

Galileo の補足説明

測位分野検討会第 3 回資料

2003 年 12 月 4 日 衛星測位システム協議会

Galileo について

質問 1 . PRS の詳細説明 :

コメント :

Public Regulated Service (政府規制サービス)のことで、有事の際にもサービスの継続を可能とする政府機関向けサービス。信号は暗号化され、また『Signal Authentication』等のセキュリティ対策が検討されている。詳細を先の第 2 回会議で提出した資料の中から抜粋して添付する。(添付 1)

質問 2 . M コードのオーバーレイ問題の最近の状況について

コメント :

11 月中旬に米欧協議があったがその詳細情報を持ち合わせていないが、昨日の説明では米欧が合意に至り協定書の準備に入ったとのことである。即ち Galileo 側が新たな変調信号を提案して米国側が accept したとの説明。何が問題になっていたのかの詳細情報を専門調査会の時に提出した資料の中から抜粋して添付する。(添付 2)

上記合意が事実なら、Galileo の詳細設計に入れる訳で欧州連合が掲げる 2008 年から運用の当初スケジュールに間に合う模様。

Galileo の PRS サービスの詳細

Public Regulated Service(PRS) :

目 的 :

PRS(政府規制サービス)は、適切な干渉低減技術の使用により Galileo の Signal in Space(Galileo 宇宙信号)に対する脅威に対抗するために OS、CS 及び SoL に対するよりも高い保護水準を提供する。

PRS の必要性は、Galileo システムに対する脅威の分析とインフラ用途の明確化から導き出したものである。かかる脅威とは、経済テロリスト、不満分子、破壊活動分子或いは敵対勢力の工作員による Signal in Space への妨害が、広い地理的範囲にわたって国家安全保障、警察力、安全或いは経済活動を低下せしめる結果に結びつく状況をいう。

PRS の目的は、干渉の脅威がある場合においても、必要なユーザーに Signal in Space の継続的な提供ができる可能性を改善することにある。その用途には次の各号が含まれる。

a) 欧州全土について :

- European Police Office(Europol : 欧州警察庁)。
- European Anti-fraud Office(OLAF : 欧州不正行為防止庁)。
- 民生保護サービス、安全サービス(Maritime Safety Agency)及び緊急応答サービス(平和維持軍、人道的救援部隊)。

b) Member States(メンバー諸国)において :

- 警察及びセキュリティサービス。
- 防犯部隊またはサービス。
- 国家安全保障に責を負う諜報サービス。
- 周辺国境の維持と監視に責を負うサービス。

干渉軽減技術の導入は、メンバー各国の利益に反する Galileo 信号の誤用を防止するため、アクセスを適切に制御する責任を伴うものである。PRS へのアクセスはメンバー各国の政府によって承認されるキー管理システムにより制御される。

• 性能と特色 :

PRS へのアクセスは、欧州レベルで設立される政府機関によって信号の暗号化と適切なキーの割当てにより制御される。

• 構 成 :

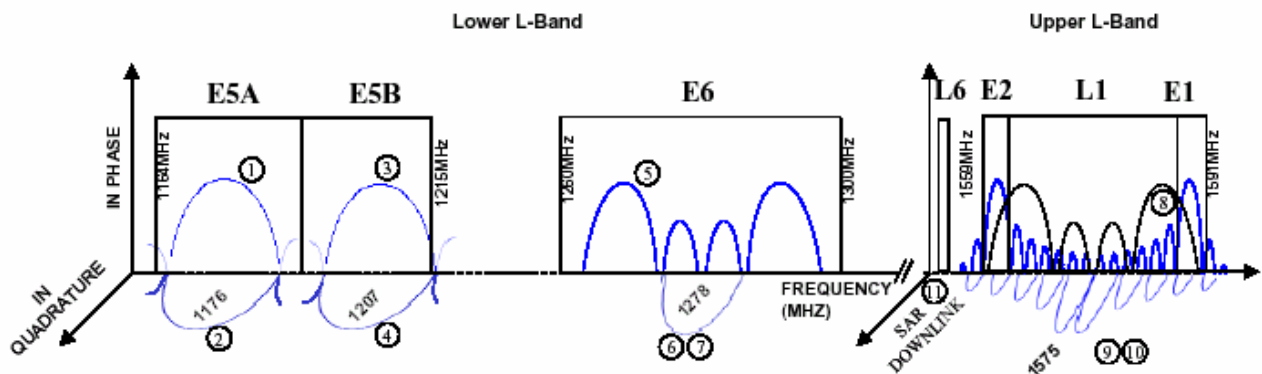
PRS 信号は、Galileo 衛星のみによる開放サービスに関して、開放サービスが地域的に受信不能になった場合でも PRS が失われぬよう別の周波で恒久的に発信される。PRS 信号は、非意図的な干渉や意図的な電波妨害に対して耐性を有するよう広帯域によるもので、より優れたサービス継続性を提供するものである。PRS の利用は、EU(欧州連合)と Galileo 参加各国によって許可を与えられ明確に確認されたユーザー集団に限られる。メンバー各国は適切なアクセス制御技術の実現によりユーザーを認可する。受信機の配置制御はメンバー各国が維持する。

