

小論文

運転者の神経系 (反応時間) に及ぼす電磁波の影響

末永一男*, 田島泰幸**

(1987年8月1日受理)

Nervous Affection toward Car Driver Exposed to
Electromagnetic Waves

K. SUENAGA* and Y. TABATA**

(Received August 1, 1987)

Recently, studies have shown that a weak electromagnetic wave affects a nervous system and falls off the human ability. Therefore, experiments were made to measure characteristics of weak electromagnetic waves radiated with discharges, such as discharges from ignition device of car engine and electrostatic discharges from charged human body, and also the nervous affections toward car drivers were examined experimentally under the condition with/without electromagnetic wave. It became clear from the consideration of experimental results obtained that the response of a car driver to the risk, a reaction to red signal as the nervous affection caused by the electromagnetic wave, was delayed in an atmosphere of weak electromagnetic waves.

1. ま え が き

静電気放電が発生すると、これに伴って電磁波が放射される。この電磁波は電子機器等の誤作動を誘発するのみならず¹⁾、生体へもなんらかの影響を及ぼすことが実証され^{2,3)}、最近大きな注目を集めている。なかでもシナプスで結合されている神経の伝送系は電磁波の影響を最も受けやすいことが判明している⁴⁾。したがって、通信用のマイクロウェーブに対しては、約10年前にその照射基準も制定されている⁵⁾。

このように、電磁波の生体への影響が注目され、現在その解明が進められている。しかし、問題は電磁波が引金となって発生する生体障害であり、安全問題である。たとえば、自動車運転者は、運転中に発生する静電気の放電によって電磁波の照射を受けるとともに、エンジンから放射される電磁波の照射も受ける⁶⁾。この電磁波が運転者に影響を及ぼし、運転者の判断と応答動作になんらかの支障をきたすと、これは今日のような高速走行時代における運転者の生命を脅かさないと限らない。

以上のような背景から、ここではモデル実験によって運転席の電界強度を測定するとともに、電磁波の照射を

受けた運転者の刺激に対する応答性を調べた。また、電磁波の影響を緩和するためにフランス人 R.M. Etienne によって開発された活性装置の効果についても調べた。その結果、電磁波の影響で応答性に遅れがでること、ならびに活性装置はそれを緩和することが判明したので、以下その結果を速報として報告する。

2. 運転席の電界強度

9人乗りワゴン車の運転席とハンドルとの間に受信アンテナ (Rhode & Schwarz 製 HFH2-Z2 型) を設置し、運転席の電界強度を測定した。図1は、受信アンテナより約1mの距離で、約5kVに帯電したフィルム (20×20cm²) と直径20mmの金属球との間で静電気放電を起こし、それによって生じた電界強度 E を受信アンテナで受け、それをオシロスコープ (LeCroy 9400) で観測した一例である。ただし、金属球は人体の静電容量に模擬した100pFのキャパクタを通して接地されている。また、図2は、エンジンを始動し、アイドリング中に放射される電磁波の電界強度を同様の方法によって測定した一例である。

図1, 2から明らかのように、運転席には静電気放電によって電界強度数 V/m、エンジンのイグニッションコイルの放電によっては、これに同期して数十 V/m のそれが放射されている。また、これらの電磁波の周波数をアナライザで分析すると、前者の静電気放電によって放射される電磁波は数百 MHz という超高周波領域、後

* 久留米大学名誉教授 (810 福岡市中央区平尾浄水町 67-3) Professor-Emeritus of Kurume University, 67-3, Hirao-Gyosui-machi, Chuo-ku, Fukuoka, 810 Japan

** 労働省産業安全研究所 (108 東京都港区芝 5-35-1) Industrial Safety Institute, Ministry of Labour, 35-1, Shiba 5-chome, Minato-ku, Tokyo, 108 Japan

