
76GHz帯レーダの高度化について

2014年7月16日



日本自動車輸入組合(JAIA)
Japan Automobile Importers Association

1. 高度化の背景
2. 高度化の意義
3. 国内の動向
4. 国際動向
5. 76GHz帯レーダの技術的条件
6. 高度化による他システムへの影響

1. 高度化の背景

昨今、国内の乗用車市場におきましては、安全運転支援装置への関心が高まっております。その主要な機能が先進緊急ブレーキシステム(AEBS: Advanced Emergency Braking System、以下AEBSとする)であり、多くの消費者がAEBS装着車両を選択するようになってきております。

このAEBS機能を実現する技術といたしましては、76GHz帯レーダの他にカメラやレーザーレーダ等のセンサーが採用されていますが、現在世界の多くの自動車メーカーがAEBSおよび車間距離制御装置(ACC: Adaptive Cruise Control、以下ACCとする)のために最も信頼性の高い76GHz帯レーダを採用しております。

欧米および欧米の規格(ETSI, FCC)を採用する多くの国と地域、更に隣国の韓国および中国では、占有周波数帯幅として1GHzの使用が認められておりますので、既により精度の高いAEBSの機能が実現できる状況にあります。

しかしながら、私どもは同じ仕様の76GHzレーダ(同じ安全機能)を日本のお客様に提供することができません。また、欧米のレーダメーカーが日本市場へ最新のレーダを導入することも困難となっております。

占有周波数帯幅が1GHzに改正されることは、より高度な安全運転支援装置を適切な価格で速やかに提供することに繋がります。

2. 高度化の意義

- 76GHz帯レーダ装置はACCおよびAEBSの2つの機能を実現するために採用されておりますが、ACCのためには狭帯域で遠距離の車両を検知し、AEBSのためには広帯域で近距離の障害物を検知する必要があります。占有周波数帯幅を1GHz幅に拡大することで、それら性能の向上を図ることが出来ます。
- 欧米の車両に採用が進んでおります1GHz幅の76GHz帯レーダが日本国内でも使用可能となることは、欧米の自動車メーカーのみならず日本の消費者の安全にとってもメリットになると考えます。
- 国が進める交通事故死者数の低減を実現するための、ひとつの重要な要素技術である76GHz帯レーダの性能改善は、2018年までに交通事故による死者数を2500人以下にするとの政府目標の実現にも寄与できるものと考えます。
- 電波利用に関する国際的な標準化の流れでは、自動車用レーダが76－81GHzの5GHzの帯域幅を使用可能となっており、その流れにも沿った基準改正と考えております。

3. 国内の動向(1)

近年、76GHz帯レーダを使用する安全運転支援装置が市場導入され、国土交通省による先進緊急ブレーキシステム(AEBS)の普及促進政策(自動車アセスメント*¹採用、義務化)も始まっている状況

1997年 76GHz帯レーダの電波法関連の法整備

1999年 76GHz帯レーダのACC搭載車の発売

2003年 76GHz帯レーダのAEBS搭載車の発売

2014年 AEBS*²が自動車アセスメント*¹に採用

2014年 11月 AEBS*²義務化(一部の大型貨物車・大型バス)