Galileo の PRS サービスの主な特性

府規制サービス(PRS)		
受信機の種類	搬送波	二周波
	安全性計算	あり
	電離層誤差補正	二周波測定による
網羅範囲	全世界	
精度(95%)	水平： 6.5m 垂直： 12m	
安全性	警報限界	水平：20 垂直：35
	警報発信までの時間	10 秒
	安全性リスク	$3.5 \times 10^{-7}/150$ 秒
継続性リスク	$10^{-5}/15$ 秒	
タイミング精度 wrt UTC/TAI	100 nsec	
利用率	99.5%	

Galileo 信号の主要特性

- 次の図は Galileo 航法信号発信を示すものである。



- 1,164~1,215MHz の周波範囲で 4 種類の信号を発信する(E5a~E5b)
- 1,260~1,300MHz の周波範囲で 3 種類の信号を発信する(E6)
- 1,559~1,591MHz の周波範囲で 3 種類の信号を発信する(L1)

レンジコードとデータは特定のサービスに必要な特定情報を含む。10 種類の信号の内

- 6 種類は OS(開放サービス)と SoL(生命の安全に関わるサービス)向けに設計されたものである(信号 1,2,3,4,9 及び 10)。
- 2 種類の信号(6 と 7)は CS(商業サービス)向けに設計してある。
- 残り 2 種類の信号(5 と 8)は PRS(政府規制サービス)向けに設計されたものである。

次の表は航法信号の特性とサービスへの割り当てを取り纏めたものである。

信号番号	航法サービス					信号特性	
	周波名称	OS	CS	SoL	PRS	レンジコードの種類	データの種類
1,2,3,4,9 及び 10	E5a E5b L1	x	x	x		開放アクセス	航法データ 保全性データ SAR データ 商用データ
6 と 7	E6		x			商用信号暗号化	商用データ
5 と 8	E6 L1				x	政府信号暗号化	PRS データ

信号番号	信号	中心周波	変調	チップレート	コード暗号化	データレート	データ暗号化
1	E5a データ信号	1,176MHz	BPSK(10)	10Mcps	なし	50sps/25bps	なし
2	E5a パイロット信号	1,176MHz	BPSK(10)	10Mcps	なし	データなし	データなし
3	E5b データ信号	1,207MHz	BPSK(10)	10Mcps	なし	250sps/125bps	なし
4	E5b パイロット信号	1,207MHz	BPSK(10)	10Mcps	なし	データなし	データなし
5	E6 分割スペクトル信号	1,278MHz	BOC(10,5)	5Mcps	あり 政府認可による	250sps/125bps	あり
6	E6 商用データ信号	1,278MHz	BPSK(5)	5Mcps	あり 商用	1000sps/500bps	あり
7	E6 商用パイロット信号	1,278MHz	BPSK(5)	5Mcps	あり 商用	データなし	データなし
8	L1 分割スペクトル信号	1,575MHz	BOC(n,m)	m Mcps	あり 政府認可による	250sps/125bps	あり
9	L1 データ信号	1,575MHz	BOC(2,2)	2Mcps	なし	200sps/100bps	なし
10	L1 パイロット信号	1,575MHz	BOC(2,2)	2Mcps	なし	データなし	データなし