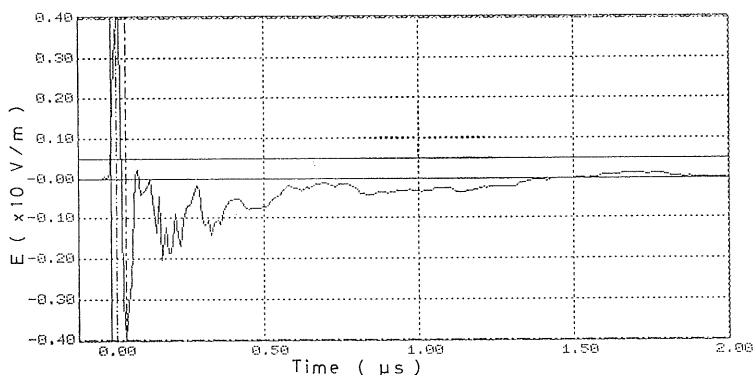


図 1 静電気放電によって放射される電磁波の電界強度

Fig. 1 Electric field strength of electromagnetic wave radiated by electrostatic discharge.

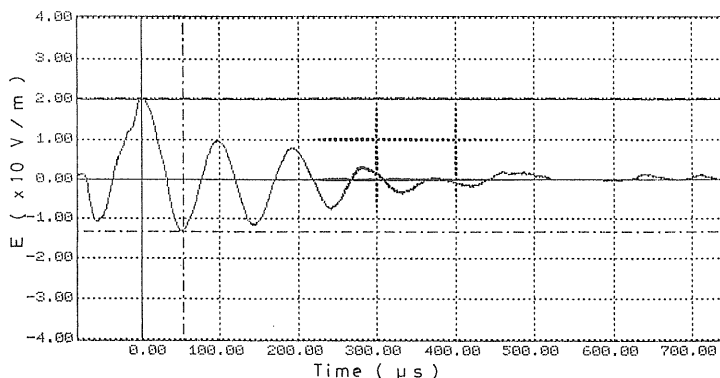


図 2 自動車のエンジンから放射される電磁波の電界強度

Fig. 2 Electric field strength of electromagnetic wave radiated from car-engine.

者のエンジンから放射されるそれは数百 kHz という高周波領域の周波数を含み、前者、後者ともそれぞれの周波数領域まで、各周波数の電界強度は $1 \mu\text{V}/\text{m}$ を基準にして約百 dB であることが判明した。

なお、運転席の電界強度の測定にあたっては、前もってエンジン停止中におけるバックグラウンドも測定したが、これは最大約 $\pm 20 \text{ mV}/\text{m}$ で、無視できる程度であった。

3. 電磁波の照射を受けた運転者の応答性

実験は、被検者に正常で健康な年齢 18~77 歳までの男性で、運転免許所有者 9 名を選んだ。使用した自動車は前の実験と同じ 9 人乗りのワゴン車である。

電磁波の生体への影響は、その影響を最も受けやすい神経系に着眼し、それへの刺激に対する応答性（反応時間）によって調べた。具体的には、被検者に、1 回の試験で赤信号 30 回、黄信号 20 回、計 50 回の刺激を与え、その刺激に対する反応時間を測定した。

実験に用いた装置は、この実験目的にかなうように、

黄信号の刺激に対しては手で押していたアクセルボタンを離す、また、赤信号の刺激に対してはアクセルボタンを離してからブレーキボタンを押すものである。ここで反応時間は、刺激を与えてからそれに対応したボタン操作を開始するまでの時間と定義した。また、刺激の与え方は、ボタン操作が反射運動や条件反射的にならず、必ず大脳皮質（判断機能の中核）を通るように乱数表にしたがい、被検者への刺激はエンジンが始動している場合もそうでない場合も同じパターンで与えた。

表 1 は、エンジンの停止、始動状態で反応時間を調べた実験結果の一例である。ただし、表 1 の中の G-A 設置とは、参考までに運転席にフランスで開発された活性装置を取り付け、エンジンの始動状態での反応時間を測定した結果である。9 人の実験結果によると、1 人を除き、反応時間はエンジンの始動状態において 2.2% (0.028 秒)~20% (0.103 秒) 遅れており、これは電磁波の影響であると推定される。

一方、表 2 は活性装置の効果を調べるために実施した

表 1 電磁波の照射の有無による運転者の反応時間

Table 1 Response time of drivers exposed/unexposed to electromagnetic waves.

