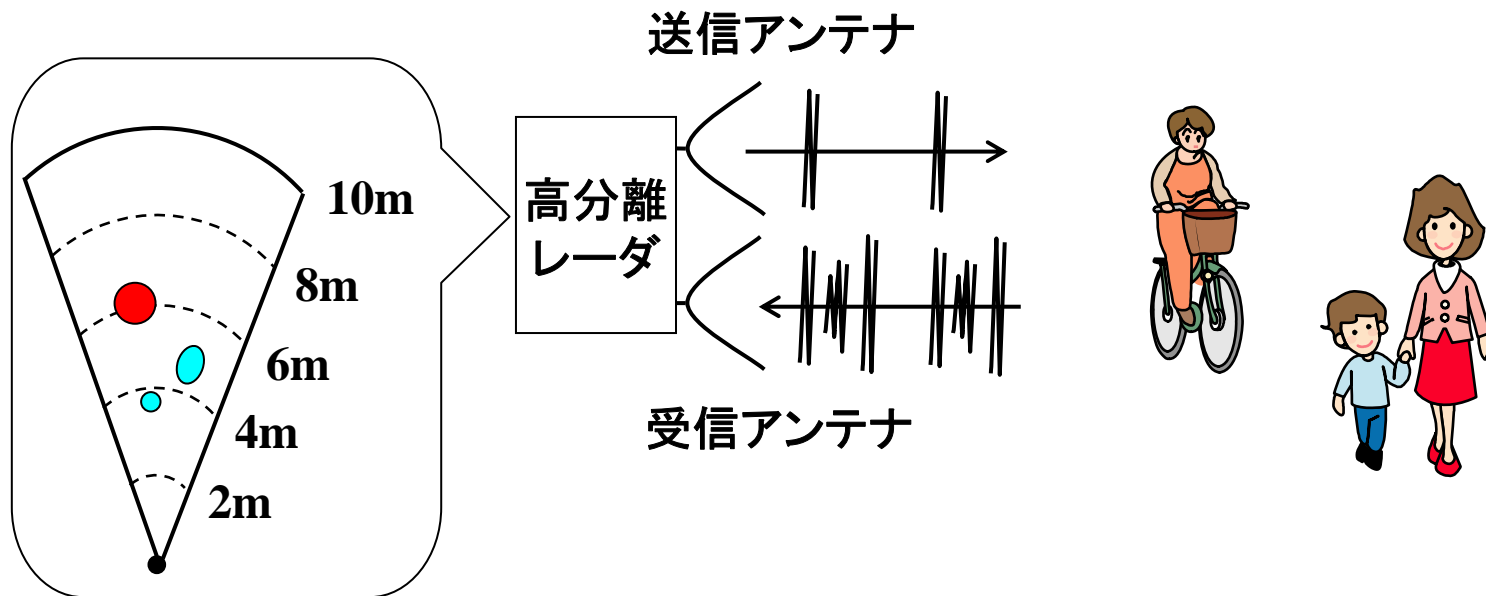


ミリ波レーダの高度化

サービス： 周囲環境情報提供(自律型+車々間通信)

