

内田侑汰\*, 森山敏文\*\*

(\*長崎大学大学院総合生産科学研究科, \*\*長崎大学大学院総合生産科学研究科)

## 1. まえがき

近年、自動車の運転支援システムや自動運転技術の発展により車間距離や道路状況を正確に把握する需要が高まっている。道路状況を把握するための方法の1つとしてレーダ技術が導入されている。レーダは天候や昼夜など、周囲の環境に影響されにくく、カメラや人間の眼以上に多くの情報を得られる技術である。

研究室ではFM-CWレーダの原理とBeamformer法を利用し、物体の位置補正の検討を行っている。これまでの研究では、静止している物体の位置をシミュレーションによって精度よく検出することができた。しかし、物体が移動していると仮定してシミュレーションを行うと、検出した物体の位置に誤差が確認された。本研究では物体が移動したことにより発生する誤差を補正し、正しい位置を精度よく検出することを目的として研究を行った。

## 2. ドップラー効果

静止している物体のビート信号 $S_b(t)$ を式(2-1)に示す。 $\tau$ は送信信号が静止している物体に反射し、往復してくる時間である。

$$S_b(t) = g \exp[j2\pi(f_0\tau + f_b t)] \quad (2-1)$$

この式よりビート周波数 $f_b$ は式(2-2)のように示すことができる。 $M$ は周波数変調率である。

$$f_b = M\tau = M \frac{2R}{c} \quad (2-2)$$

静止している物体の位置はこのビート周波数 $f_b$ を求めることで検出できる。しかし、物体が移動するとドップラー効果によって、送信信号が反射し往復してくる時間 $\tau$ も考慮しなければならぬ。

ドップラー効果を考慮したビート周波数 $f_b'$ を式(2-3)に示す。

$$f_b' = M\tau + M\tau' = M \frac{2R}{c} + M \frac{2R'}{c} \quad (2-3)$$

式(2-3)の $M \frac{2R'}{c}$ はドップラー周波数 $f_d$ に相当するため式(2-4)となり、ドップラー周波数 $f_d$ によって加算される距離 $R'$ が誤差原因になると考えられる。

$$f_d = M \frac{2R'}{c} \quad (2-4)$$

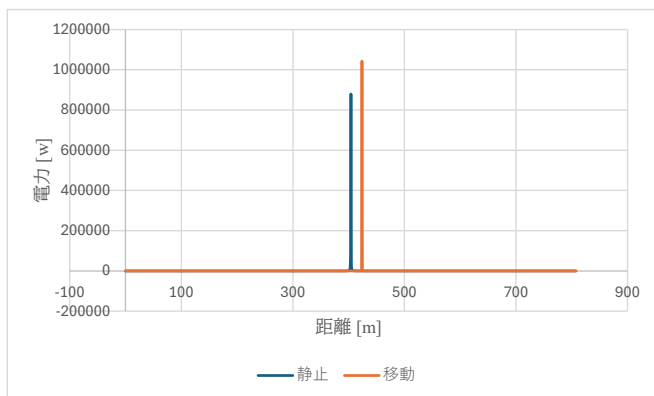


図1\_静止物体と移動物体の距離誤差

## 3. ドップラー補正

静止している物体と移動している物体との誤差を補正するためには、ドップラー効果によって加算される距離 $R'$ を求める必要がある。

本来、ドップラー周波数 $f_d$ は式(3-1)と示せるため、式(3-2)のような等式が成立する。

$$f_d = \frac{2v}{\lambda} \quad (3-1)$$

$$\frac{2v}{\lambda} = M \frac{2R'}{c} \quad (3-2)$$

式(3-2)から距離 $R'$ を求める式に変形すると次式のようにになる。

$$R' = \frac{vc}{\lambda M} \quad (3-3)$$

信号処理を行うにあたって、光速 $c$ [m/s]、波長 $\lambda$ [m]、周波数変調率 $M$ は定数である。そのため速度 $v$ [m/s]を求めることができれば、ドップラー効果によって加算される距離 $R'$ も求められ、誤差の補正を行うことができる。

## 4. シミュレーション

今回のシミュレーションでは、ドップラー補正が精度良く機能しているかを確認する段階であるため、物体の移動速度 $v$ [m/s]が判明していると仮定してシミュレーションを行う。また、現実ではありえないが、補正結果をわかりやすくするため移動速度を2000[km/h]としてシミュレーションを行っている。

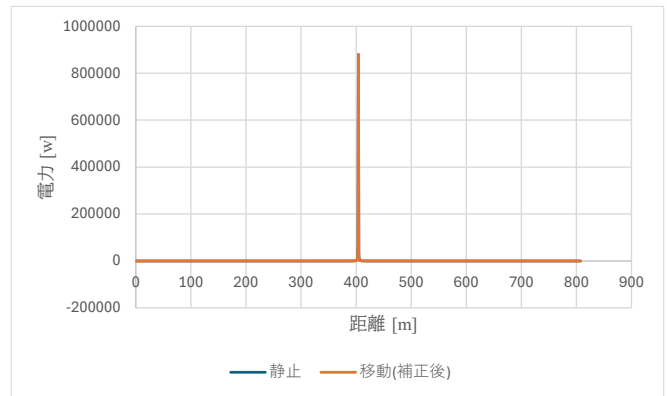


図2\_静止物体と移動物体の距離(補正後)

シミュレーションの結果静止している物体と移動している物体との距離誤差を補正することができた。今回は移動速度 $v$ [m/s]が判明していると仮定しているためきれいな結果となった。今後は移動速度も計測し、今回の補正シミュレーションと加えて更なる検討を行っていく。

## 5. 参考文献

- 「アレーアンテナによる適応信号処理」(菊間信良 松岳社 1998年)
- 「偏波FM-CWレーダによる埋没物探査に関する研究」(森山敏文 新潟大学大学院自然科学研究科博士後期課程 情報理工学専攻 博士論文 1998年)