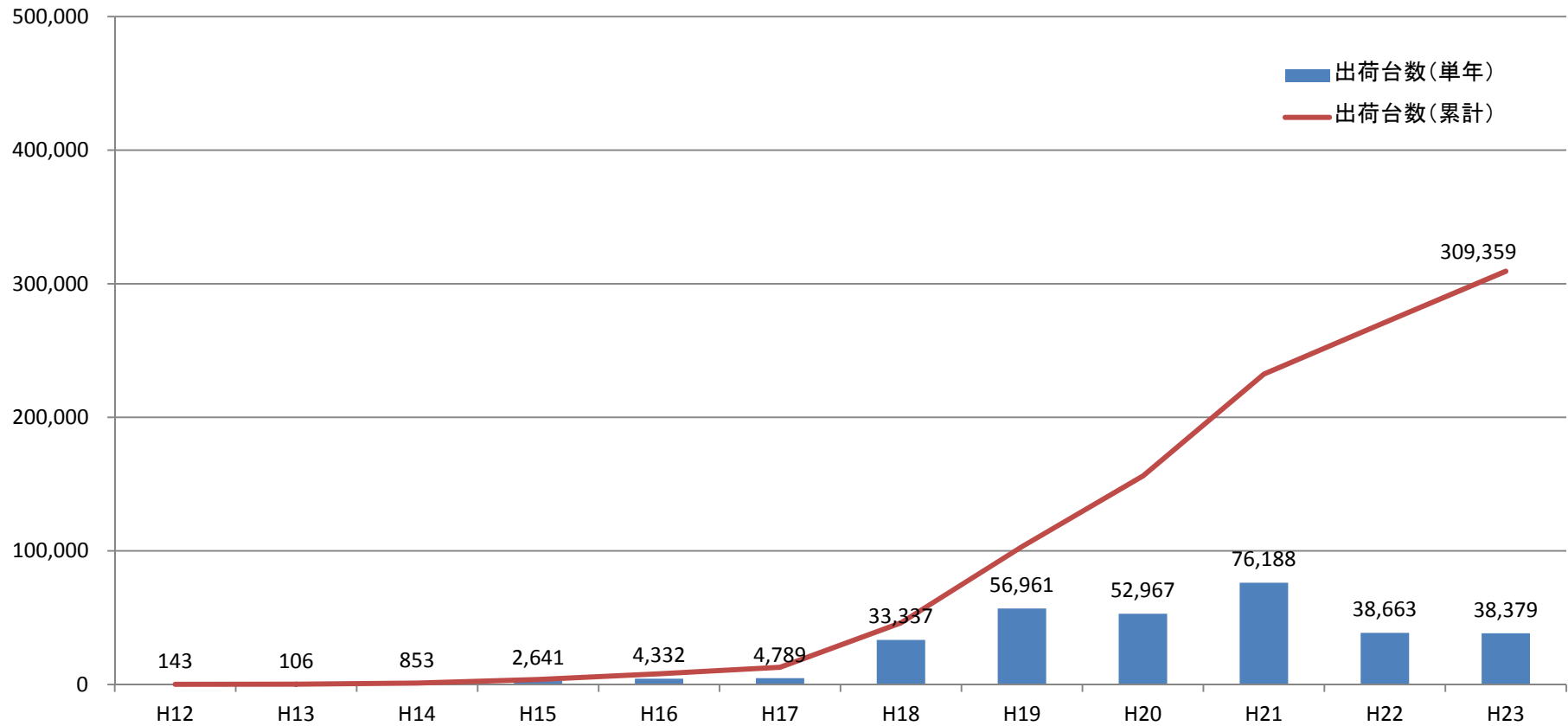
～2019年 11月 車両総重量3.5t超の貨物車、大型バスの全てにAEBS*²義務化

*1 国土交通省と自動車事故対策機構が、安全対策の一つとして、現在市販されている自動車の安全性能について試験評価を行い、その結果を公表している

*2 AEBS機能の実現には、76GHz帯レーダの他にカメラやレーザレーダ等のセンサーが採用されている

3. 国内の動向(2)

<76GHz帯レーダ普及状況>



資料引用元:電波の利用状況調査の評価結果(総務省)

4. 国際動向(1)