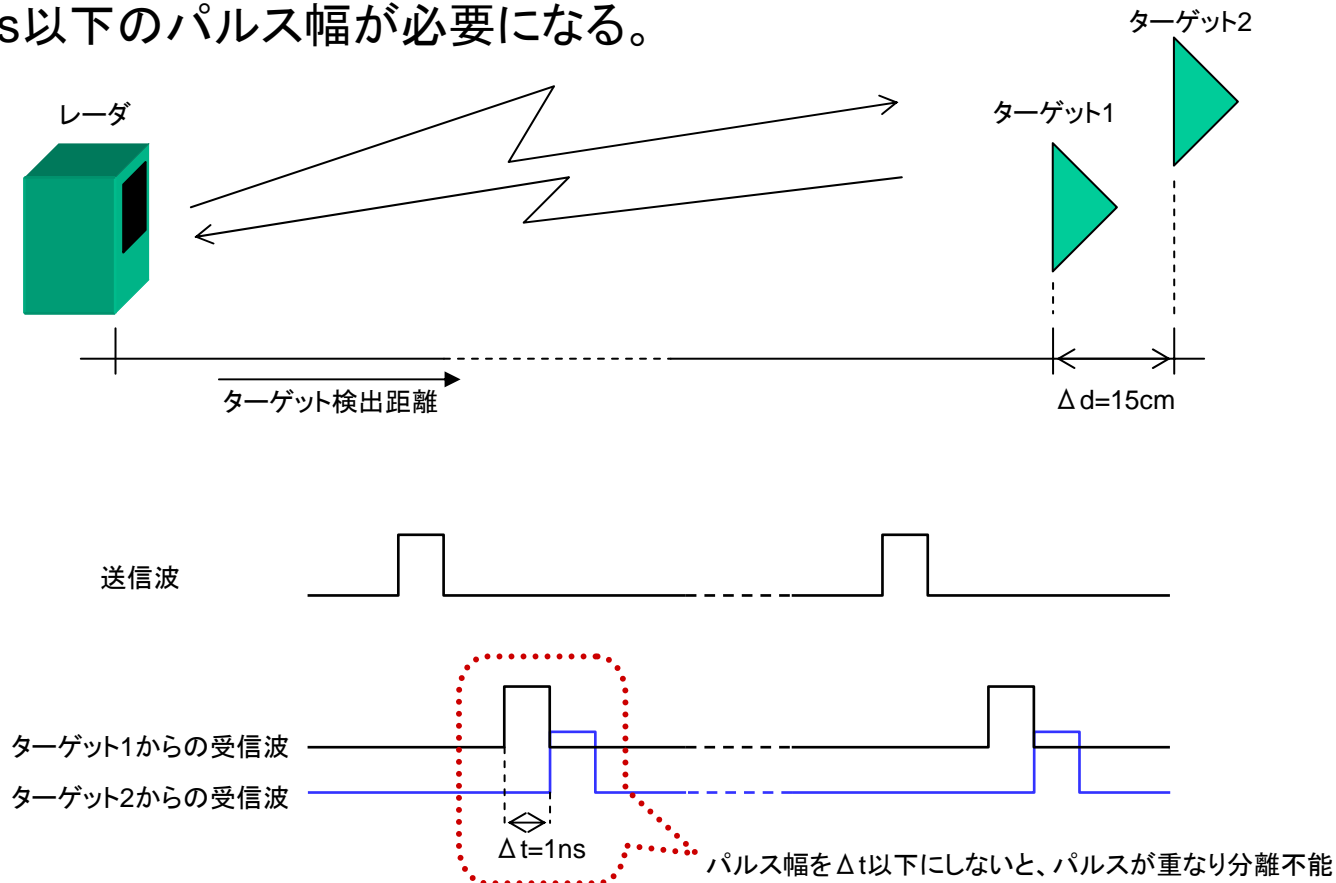
要件： 歩行者・自転車等の検知とこれらの個別分離
さらにレーダ波に情報を載せて通信



パルス方式による高分離分解能の実現 (短パルス変調の必要性)

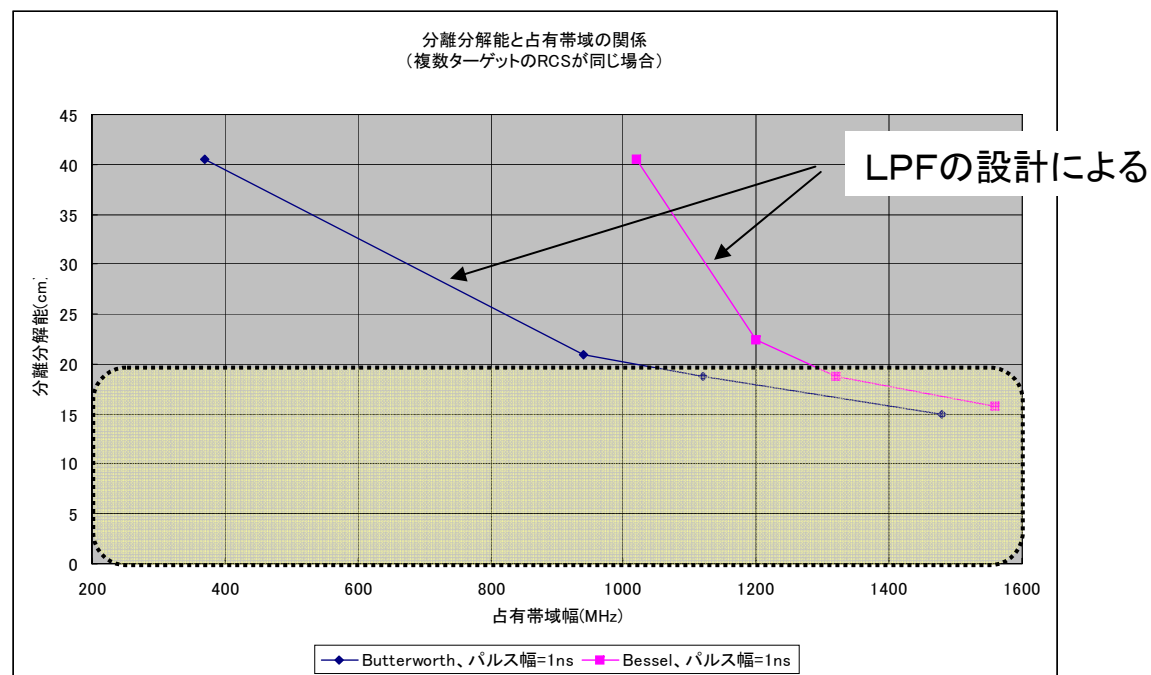
FM-CW方式以上の高分離分解能(20cm以下)を実現するには短パルス変調が必要である。

