

24GHz帯UWB近距離レーダ搭載車両の 日本市場における普及予測の初期検討 (和訳)

太田 貴志*、ゲルハルト ロルマン**

* ダイムラー・クライスラー日本ホールディング(株)
メルセデスカーグループ/開発 テックセンタージャパン

** SARAコンソーシアム

1. まえがき

24GHz帯UWB近距離レーダを車両用途に使用することは、米国で2002年、欧州で2005年、豪州で2006年より認められ、現在50カ国以上でUWB近距離レーダ搭載車両を発売可能で、その中のカナダでは、正式の法制化の前にメルセデス・ベンツを販売することが特別に認可された。UWB近距離レーダの他のサービスへの影響解析研究は多くの地域で周波数規制の際の基本となっており、すべてがパッシブ帯域への発射を除くITU脚注5.340および有害干渉が無いならばこれらの帯域への発射を許可するITU RR 4.4条項を考慮している。

これらの影響解析研究の中の1つの要素は、EESS (Earth Exploration Satellite Services、地球探査衛星) への影響の評価であり、この種の研究では、衛星の探査範囲への発射が検討される。その探査範囲の近距離レーダ搭載車両の交通量密度と近距離レーダの1台当りの搭載数が、その検討に関連する項目である。

本検討は、日本の車両密度と交通量密度に関する初期検討を示す。

2. 日本の自動車保有台数と車両密度

全国の自動車保有台数、面積および平均車両密度と車両密度上位20都府県を表1に示す。

- 東京都と大阪府では、全国平均の約10倍の車両密度であることが分かる。
- 上位5都府県で全国の約25%の自動車は全国の約4%の面積で保有されている。
- 上位20都府県で全国の約60%の自動車は全国の約25%の面積で保有されている。

表1 自動車保有台数と車両密度 (2007年1月末現在、引用文献1)

順位		自動車保有台数		面積		車両密度 台/km ²
		台	比率	km ²	比率	
	全国	79,473,595	100.0%	377819.23	100.0%	210
1	東京都	4,620,883	5.8%	2,187	0.6%	2,113
2	大阪府	3,811,704	4.8%	1,893	0.5%	2,014
3	神奈川県	4,013,973	5.1%	2,415	0.6%	1,662
4	埼玉県	3,914,661	4.9%	3,797	1.0%	1,031
5	愛知県	4,937,607	6.2%	5,157	1.4%	957
	上位5都府県	21,298,828	26.8%	15,449	4.1%	1,379
6	千葉県	3,455,701	4.3%	5,156	1.4%	670
7	福岡県	3,195,552	4.0%	4,973	1.3%	643
8	沖縄県	954,532	1.2%	2,272	0.6%	420
9	香川県	760,072	1.0%	1,876	0.5%	405
10	茨城県	2,438,964	3.1%	6,096	1.6%	400
	上位10都府県	32,103,649	40.4%	35,822	9.5%	896
11	静岡県	2,815,892	3.5%	7,780	2.1%	362
12	兵庫県	2,980,600	3.8%	8,392	2.2%	355
13	京都府	1,384,640	1.7%	4,613	1.2%	300

14	群馬県	1,738,521	2.2%	6,363	1.7%	273
15	佐賀県	646,820	0.8%	2,439	0.6%	265
16	栃木県	1,646,334	2.1%	6,408	1.7%	257
17	三重県	1,457,185	1.8%	5,776	1.5%	252
18	滋賀県	976,582	1.2%	4,017	1.1%	243
19	奈良県	843,684	1.1%	3,691	1.0%	229
20	長崎県	927,591	1.2%	4,093	1.1%	227
	上位20都府県	47,521,498	59.8%	89,395	23.7%	532

3. 日本の交通量密度

表1に示した車両密度は、登録されている全ての車両を数えているが、実際には全ての車両が使用されている訳ではなく、それとは逆にほとんどの時間は駐車したままである。(故に、近距離レーダも使用されていない)。そのため、自動車の使用率(エンジンONの車両の割合)を考慮した交通量密度を表2に示す。

表2 日本の交通量密度

項目	引用元(計算式)	全国平均	東京都	備考
a) 日中走行の割合	引用文献2	74.7%	74.7%	
b) 平均速度	引用文献3	35 km/h	20.2 km/h	混雑時走行速度
c) 年平均走行距離	引用文献4	9,807 km	8,336 km	東京都は関東の数値
d) 1日の走行距離	c) ÷ 365日	26.9 km/day	22.8 km/day	24時間
e) 1日の使用時間	d) × a) ÷ b)	0.57 h	0.84 h	日中12時間
f) 自動車の使用率	e) ÷ 12時間	4.8%	7.0%	
g) 車両密度	表1	210 台/km ²	2,113 台/km ²	
h) 交通量密度	f) × g)	10.0 台/km ²	149 台/km ²	