ITU-R勧告(M.2057)で、76GHz帯レーダのMax necessary bandwidthが1GHz幅と定義されている

TABLE 1

Automotive radar characteristics in the frequency band 76-81 GHz

Parameter	Radar A ⁽¹⁾ Automotive radar For front applications for e.g. for adaptive cruise control	Radar B Automotive high-resolution radar For front applications	Radar C Automotive high-resolution radar For corner applications	Radar D Automotive high-resolution radar	Radar E Automotive high-resolution radar Very short range applications (e.g. parking-aid, collision avoidance at very low speed)
Sub-band used (GHz)	76-77	77-81	77-81	77-81	77-81
Typical operating range (m)	Up to 250	Up to 100	Up to 100	Up to 100	Up to 50
Range resolution (cm)	75	7.5	7.5	7.5	7.5
Typical emission type	FMCW, Fast-FMCW	FMCW, Fast-FMCW	FMCW, Fast-FMCW	FMCW	FMCW, Fast-FMCW
Max necessary bandwidth (GHz)	1	4	4	4	4
Chip bandwidth (GHz)	1	2-4	2-4	2-4	2
Typical sweep time (μ s)	10 000-40 000 for FMCW 10-40 for fast-FMCW	10 000-40 000 for FMCW 10-40 for fast-FMCW	10 000-40 000 for FMCW 10-40 for fast-FMCW	2 000-20 000 for FMCW	10 000-40 000 for FMCW 10-40 for fast-FMCW
Maximum e.i.r.p. (dBm)	55	33	33	45	33
Maximum transmit power to antenna (dBm)	10	10	10	10	10
Max power density of unwanted emissions (dBm/MHz)	0 (73.5-76 GHz and 77-79.5 GHz) -30 otherwise	-30	-30	-13 ⁽²⁾	-30
Receiver IF bandwidth (-3 dB) (MHz)	0.5-1	10	10	10	10
Receiver IF bandwidth (-20 dB) (MHz)	0.5-20	15	15	15	15

資料引用元: Recommendation ITU-R M.2057-0(02/2014) Systems characteristics of automotive radars operating in the frequency band 76-81 GHz for intelligent transport systems applications

4. 国際動向(2)

ITU-R勧告(M.2057)で、76GHz帯レーダはACCと衝突防止用レーダ(collision avoidance radar)向けと定義されている

2 Technical characteristics of automotive radar systems operating in the frequency band 76-81 GHz

Regarding functional and safety requirements, the automotive radar systems operating in the 76-81GHz range can be separated in two categories:

- Category 1: Adaptive Cruise Control (ACC) and Collision Avoidance (CA) radar, for measurement ranges up to 250 metres the typical technical characteristics are listed in Table 1 as Radar A. For these applications, a maximum continuous bandwidth of 1 GHz is required. Such radars are considered to add additional comfort functions for the driver, giving support for more stress-free driving.
- Category 2: Sensors for high resolution applications such as Blind Spot Detection (BSD), Lane-Change Assist (LCA) and Rear-Traffic-Crossing-Alert (RTCA), detection of pedestrians and bicycles in close proximity to a vehicle, for measurement ranges up to 100 metres the typical technical characteristics are listed in Table 1 as Radar B, Radar C and Radar D. For these high resolution applications, a necessary bandwidth of 4 GHz is required. Such radars directly add to the passive and active safety of a vehicle and are therefore an essential benefit towards improved traffic safety. The increased requirements for active and passive vehicle safety are already reflected in the requirements for vehicle testing. Radar E operates with a higher field of view to enable high-resolution applications such as pedestrian detection, parking-aid, emergency braking at low speed (< 30 km/h).

資料引用元: Recommendation ITU-R M.2057-0(02/2014) Systems characteristics of automotive radars operating in the frequency band 76-81 GHz for intelligent transport systems applications

4. 国際動向(3)

世界の多くの国々で、自動車用安全運転支援装置に76GHz帯レーダが使用可能

(日本を除く、実線囲み内の国は1GHz幅を使用可能)



資料提供: the 79GHz Consortium

<http://www.79ghz.com/index.php/documents/func-startdown/16/>

5. 76GHz帯レーダの技術的条件

本作業班で掲げられる「76GHz帯レーダの高度化」に際し、76GHz帯特定小電力ミリ波レーダの技術的条件(下表)は、占有周波数帯幅の許容値のみを500MHzから1GHzに改正

	改正案	現状
用途	自動車用ミリ波レーダ	自動車用ミリ波レーダ
周波数	76.5 GHz	76.5 GHz
指定周波数帯	76.0 - 77.0 GHz	76.0 - 77.0 GHz
空中線電力	0.01W以下	0.01W以下
空中線電力の許容誤差	上限:50%、下限:70%	上限:50%、下限:70%
周波数の許容偏差	76.0 - 77.0 GHz	76.0 - 77.0 GHz
占有周波数帯幅の許容値	1GHz	500MHz
帯域外領域*における スプリアス発射の強度の許容値	100 μ W以下	100 μ W以下
スプリアス領域における 不要発射の強度の許容値	50 μ W以下	50 μ W以下