例えば、ターゲットの距離差(Δd)15cmは遅延時間差(Δt)では1nsに相当するため、 $\Delta d = 15\text{cm}$ のターゲットを分離して検出するには、 $\Delta t = 1\text{ns}$ 以下のパルス幅が必要になる。



パルス方式の分離分解能と占有帯域幅の関係

以下にパルスレーダ方式の分離分解能と占有帯域幅の関係を示す。



20cm(人体分離に必要な距離) 以下の高分離分解能を実現するためには、占有帯域幅は1.1~1.3 GHz以上の帯域が必要。
(シミュレーションは複数ターゲットのRCSを同じとした場合)

所要占有帯域幅

ミリ波レーダで高分離分解能を安定的に実現するためには以下の帯域が必要である。

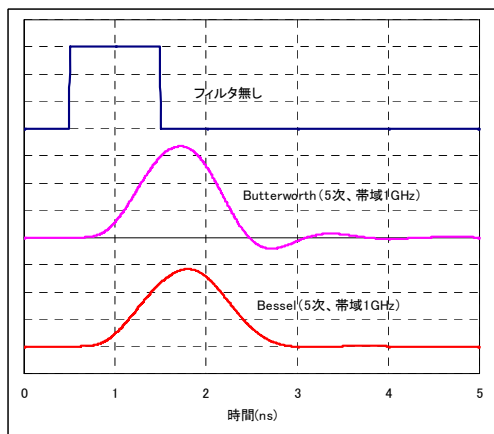
- ・占有帯域幅: 1.5 GHz (設計マージンを含めて)
- ・レーダ帯域: 2.5 GHz
(占有帯域+500MHz×2のゆらぎを考慮)

もしくは、

- ・占有帯域幅: 1.5 GHz(設計マージンを含めて)
- ・レーダ帯域: 3 GHz
(占有帯域×2 のゆらぎを考慮)

(参考)

