差も考慮して検討が行われている。

3. まとめ

現在、最後の取りまとめを行っている性能要件監視マニュアルは、来年行われるパネル会議にて承認された後出版される予定である。また、今回のマニュアルに含まれなかった空港面等についても今後議論が行われる見通しである。