測位分野検討会第3回資料

Mコードへのオーバーレイ問題

Mコードへのオーバレイは受け入れ難い

- 欧 / 米間の信頼関係の問題ではない。
- Mコードへのオーバレイは、NATO軍と同盟国軍の作戦と兵士達の生命をリスクにさらすことになる。
- 全てのNATO加盟国は、
 - 如何にセキュリティの水準が高く
 - 如何にサービスの暗号化が完璧で、
 - 如何に機器へのアクセスが厳格に制御されていようとも不正アクセスのリスクを皆無にできない点で合意をみている。
- 2003年1月30~31日にパリで開催された技術作業部会において、米国はPRS向けスペクトル計画の代案を提案し、民生信号の互換性と相互運用性について協議するよう申し入れた。
- 米国は、NATOの枠組みを通じて或いは米国と安全保障条約を締結済みの諸国と問題を協議する用意があるものの、Mコードへのオーバレイについては交渉しない。

MコードとPRS (政府規制サービス) 信号とは異質のもの

- 共通のユーザーベースがない。
- Mコードは厳格に軍ユーザー向けのもの。
 - 米国軍及び同盟国軍の要件を充たすよう設計されている。
 - 戦場で使用するものである。
- PRS (政府規制サービス) は民生サービスであると広報されている。
- MコードとPRS信号は市場占有率をめぐる競争のものではない。
 - MコードがPRS類似或いは商業的サービスに用いられることはない。
- 米国は、MコードとPRS信号の間に相互運用性を図る意図を有せず、その必要性も認めていない。

米国が提案したPRS (政府規制サービス) 信号案

- EC (欧州委員会) が述べているPRS要件を充たすものである。
 - L1波帯 : BOC(5,2)
 - GLONASS帯 (18MHzが利用可能) : BPSK-R(5)、BPSK-R(8)、BOC(6,3)、BOC(6,4)、BOC(5,25)、BOC(5,5)及びBOC(4,4)
- あらゆる選択肢が可能であり頑丈な信号デザインを提供するものである。
 - 耐干渉性と電波妨害耐性を有する
 - Galileo OS (開放サービス) 信号からのスペクトル分離
 - 高い精度の提供
 - 他のGalileo信号を発信するのと同じ衛星で効率的に信号を発信・伝送可
 - GLONASS帯の周波利用を妨げる法務的或いは技術的障害は存在しない

GPS - Galileo協力関係の現状

- 米国は、Galileoが世界中の民生ユーザーに恩恵をもたらすものとする。
 - PRS (政府規制サービス)に反対するものではない。
- 唯一の大問題即ちMコードへのオーバーレイ問題が協力協定締結への進展を妨げている。
- PRS (政府規制サービス)とGPS軍用サービス (Mコード)は同列に論じるべき性質でもなければ、お互いに競合するサービスでもない。
 - 共通のユーザーベース或いは市場が存在しない。
 - Mコードは厳格に軍部ユーザー向けであって商業的に利用されていない。
- 米国としては、真の協力関係が推進できるようこの問題の早期解決を望む。
 - さもないと大西洋沿岸諸国同盟関係をリスクにさらすことになる。

GPS - Galileo技術作業部会

- Goddard Space Flight Centerで2002年10月21~23日に開催された会議及びESA本部で2003年1月30~31日に開催された会議。
- 民生GPS及びGalileoサービスの技術的互換性と相互運用性について協議。
 - 米国及びEC/ESAによる干渉分析の結果と信号間に干渉がないことを決める規準について
 - GalileoのL1波及びL5/E5波信号構造とコードの選定について
 - タイミング及び測地に関わる相互運用性問題について
- パリで開催された技術作業部会では米国が提案したPRS信号代案に取り組んだ。
- タイミングや信号干渉分析のような具体的分野については フォローアップ 小部会が設けられた。