Test No.	Driver	Response time (s)		
		Engine off	Engine on	Engine on G-A set
1	M	0.443 (0.068)	0.469 (0.076)	0.455 (0.054)
2	(44-year)	0.451 (0.049)	0.478 (0.072)	0.424 (0.047)
1	S	0.548 (0.067)	0.630 (0.082)	0.537 (0.077)
2	(77-year)	0.553 (0.083)	0.564 (0.082)	0.485 (0.089)

() Standard deviation

表 2 電磁波の照射を受けた運転者の反応時間

Table 2 Response time of drivers in car-room with/without activator, A-G.

Test No.	Driver	Response time (s)			
		Engine on		Engine on, A-G set	
		Yellow signal	Red signal	Yellow signal	Red signal
1	B	0.600 (0.095)	0.537 (0.100)	0.604 (0.145)	0.493 (0.080)
2	(55-year)	0.562 (0.071)	0.562 (0.071)	0.564 (0.084)	0.492 (0.116)
1	Y	0.689 (0.129)	0.545 (0.074)	0.587 (0.210)	0.481 (0.079)
2	(31-year)	0.490 (0.112)	0.461 (0.084)	0.446 (0.071)	0.402 (0.089)
1	Z	0.450 (0.080)	0.449 (0.095)	0.418 (0.075)	0.381 (0.060)
2	(27-year)	0.391 (0.090)	0.405 (0.089)	0.419 (0.102)	0.364 (0.077)

() Standard deviation

実験結果の一例で、これには赤、黄それぞれの刺激に対する反応時間の測定結果が示されている。これによると、この場合も先と同様に、活性装置がないと遅れており、活性装置は電磁波の影響で生じる反応時間の遅れを補うようである。

いずれにしろ、被検者9名について反応時間を調べたところ、1名を除いては、エンジン始動中のそれが停止中のそれよりも遅れ、1名だけは逆に約1.0%早くなるという結果が得られた。この1名の結果は、運動選手にしばしばみられる休止中よりも運動中の方が正常な生理状態になるという結果と同様で、エンジンの始動中の方が正常になる被検者であると判断された。

以上のように、エンジンが始動すると、運転者はそれから放射される電磁波の影響を受け、通常の運転者では反応時間の遅れることが判明した。また、活性装置はその遅れを補うということも明らかになった。

4. む す び

今回の実験は、電磁波の生体への影響を調べる一つの試みで、自動車の運転者に着眼し、運転者の反応時間に

及ぼす電磁波の影響を調べた。その結果以下の結論が得られた。

- 1) 自動車の運転席には、静電気放電、エンジンの始動によって電磁波が放射されており、その電界強度は数十 V/m に達する。
- 2) 電磁波は、自動車内の運転者の神経系に影響を及ぼし、刺激に対する反応時間を遅延せしめるようである。
- 3) フランスで開発された活性装置を取付けると、電磁波の影響を緩和するようである。

参 考 文 献

- 1) D.G. Piere : *Electrical Overstress/Electrostatic Discharge Symposium Proceedings*, p.67, The EOS/ESD Association and IIT Research Institute (1985)
- 2) 中川正祥訳 : サイエンス日本版, 16, 11 (1986) 10
- 3) S.N. Wellborn : U.S. News & World Rep., March 30 (1987) 72
- 4) たとえば P. Czarski : *J. Microwave Power*, 20 (1985) 233
- 5) 森山節二 : 信学誌, 65 (1982) 243
- 6) 山崎弘郎 : 電子回路のノイズ技術, p. 13, オーム社 (1981)