備考；東京の一部の主要道路では立体交差などいくつかの高さで車が流れている。より低い道路を走る車両からの発射は、EESS衛星の方向には遮蔽されるはずであるので、EESSとの共用検討には、一番高い道路を走る車両密度のみが考慮されるべきである。

欧米の都市の交通量密度

SARAはカールスルーエー大学(ドイツ)の協力のもと、いくつかの都市の交通量のピーク時の現実の交通量密度を調査した。(表3参照)

その方法論と結果は、ITU TG1-8 (UWB研究グループ)で公表された。

表3 交通量密度、カールスルーエー大学(ドイツ)の調査

国名	都市名	ピーク時の200 km ² の範囲内の走行車両台数の最大値(台)	ピーク時の200 km ² の範囲内の平均交通量密度の最大値(台/km ²)
ドイツ	ベルリン	28,933 - 31,979	145 - 160
	ミュンヘン	28,988 - 32,040	145 - 160
	シュトゥットガルト	21,142 - 23,368	106 - 117
フランス	パリ	33,721 - 37,270	167 - 186
米国	シカゴ	41,396 - 45,753	207 - 229
カナダ	トロント	41,667 - 46,053	208 - 230

備考；SARAは、市街地での交通量密度を453台/km²と想定した概算(カールスルーエー大学の協力無しに算出)を米国の初期の共用研究に提供した(2001年)。これらの数値は、後のカールスルーエー大学の研究では確認されなかったが、ITU TG1-8の影響評価に使用された。

4. 日本における普及予測

現在までに欧州の自動車メーカーだけがUWB近距離レーダを使用しているが、米国の自動車メーカーも2006年には追隨する。現在日本の自動車メーカーは、まだ近距離レーダを使用していない。欧州車および米国車による日本市場の占有率は、表4に示す2005年の新車市場占有率の統計値によると全体の4.58%と非常に低い。それ故、例えば、輸入車だけがUWB近距離レーダを装着したと仮定すると、近距離レーダ搭載車両の台数も非常に低くなる。今日、近距離レーダはメルセデス・ベンツの市販車（Sクラス、CLクラス）に搭載されている。BMWも、具体的な時期は公表されていないが市場導入を発表した。近距離レーダは標準装備ではなくオプション装備であり、この技術の装着率は50%をかなり下回るはずである。結果として、近距離レーダ装着車両全体数は、これらの2輸入車メーカーの日本市場の市場占有率を下回ると考えられる。

表4 新車登録台数（2005年1月～12月、引用文献5）

	新車登録台数（台）	市場占有率
総合計（含む軽自動車）	5,851,921	100%
全輸入車（含む海外生産日本車）	268,112	4.58%
メルセデス・ベンツ	46,161	0.79%
BMW	44,980	0.77%

1台当りのセンサー数：

SARAは前回の研究で1台当りの作動センサー数を、自動車メーカーの計画を確認した上で提案した。これらの見積もりの中で高級車には8個のセンサーが想定され、大衆クラスの車両には2個のセンサーが想定された。欧州の研究と後にITU TG1-8では車両1台当りの作動センサー4個という数字が使われた。

技術の市場シェア：

近距離レーダは、悪天候の状況下においても最も信頼できる技術として期待されているので、安全機能に最も適した技術である。それでもやはり、近距離レーダは、レーザーレーダや超音波センサー、カメラ技術など他の技術と競合する。ITU TG1-8では、2030年までに近距離レーダの技術市場シェアを最大40%と予期し、残りのシェアを他の技術が占めると予測している。

5. まとめ

- 交通量密度は、UWB近距離レーダの他のサービス（特にEESS）との影響解析の要素の一つである。
- 東京などの大都市の車両密度は、日本の他の地域より非常に高いので、交通量密度の研究にはこれらの都市に注目すべきであり、本検討は東京の交通量密度149台/km²がベルリンやミュンヘンの数値と同レベルであることを示した。
- 交通量密度に加えて1台当りの作動センサー数と近距離レーダ搭載車両の予測台数が考慮されるべきである。

引用文献：

- 1) 財団法人 自動車検査登録協会：<http://www.aira.or.jp/number/index.html>
- 2) 平成11年度 道路交通センサスの概要：<http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-data/20040812.pdf>
- 3) 関東地域の道路交通 各種一覧表（平成11年度 新・道路交通センサスより）
http://www.ktr.mlit.go.jp/kyoku/road/ir/kotsu_sens/p26.html
- 4) ディーゼル乗用車の経済分析、ガソリン車・ハイブリッド車との比較 株式会社三菱総合研究所
<http://www.meti.go.jp/committee/materials/downloadfiles/g41116b40j.pdf>
- 5) 社団法人 日本自動車販売協会連合会：<http://www.jada.or.jp/index.html>

Primary study 24GHz UWB Short Range Radar equipped Traffic Density in Japan

Takashi Ohta*, Dr. Gerhard Rollmann**

* MCG/D Tech Center Japan, DaimlerChrysler Japan Holding. Ltd.

