

# 手押し式 GPR の送信装置開発と地下構造体の検出

1220176 山本 耕大 (宇宙地球探査システム研究室)

(指導教員 山本 真行 教授)

## 1. 背景と目的

有人宇宙探査に向けた惑星・衛星探査では、地下資源の探査が求められている。GPR(Ground Penetrating Radar)とは、横軸が走査方向、縦軸が時間となる A スキャングラフを取得し、地下構造を検出する地下探査レーダである。本研究は m オーダーの地下構造の可視化を目的に手押し式 GPR の送信装置開発を行った。

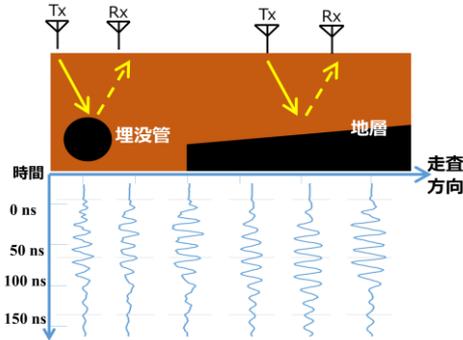


図 1 A スキャンのイメージ

## 2. GPR について

GPR とは、数百 kHz~数 GHz の電磁波を地面に放射し、反射体から返ってきた電磁波の振幅成分を調べることで、非破壊によって地中の内部構造を可視化できる物理探査装置である(図 2)。

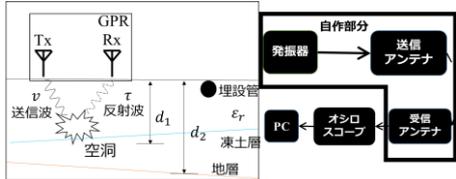


図 2 GPR による地下構造の把握(左)とシステム概念図(右)

地中における電磁波速度  $v$ [m/s](式(1)), 往復走時時間  $\tau$ [s], 地下深度  $d$ [m]は式(1)(2)で計算できる。  $c$ は光速,  $f$ [Hz]は送信周波数,  $\epsilon_r$ は比誘電率である。 検出空間分解能  $l$ [m]は式(3)で算出

$$v = \frac{c}{\sqrt{\epsilon_r}} \quad \text{---式(1)}$$

$$d = \frac{v\tau}{2} \quad \text{---式(2)}$$

$$l = \frac{v}{f} \quad \text{---式(3)}$$

## 3. 実験手法

自作 GPR(表 1, 図 2)は、ノート PC, バッテリー, 自作発振器, オシロスコープを台車に載せ、アンテナを台車底面に取り付けた。 発振周波数は 92 MHz(分解能 1.3 m)であり、送信パルスは 3 回である。 開発した自作 GPR が、地中探査レーダとして機能するかを試すため屋外観測実験を行った(図 3)。

表 1 自作 GPR の機材

項目	型番・サイズ
発振器	Arty Z7(10 ~ 400 MHz)
アンテナ	ダイポールアンテナ
オシロスコープ	Agilent Technologies DSO1022A(DC~200 MHz)



図 2 手押し式 GPR

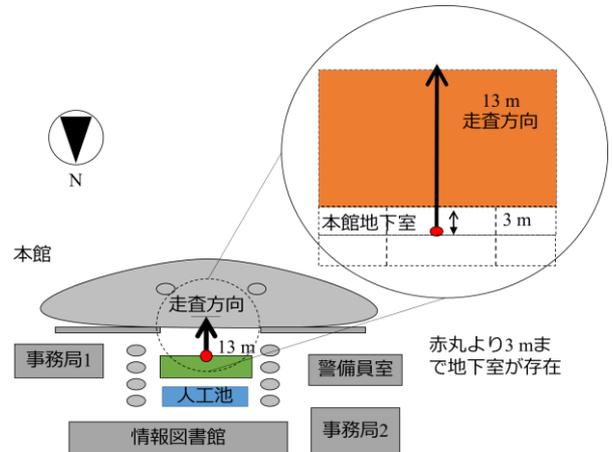


図 3 地下構造体観測実験場(左)と地下構造(右)

高知工科大学香美キャンパス本館で地下構造体(深さ 6 m)の反射波形を観測する実験を行った。 走査方向は図 3 の赤丸から南に 13 m までである。 地盤はコンクリート( $\epsilon_r = 6$ )であるため式(1)より、地中の電磁波速度  $v$  は、 $122.5 \times 10^6$  m/s である。

## 4. 実験結果

反射波形に構造体と思われる明確な差がみられた(図 4)。

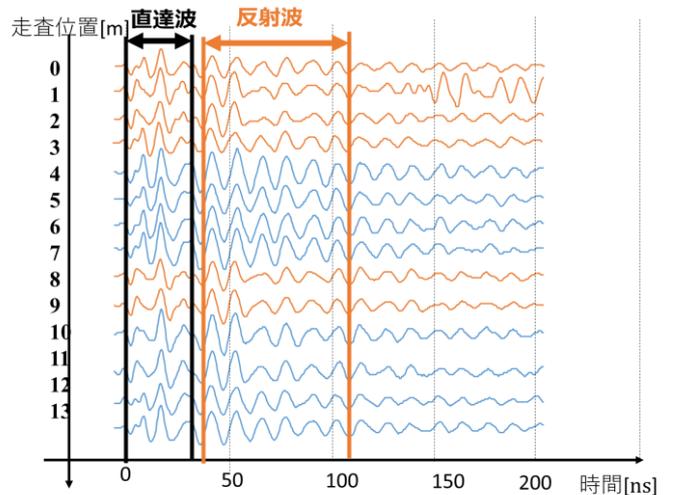


図 4 地下構造体の反射波形観測実験結果

走査位置が、0~4 m および 8~9 m(図 4 橙色の波形)では、時間  $\tau = 60$  ns から 100 ns までの区間の振幅の差が明確であることから、地下構造体の比誘電率の差が表れていると推定される。

## 5. 評価とまとめ

時間が 60~70 ns のとき反射波の振幅の変化が明確であることが分かる。 反射波の変化は、比誘電率が異なる層が、式(2)より深度 3.9 m の位置に存在していることを示している。 しかし、その内部構造や物性の特定を行うことは出来ないこのことから、A スキャンの信号処理を行う必要があることが考えられる。

以上の評価から、地下構造体反射波形観測実験により、5 ~ 6 m 級以上の地下構造体を検知することが確かめられ、基礎実験としての目的を達成できたと言える。

### 参考文献

[1] 水永秀樹, 九州大学出版会, “はじめの一步 物理探査学入門”, p.250, 2019.