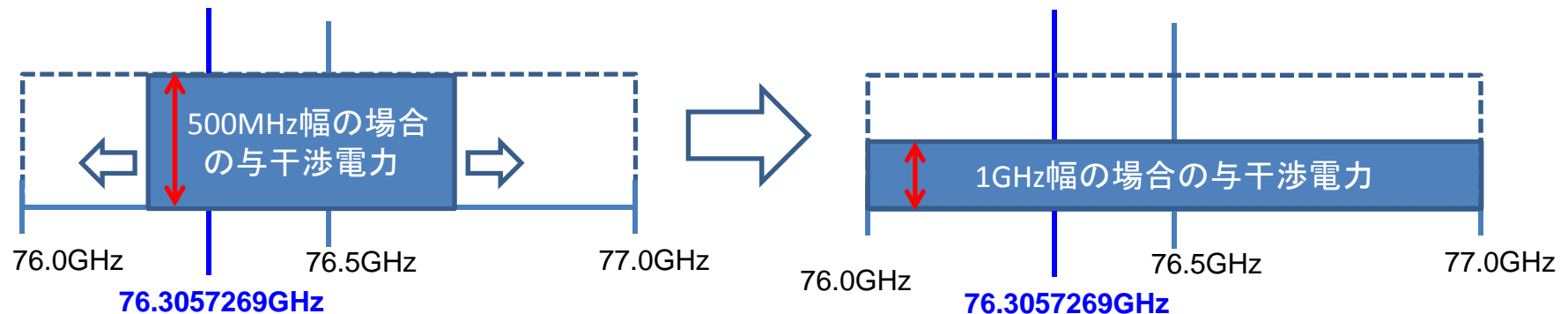
* 帯域外領域は、現行の技術基準の占有周波数帯幅500MHzにおいても、既に1000MHzを使って帯域外領域が計算されており、その範囲の算出結果は、74.5 GHz ~ 76.0 GHz および 77.0 GHz ~ 78.5 GHzである
無線設備規則(昭和二十五年十一月三十日電波監理委員会規則第十八号)別表第三号(第7条関係)を参照

6. 高度化による他システムへの影響(1)

(1) 高度化による帯域内の与干渉

電波天文観測76.3057269GHzへの影響について

占有周波数帯幅が500MHzから1GHzに拡大しても、レーダから発射される総電力(空中線電力 0.01W 以下)は変わらない為、レーダからの1MHz当りの与干渉電力は半分になる。つまり、干渉の影響を軽減する方向に作用する