** SARA Consortium

1. Foreword

The usage of 24GHz UWB Short Range Radar (UWB SRR) for automotive purpose has already been allowed in USA since 2002, in Europe since 2005, and in Australia since 2006. At present cars equipped with UWB SRR can be sold in more than 50 countries over the world. In Canada, a special regulation allows selling Mercedes-Benz cars right now before the final UWB regulation will be in place. Impact analysis studies of UWB SRR with other services were the basis for the frequency regulations in many regions. All take into account ITU footnote 5.340, excluding emissions into passive bands and also ITU RR 4.4 which allows emissions into these bands on a national basis if there is no harmful interference.

One component of these impact analysis studies is the assessment of the impact to EESS (Earth Exploration Satellite Services). In this kind of study the emissions into a pixel of the satellite are investigated. Relevant for this are the traffic density of cars equipped with SRR in the area of pixel of the satellite and the average number of operating SRR sensors per car.

This study shows the primary study of car density in Japan as well as traffic density.

2. Car density in Japan

The total number of registered automobiles in Japan, average car density and the top 20 prefectures in car density ranking are shown in Table 1.

- It shows that the car density in Tokyo and Osaka is 10 times larger than the average of whole Japan.
- 25% of the automobiles in Japan are owned in 4% of the whole area of Japan by top 5 prefectures
- 60% of the automobiles in Japan are owned in 25% of the whole area of Japan by top 20 prefectures

Table 1 The number of automobiles and car density (January 2007, Reference 1)

Rank		Number of automobile		Area		Car density cars/km ²
		Cars	%	km ²	%	
	Whole Japan	79,473,595	100.0%	377819.23	100.0%	210
1	Tokyo	4,620,883	5.8%	2,187	0.6%	2,113
2	Osaka	3,811,704	4.8%	1,893	0.5%	2,014
3	Kanagawa	4,013,973	5.1%	2,415	0.6%	1,662
4	Saitama	3,914,661	4.9%	3,797	1.0%	1,031
5	Aichi	4,937,607	6.2%	5,157	1.4%	957
	Top 5 total	21,298,828	26.8%	15,449	4.1%	1,379
6	Chiba	3,455,701	4.3%	5,156	1.4%	670
7	Fukuoka	3,195,552	4.0%	4,973	1.3%	643
8	Okinawa	954,532	1.2%	2,272	0.6%	420
9	Kagawa	760,072	1.0%	1,876	0.5%	405
10	Ibaraki	2,438,964	3.1%	6,096	1.6%	400
	Top 10 total	32,103,649	40.4%	35,822	9.5%	896
11	Shizuoka	2,815,892	3.5%	7,780	2.1%	362
12	Hyogo	2,980,600	3.8%	8,392	2.2%	355
13	Kyoto	1,384,640	1.7%	4,613	1.2%	300

14	Gunma	1,738,521	2.2%	6,363	1.7%	273
15	Saga	646,820	0.8%	2,439	0.6%	265
16	Tochigi	1,646,334	2.1%	6,408	1.7%	257
17	Mie	1,457,185	1.8%	5,776	1.5%	252
18	Shiga	976,582	1.2%	4,017	1.1%	243
19	Nara	843,684	1.1%	3,691	1.0%	229
20	Nagasaki	927,591	1.2%	4,093	1.1%	227
	Top 20 total	47,521,498	59.8%	89,395	23.7%	532

3. Traffic density in Tokyo

The car density shown in Table 1 is calculated by counting all the registered cars, but not all cars are traveling at the same time. On the contrary, most time a car is parked and not in use (and thus the SRR are not in use).

The traffic density which takes the car availability into account into is shown in Table 2.

