

## 高温超電導 SQUID を用いた電磁検層の検討

### Study of cross well electromagnetic measurement utilizing HTS-SQUID

超電導センシング技術研究組合<sup>1</sup>, 三井金属資源開発<sup>2</sup>, 石油天然ガス・金属鉱物資源機構<sup>3</sup>

○波頭経裕<sup>1</sup>, 塚本晃<sup>1</sup>, 安達成司<sup>1</sup>, 渡辺英久<sup>2</sup>, 石川秀浩<sup>2</sup>, 岡田力<sup>2</sup>, 加藤文人<sup>3</sup>, 国司洋介<sup>3</sup>,

吉松圭太<sup>3</sup>, 原田誠<sup>3</sup>, 田辺圭一<sup>1</sup>

SUSTERA<sup>1</sup>, MINDECO<sup>2</sup>, JOGMEC<sup>3</sup>

○ T. Hato<sup>1</sup>, A. Tsukamoto<sup>1</sup>, S. Adachi<sup>1</sup>, H. Watanabe<sup>2</sup>, H. Ishikawa<sup>2</sup>, C Okada<sup>2</sup>, A. Kato<sup>3</sup>, Y. Kunishi<sup>3</sup>,

K. Yoshimatsu<sup>3</sup>, M. Harada<sup>3</sup>, K. Tanabe<sup>1</sup>

E-mail: hato@sustera.or.jp

我々は、CO<sub>2</sub> を地下に圧入して石油増進回収を行う、いわゆる CO<sub>2</sub>-EOR (Enhanced Oil Recovery) における CO<sub>2</sub> の地中モニタリング用の高温超電導 SQUID システムを開発中である。従来、孔井近傍しかできなかった検査層を、より広域の検層を実現するのが課題の一つである。前回は地下 300m での SQUID 冷却方法について報告したが、今回はシミュレーションと実験から、SQUID を用いた電磁検層の広域化について検討する。

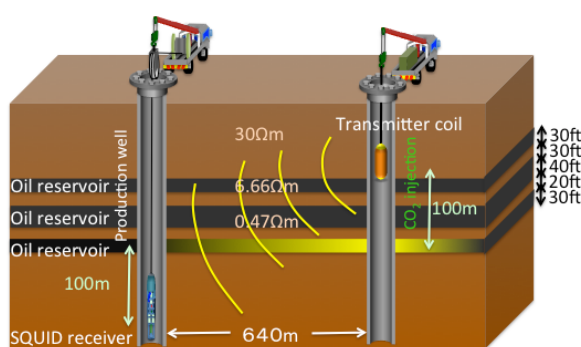


Fig. 1. Model for simulation of cross well electromagnetic measurement.

まず有限要素法による電磁界シミュレーションでは、図 1 に示すように 3 層の石油貯留層を仮定し、そのうち最下層の貯留層に CO<sub>2</sub> を圧入することを想定した。CO<sub>2</sub> は貯留層内を均質に進むと仮定し、送受信井戸の間隔を 640m、送信磁場モーメントを 20000Am<sup>2</sup> とした。コイルはターゲット貯留層の上方 100m に、SQUID 受信機は下方 100m に設置したと仮定した。実際にはコイルやセンサの位置を様々変えて総合的に解析を行うものだ

が、今回はコイルとセンサの位置は固定し、CO<sub>2</sub> が 0m から 640m に進む間の二次磁場の変化を計算した。図 2 に最大二次磁場強度の初期状態 (0m) からの変化を示す。ホワイトノイズレベル 30fT/√Hz、サンプリング周波数 50kHz、スタック回数を 1000 回とした場合、ノイズレベルは 0.6pT 程度で、SQUID を応用したことで距離 640m 離れた場合でもモニタリングできる可能性を確認することができた。テストフィールドにて行った実験では 800m での送受信を確認することができた。

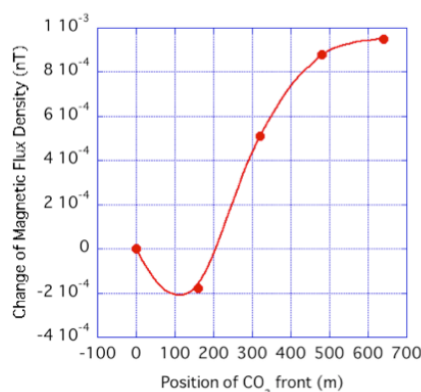


Fig. 2. Change of magnetic signal as a function of position of CO<sub>2</sub> front.

**謝辞** 本研究は、平成 26 年度技術ソリューション事業「高感度磁気センサ (SQUID) を用いた広域電磁検層システムの開発プロジェクト」として、石油天然ガス・金属鉱物資源機構 (JOGMEC) の委託により実施したものである。

[1] 波頭 他, 第 63 回 応用物理学会 春季学術講演会 2016 春 21p-W833-3 (2016)