スマートエントリーシステムの仕組み

(株) オートネットワーク技術研究所 大見則親
Norichika Ohmi

1. まえがき

最近の自動車には、鍵を取り出すことなく、その車の鍵の持ち主のみが、ドアを開け、エンジンを始動できるスマートエントリーシステムが搭載されています。

今回、その仕組みはどのようになっているのかを父と娘の会話で説明します。

2. 鍵を開ける様々なシステム

【父】今日は遊園地に行こうか？

【娘】わーい！早く行こうよ！

【父】家の鍵 OK. さあ車に乗って。

【娘】あれ？パパ、家の鍵は閉めたけど、車の鍵は開けなかったよね。車の鍵、閉め忘れていたの？

【父】違うよ。ちゃんと閉めてたよ。この車はスマートエントリーシステムが入っているんだよ。

【娘】何、それ。どういうこと？

【父】家の玄関は、鍵を取り出して鍵穴に入れ、回して鍵を開けるよね。昔の車も同じように、鍵を回して開けていたけど、最近の車にはテレビのリモコンのように、遠く離れたところからボタンを押して鍵を開ける「キーレスエントリーシステム」、そしてリモコンを取り出すこともなく、近づいただけで鍵を開ける「スマートエントリーシステム」という仕組みが載っているんだよ。(図1)

3. スマートエントリーシステムの動作

【娘】それってどんな仕組みなの？

【父】じゃあ、説明するね。ドアの所にボタンがあるよね。これを押すと車から電波が出るんだよ。その電波をリモコンが受け取り、リモコンも車に電波を送り返して、電波が1往復したら、ドアのロックを解除する仕組みなんだよ。エンジンをかけ

るときも同じ仕組みだよ。エンジンスタートと書いてあるボタンを押したら、電波が1往復して、エンジンが掛かる仕組みだよ(図2)。

【娘】ふーん。そうなんだ。でもそれなら、どの車の鍵も開いてしまうんじゃないの？

4. セキュリティの仕組み

【父】ふふふ、そう思うだろうね。実は電波には、「開け、ゴマ」みたいな秘密の言葉が送られているんだよ。だけど電波を使っているのだから、誰でも秘密の言葉が「開け、ゴマ」だと分かってしまう。だから車とリモコンの間で、毎回あるルールで暗号にして送っているんだよ。例えば、文字を入れ替えて「マゴ、けらひ」とか「らひゴ、けマ」など毎回変わるので、出任せに秘密の言葉を使っても、ほかの車の鍵は開かないんだよ。

電波が飛び過ぎる場合、車の近くにいる怪しい人がボタンを押すと、リモコンが反応してロックが解除されてしまう

電波を飛ばないようにすれば、リモコンは反応せずロックは解除できない。

図3 電波の飛び範囲

【娘】それなら、我が家の車を知らない人が乗っていっちゃうことはないんだね。

【父】実はもう一つ危険な場合があるんだ。

【娘】それは何？

【父】知らない人が車のドアのボタンを押したときに、リモコンを持った人のところまで電波が届いてしまうと、鍵を開けることができちゃうんだ。だから、そうならないように車から出る電波は1mか2mしか飛ばないようにしてるんだよ。こうすれば、リモコンを持っている人が車の近くか中にいるときしか、ドアを開けたり、エンジンを始動したりできないんだよ（図3）。

【娘】でも電波って、遠くまで飛ばんじやないの？

【父】実は車から出る電波と、リモコンから出る電波は周波数が違うんだよ。それぞれ電波の飛び方が異なる性質を利用してるんだ。

【娘】周波数ってなに？

【父】周波数とは1秒間に何回転できるかを示しているんだ。例えば、縄跳びを1秒に2回したら2ヘルツ（Hz）と言うんだ。

リモコンからは遠くまで飛ばす300メガヘルツ（MHz）付近の電波、車からは近くにしか飛ばない125キロヘルツ（kHz）付近の電波を用いているんだ。ここでキロとは長さや

重さで使われている1キログラムと同じで1,000倍の意義があり、メガはキロの更に1,000倍の100万倍の意義があるんだよ。リモコンの電波と車から出る電波の周波数は1,000倍以上も違うので電波の飛び方も違うんだ。

【娘】パパいろいろ知ってて素敵！ところでパパ、いま体重幾ら？

【父】（モゴモゴ…）9万グラム。

【娘】えーと、キロって1,000倍だから、1,000で割って、90キロ！？えー、もうちょっと頑張って、スマートになってよ。

5. まとめ

今回は、スマートエントリシステムの仕組みと、用いられている電波について説明しました。

皆さんが大人になり、車を運転する頃には、車はもっと進化し、もっと便利になると思います。

車に乗って素敵な思い出をたくさん作って下さい。

【もう少し知りたい方へ】

電波の飛び方の違い

電波の飛び方の違いは、波長と飛び距離に関係している。

電波は周波数にかかわらず1秒間に300,000km進む。これは光の速度と同じで、地球7周半の距離になる。そして電波の1回の振動で進む距離を波長という。この関係を以下に示す。

$$\frac{(\text{光の速度 } 300,000) \text{ km/s}}{(\text{周波数}) \text{ Hz}} = (\text{波長}) \text{ m}$$

周波数の単位をMHzに変えると

$$\frac{300}{(\text{周波数}) \text{ MHz}} = (\text{波長}) \text{ m}$$

スマートエントリシステムでは、車からは125kHz付近、リモコンからは315MHz付近の電波が出ており、波長はそれぞれ次のようになる。

発信源	周波数	波長
車	0.125MHz	2,400m
リモコン	315MHz	0.95m

ちなみにテレビ（地上波デジタル

図4 距離と電波の強さ

放送）は470～710MHzを使っている。

通常、電波はアンテナから離れるに従い、その距離に逆比例して弱くなる。例えば距離が倍になれば、電波の強さ（電界）は1/2になる。

しかし、急激に減衰する例外もある。波長に比べてとても短い距離では、近傍界という電磁界成分が支配的になり、電波の強さは距離の三乗（同じ数字を3回掛ける）に逆比例して弱くなる。すなわち、距離が倍になれば、電波の強さは1/(2 * 2 * 2) = 1/8になる。

この様子を図4に示す。

車から出る125kHz付近の電波は、波長が2,400mなのに対し、車の周辺は1～2mなので、波長に比べ非常に短い距離となり、図3から分かるように、距離が長くなるにつれて、電波の強さが急に小さくなる。このことから、車の近くや、車の中だけに電波を飛ばすようにするために、125kHzなど波長の長い電波が使われている。

スマートエントリシステムでは、このような電波の性質を上手に利用している。

なお会話で父は、125kHzの電波は近くにしか飛ばないと断言したが、125kHzの電波も波長に比べアンテナからの距離が遠い場合は、「距離／波長」に反比例して減衰する。