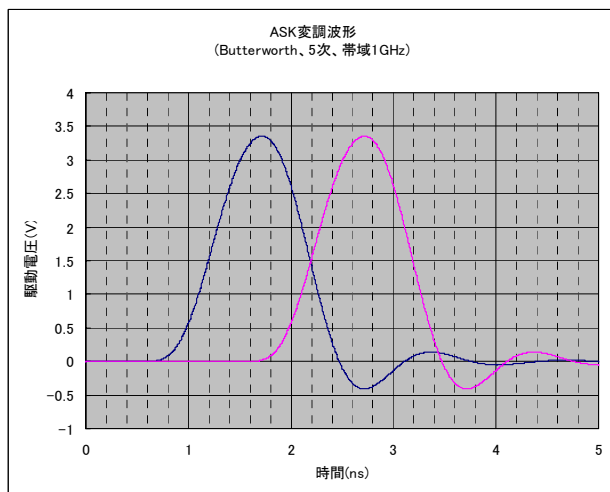
短パルスの占有帯域幅



短パルスはそのままでは扱えずらく、通常はLPFを通して送信変調パルスとする。その際、占有帯域の広がりを抑えるため最適なフィルタ設計を行う。

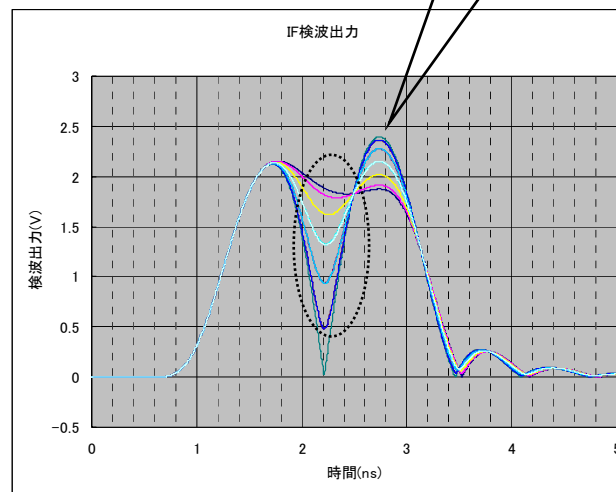
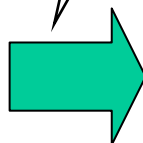
LPFによる帯域制限の例
1nsのパルスに帯域制限フィルタとして、5次のButterworth、及び5次のBesselをLPFとして用いたパルス波形。

帯域制限後の分離分解能の検討例



波形の重なった部分はそれぞれの反射波の位相で合成される。(位相はランダムと考える)

LPFによりパルス波形がなまり、時間的に重なる部分が出てくるため、分離に影響が出てくる。

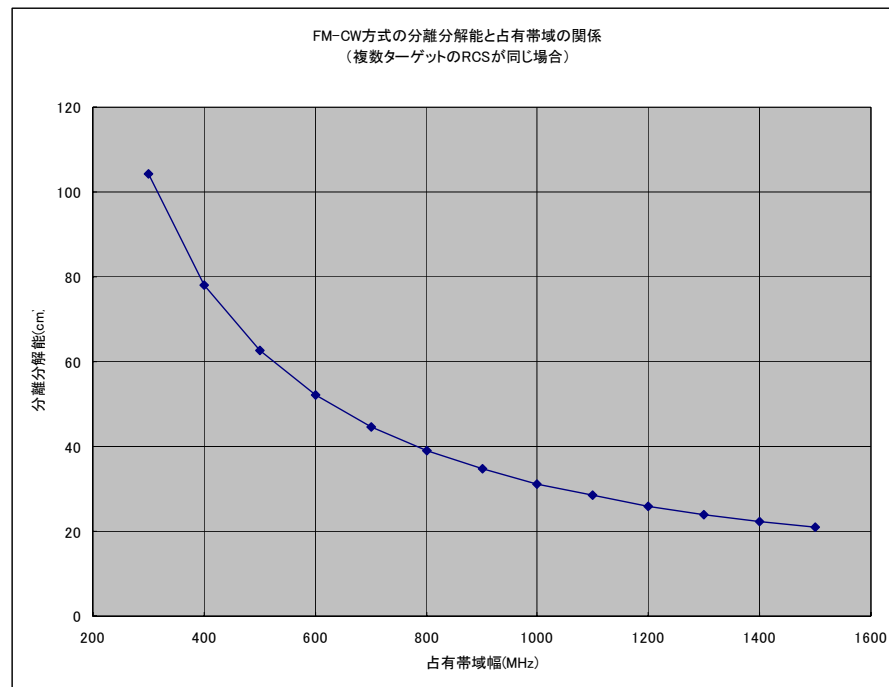


(参考)

ミリ波レーダによる高分離分解能の実現

高分離分解能化のレーダ方式によりいくつかの方策が考えられる。

- ・FM-CW方式レーダ: 周波数偏移幅(Δf)の拡大で実現可能
- ・パルスレーダ: 短パルス化が有効



グラフはFM-CW方式における占有帯域幅 (Δf)と分離分解能の関係を示す。
FM-CW方式では、帯域幅1.5GHzでも20cmのターゲット距離差を分離できず、20cmが現実的な分離能力の限界と考えられる。