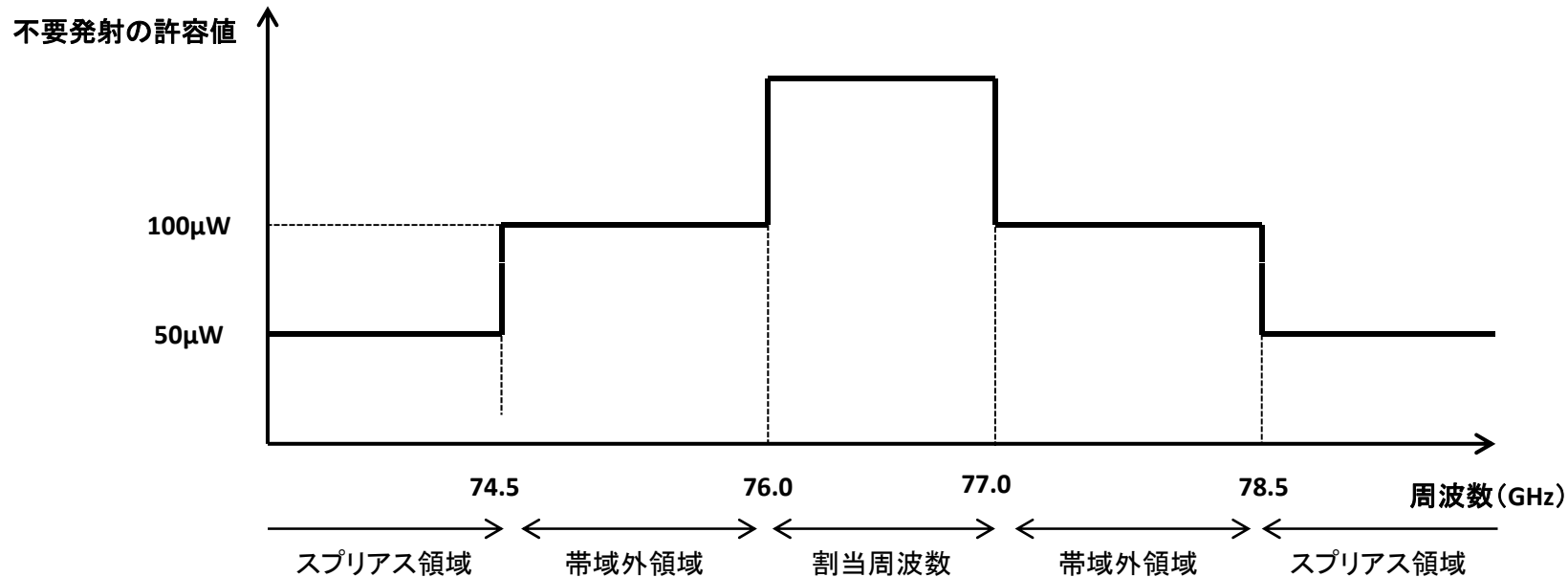


6. 高度化による他システムへの影響(2)

(2) 高度化による帯域外の与干渉

80GHz帯高速無線伝送システムへの影響について

- 帯域外領域は、現行の技術基準の占有周波数帯幅500MHzにおいても、既に必要周波数帯幅1GHzを使って計算されている。
- 占有周波数帯幅の許容値が1GHzに改正された場合でも、帯域外の不要発射の許容値は変わらない為、影響は変化しない。
- 80GHz帯高速無線伝送システム作業班でも検討され、サイトエンジニアリング対応により、76GHz帯レーダと共存可能との結論が出ている。



6. 高度化による他システムへの影響(参考)

無線設備規則(昭和二十五年十一月三十日電波監理委員会規則第十八号)別表第三号(第7条関係)より抜粋

- 2 スプリアス発射の強度の許容値又は不要発射の強度の許容値は、次のとおりとする。
 (3) 帯域外領域及びスプリアス領域の境界の周波数は、次のとおりとする。

周波数範囲	必要周波数帯幅の条件	帯域外領域及びスプリアス領域の境界の周波数
$f_c > 26\text{GHz}$	$BN < 1\text{MHz}$	$f_c \pm 2.5\text{MHz}$
	$1\text{MHz} \leq BN \leq 500\text{MHz}$	$f_c \pm 2.5BN$
	$BN > 500\text{MHz}$	$f_c \pm (1.5BN + 500\text{MHz})$

「スプリアス発射又は不要発射の強度」の測定において、帯域外領域とスプリアス領域の境界周波数を算出する場合、指定周波数帯が指定されているものの必要周波数帯幅(BN)は、指定周波数帯の値を用いても良いと規定されており、76GHz帯を用いるミリ波レーダー用特定小電力機器の場合、 $BN = 1\text{GHz}$ (77.0GHz-76.0GHz)となっている。



日本自動車輸入組合について

日本自動車輸入組合は、海外の自動車メーカーと直接輸入契約を結ぶインポーター（四輪車28社、二輪車8社）によって構成されており、我が国自動車市場に関わる諸制度と海外自動車産業諸国との国際的調和を目指して事業活動に取り組み、我が国のモータリゼーションの健全な発展と経済の国際化に寄与するよう努めています。

【日本自動車輸入組合 76GHz帯レーダTaskForceメンバー及び関係レーダ装置メーカー】

アウディ ジャパン(株)、ビー・エム・ダブリュー(株)、ゼネラルモーターズ・ジャパン(株)、メルセデス・ベンツ日本(株)、プジョー・シトロエン・ジャポン(株)、フォルクスワーゲングループジャパン(株)、コンティネンタルオートモーティブ(株)、ボッシュ(株)、オートリブ(株)