

図 3: 車両配置図

表 1: シミュレーションパラメータ

中心周波数	5.8 [GHz]
帯域幅	10 [MHz]
通信レート	3 [Mbps]
最低受信可能電力	-85 [dBm]
キャリアセンスレベル	-65 [dBm]
ビーコン送信間隔	100 [ms]
電波伝搬モデル	ITU-RP.1411
パケットサイズ	100 [bytes]
車両群の距離 (x)	0, 100 [m]
シミュレーション時間	100 [s]

に使用したパラメータを表 2 に示す。送信電力の組には周期 $T = 10$ の \mathbf{P} を用いた。シミュレーションでは、図 3 における車両群 A の 2 車線目で車両群 B に最も近い車両 (黒色車両) を注目車両とし、車両群 A, B に対し、注目車両が同一車線の車両から受け取ったビーコンの受信率を測定した。ただし、車両群の距離が 0m ($x = 0$) の場合、車両群 B の 2 車線目で車両群 A から最も遠い車両を注目車両とした。

3.2 シミュレーション結果

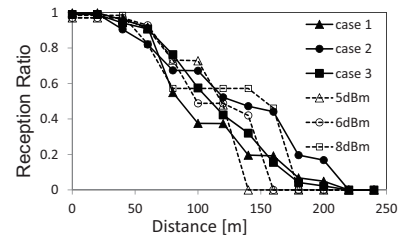
注目車両とパケット送信車両間の距離とパケット受信率との関係を図 4 に示す。図 4 (a) より、注目車両とビーコン送信車両の距離が 50m 付近までは、提案手法のどの場合も通信出力が一定の場合とほぼ同程度の受信率を示しているが、距離が 50m から 150m の場合は一定出力の方が受信率が高くなっている。距離が 150m から 170m の場合では、一定出力と平均して同程度の平均電力でビーコンを送信している提案手法とを比較すると、提案手法の方が受信率が高いことが分かった。図 4 (b), (c) では、車両群から離れていくと一定出力の場合は急激に受信率が低下しているのに対し、提案手法はどの場合も一定出力に比べ緩やかに受信率が低下している。しかしながら、提案手法は、離れた車両群の端にある車両 (図 4 (c)) の受信率が、一定出力の場合に比べて低い。

図 4 (c) から、車両間の距離が長い場合に対しては、動的に送信電力を変更する手法よりも、一定出力でビーコンを送信する手法の方が、受信率が高くなることが示された。また同時に、この結果は提案手法においては、車両間の距離に応じて送信電力の組を選択することで受信率を向上できる見込みがあることを示唆していると考えられる。

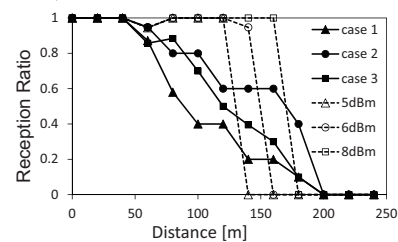
提案手法に注目すると、図 4 からのグラフのいずれからも Case2, Case3, Case1 の順にビーコン受信率が高いことが確認できる。この順は、各 Case の平均送信電力の高い順と一致する。このことから、提案手法において、一回の周期における平均電力が高いほど、ビーコンの受信率が高くなるが考えられる。しかし、Case1 は他の場合と比べ、ビーコン受信率は低いが、送受信間距離に対して受信率の減少幅が小さい。これは Case1 で利用されている \mathbf{P} が、周期の中で小さい送信電力が大半を占めており、他の通信への干渉が抑

表 2: 提案手法における送信電力の組

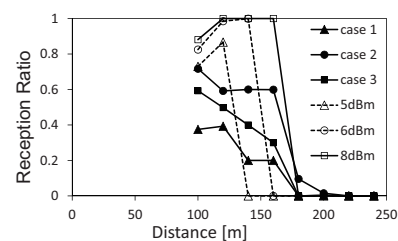
送信電力の組 \mathbf{P}	平均送信電力
Case 1 (0, 0, 0, 0, 2, 2, 5, 5, 8, 10)	2.980 (mw)
Case 2 (0, 0, 4, 4, 7, 7, 10, 10, 10, 10)	5.704 (mw)
Case 3 (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10)	3.682 (mw)



(a) 車両群 A, B から送られたビーコンの受信率 ($x = 0$)



(b) 車両群 A から送られたビーコンの受信率 ($x = 100$)



(c) 車両群 B から送られたビーコンの受信率 ($x = 100$)

図 4: 提案手法と通信出力を一定にした場合のビーコン受信率の比較

えられたためだと考えられる。

4 まとめ

本稿では、ビーコンの送信電力を一定周期で段階的に増減させる手法を提案した。シミュレーションにより、ビーコン送受信間の距離が長い場合、ビーコンを一定の送信電力で送るよりも提案手法の方がビーコン受信率が同程度、あるいはより高くなることを確認した。

今後は、車両の動きを考慮したシミュレーションやよりパケット受信率の高い送信電力の増減方法について検討する予定である。

参考文献

- [1] ITS 情報通信システム推進会議: 5.8GHz を用いた車車間通信システムの実験用ガイドライン: ITS FORUM RC-005, vol.1.0 (2007).
- [2] Torrent-Moreno, M., Santi, P. and Hartenstein, H.: Vehicle-to-Vehicle Communication: Fair Transmit Power Control for Safety-Critical Information, In Proc. of the IEEE Trans. Vehic. Tech., vol.58, no.7, pp.3684-3703 (2009).
- [3] ETSI TS 102 687: Decentralized Congestion Control Mechanisms for Intelligent Transport Systems operating in the 5 GHz range; Access layer part. 2011.
- [4] Space-Time Engineering <http://www.spacetime-eng.com/>