Table 2 Traffic density in Japan

Item	Reference (Calculation)	Whole Japan	Tokyo	Remarks
a) Rate of day time driving	Reference 2	74.7 %	74.7 %	
b) Average speed	Reference 3	35 km/h	20.2 km/h	Speed in rush hours
c) Average driving distance per year	Reference 4	9,807 km	8,336 km	Number of Kanto is used for Tokyo
d) Driving distance per day	c) / 365 days	26.9 km/day	22.8 km/day	24 hours
e) Car usage time per day	d) x a) / b)	0.57 h	0.84 h	Day time 12 hours
f) Car availability	e) / 12 h	4.8 %	7.0 %	
g) Car density	Table 1	210 cars/km ²	2,113 cars/km ²	
h) Traffic density	f) x g)	10.0 cars/km ²	149 cars/km ²	

Remark: For some main roads the traffic in Tokyo is flowing on several levels. The emission of cars at lower levels will be shielded in the direction to EESS-satellites. Therefore only the car density of the highest road levels should be taken into account for the compatibility study for EESS.

Traffic density in Europe and USA

The real traffic density during the peak traffic hours was investigated by SARA with support from University Karlsruhe, Germany, for some cities (see Table 3). Methodology and results were published in ITU TG1-8 (Study group on UWB).

Table 3: Traffic Density, investigated by University of Karlsruhe, Germany

Country	Conurbation	Max. number of traveling vehicles in 200 km ² at peak hours	Max. traffic density averaged over 200 km ² at peak hours (cars/km ²)
Germany	Berlin	28,933 - 31,979	145 - 160
	Munich	28,988 - 32,040	145 - 160
	Stuttgart	21,142 - 23,368	106 - 117
France	Paris	33,721 - 37,270	167 - 186
USA	Chicago	41,396 - 45,753	207 - 229
Canada	Toronto	41,667 - 46,053	208 - 230

Remark: SARA supplied rough estimations (developed without support of University Karlsruhe) for early compatibility studies in USA (2001), which assumed a traffic density of 453 cars/km² in urban areas. These figures were not confirmed by later University Karlsruhe study, but were used in ITU TG 1-8 impact assessments.

4. Share of car fleet in Japan

Up to now only European car makers are using UWB SRR, car makers in US will follow in 2006. Currently, the Japanese car manufacturers are not yet using UWB SRR. The market share of European and US cars in Japan is extremely low and accounts for about 4.58% of the total Japanese car fleet, based on the figures about market share of new cars in 2005 (Table 4). If only imported cars would be equipped with UWB SRR, the total numbers of cars with SRR technology would therefore also be extremely low. Today, SRR is available in the top of the line Mercedes-Benz carlines (S-class and S-class Coupe). BMW announced its plans to enter into the market also, although currently the time of market introduction is unknown. Since SRR is not standard equipment but an option, the take rate of this technology is well below 50% on new cars. As a consequence, the total number of cars equipped with SRR will be below the market share in Japan for both these car manufacturers.

Table 4 Number of newly registered vehicles (January - December in 2005, Reference 5)

	Number of newly registered vehicles	Market share
Total Market (Incl. Mini-vehicle)	5,851,921	100%
All imported cars (Incl. imported Japanese models)	268,112	4.58%
Mercedes-Benz	46,161	0.79%
BMW	44,980	0.77%

Number of sensors per car:

SARA established in the previous studies the number of active sensors per car based on confirmed plans of manufacturers. In these estimations it was taken into account that high end cars will have up to 8 sensors, but low end cars will have as few as 2 sensors. The European studies and later also ITU TG1-8 used the number of 4 active sensors per car.

Technology market share:

SRR is expected to be the most reliable technology even under bad weather conditions and therefore the most appropriate technology for safety applications. Nevertheless SRR will compete with other technologies, such as Lidar, Ultrasonic and Camera technologies. In ITU TG1-8 a maximum market share of 40 % was expected for SRR up to the year 2030, on the prediction that the rest of the market share will be covered by other technologies.

5. Conclusions

- Traffic density is one of the components of an impact analysis of UWB SRR with other services especially with EESS.
- Since the car density in big cities such as Tokyo is much higher than in other parts of Japan, the traffic density study should be focused on one of these cities, and this study shows the traffic density in Tokyo 149 cars/km² is similar to that of Berlin or Munich..
- In addition to the traffic density the number of active sensors per car and the estimated number of cars equipped with UWB SRR should be taken into account.

References:

- 1) AIRA (Automobile Inspection & Registration Association): <http://www.aira.or.jp/number/index.html>
- 2) Outline of traffic census in 1999: <http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-data/20040812.pdf>
- 3) Overview table of road traffic in Kanto region (from Traffic census in 1999)
http://www.ktr.mlit.go.jp/kyoku/road/ir/kotsu_sens/p26.html
- 4) Economical analysis of diesel passenger car and comparison with gasoline car, hybrid car, Mitsubishi Research Institute:
<http://www.meti.go.jp/committee/materials/downloadfiles/g41116b40j.pdf>
- 5) JADA (Japan Automobile Dealers Association): <http://www.jada.or.jp/index.html>