柔軟な信号計画 (可変Galileo周波構想)が機能しない理由

- 計画されたNATO軍作戦の秘密を守るため、外部 (非NATO諸国)との調整は許されない。
 - EUのRapid Response Center (緊急事態対応センター)は商業的運用事業者に通報しなければならないことになっているため、軍事作戦上の秘密が守れない。
- 欧州側の承認は保証されない。
 - NATOに対するEC (欧州委員会)の表明。
- 欧州側対応の速度が軍事作戦と合わない。
 - 外部機関による承認が得られるまで行動を起こさないよう軍の現地指揮官に制約を課すことはできない。
- Galileo周波の切り替えは敵対勢力側に攻撃があることの予測と警告を与えることになる。
- BOC(10,5)信号代替案はGalileoを二流のサービスにするものではない¹⁾

GPS - Galileoシステム比較 (2008年頃)

	<u>GPS</u>	<u>Galileo</u>																																																																																
スペクトル 信号	72MHz 8	125MHz 10																																																																																
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th><u>GPS</u></th> <th><u>Galileo</u></th> <th><u>0</u></th> </tr> <tr> <th>サービス</th> <th>信号</th> <th>MHz</th> <th>ユーザー</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>開放サービス</td> <td>L1波</td> <td>24</td> <td>大衆市場</td> </tr> <tr> <td></td> <td>L2波</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>L5波</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>商業サービス</td> <td colspan="3">(GPSには該当しない)</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>開放</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>+ E6波 54 有償 特殊ユーザー</td> </tr> <tr> <td>生命の安全 に関わる サービス</td> <td>L1波</td> <td>24</td> <td>航空業界</td> </tr> <tr> <td></td> <td>L2波</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>L5波</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>L1波 44 航空業界+</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>E5a波</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>E5b波</td> </tr> <tr> <td>PRS(政府 規制サービス)</td> <td colspan="3">(GPSには該当しない)</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>L6波 20 警察、諜報機関、国境警備</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>BOC(n,m) 8(5,2)* 5~16G1帯*</td> </tr> <tr> <td>軍用サービス</td> <td>L1波</td> <td>40</td> <td>軍部</td> </tr> <tr> <td></td> <td>L2波</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>(Galileoには該当しない)</td> </tr> </tbody> </table>			<u>GPS</u>	<u>Galileo</u>	<u>0</u>	サービス	信号	MHz	ユーザー	開放サービス	L1波	24	大衆市場		L2波				L5波			商業サービス	(GPSには該当しない)						開放				+ E6波 54 有償 特殊ユーザー	生命の安全 に関わる サービス	L1波	24	航空業界		L2波				L5波						L1波 44 航空業界+				E5a波				E5b波	PRS(政府 規制サービス)	(GPSには該当しない)						L6波 20 警察、諜報機関、国境警備				BOC(n,m) 8(5,2)* 5~16G1帯*	軍用サービス	L1波	40	軍部		L2波						(Galileoには該当しない)
	<u>GPS</u>	<u>Galileo</u>	<u>0</u>																																																																															
サービス	信号	MHz	ユーザー																																																																															
開放サービス	L1波	24	大衆市場																																																																															
	L2波																																																																																	
	L5波																																																																																	
商業サービス	(GPSには該当しない)																																																																																	
			開放																																																																															
			+ E6波 54 有償 特殊ユーザー																																																																															
生命の安全 に関わる サービス	L1波	24	航空業界																																																																															
	L2波																																																																																	
	L5波																																																																																	
			L1波 44 航空業界+																																																																															
			E5a波																																																																															
			E5b波																																																																															
PRS(政府 規制サービス)	(GPSには該当しない)																																																																																	
			L6波 20 警察、諜報機関、国境警備																																																																															
			BOC(n,m) 8(5,2)* 5~16G1帯*																																																																															
軍用サービス	L1波	40	軍部																																																																															
	L2波																																																																																	
			(Galileoには該当しない)																																																																															

* 米国がMコードへのオーバーレイに対する代案として提案したもの。

Galileo推進の基本的根拠

ガリレオの推進要因：4輪の効果の実現

