

## X線CT画像のビームハードニング偽像を抑制できるタングステン系造影剤の提案 Use of sodium polytungstate as an X-ray contrast agent to reduce beam hardening in hydrogeological experiments

中島 善人<sup>1\*</sup>  
NAKASHIMA, Yoshito<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>産総研  
<sup>1</sup>AIST

X線 computed tomography (CT) は、試料を非破壊でイメージングできるので (中島・中野, 2013)、室内実験のモニタリングツールとして地球科学で汎用されている。たとえば CO<sub>2</sub> 地中貯留や石油 EOR に関する室内実験では、コア試料の相対浸透率曲線の横軸 (流体置換率) や残留油 (あるいは残留ガス) 飽和度の高精度計測を目的として、多孔質なコア試料内部の複雑なダルシー流れを X線CTを用いて可視化している。その際、高濃度のヨウ素造影剤を流体にドープするのが一般的であるが、ヨウ素を使うとビームハードニング偽像 (多色性X線が原因で、均一試料にもかかわらず試料表面から内部に行くほど画像が暗くなる現象) が強くなり、定量的なCT画像解析が困難になる危険がある。さまざまな造影剤を想定したCT画像計算機シミュレーション研究 (Nakashima and Nakano, 2012; Nakashima and Nakano, 2014) は、ヨウ素より K 吸収端のエネルギーが大きい造影剤が優秀 (ビームハードニングを抑制するという意味で) であることを示唆している。そこで、今研究では、タングステンを含む造影剤 (ポリタングステン酸ナトリウム、Na<sub>6</sub>H<sub>2</sub>W<sub>12</sub>O<sub>40</sub>) を実験的に試してみた (Nakashima, 2013)。内径 56mm のプラスチック円筒容器に粒径約 200 ミクロンの豊浦標準砂を空隙率 39vol.% で充填し、その空隙をヨウ素系 (KI 9.16 wt%) とタングステン系 (Na<sub>6</sub>H<sub>2</sub>W<sub>12</sub>O<sub>40</sub> 8.80 wt.%) の2種類の造影剤を含む水溶液で満たし、医療用CTで二次元スライスを撮影した (加速電圧 130kV, 5mm slice thickness, ビームハードニング補正処理なし)。結果は、図1のとおり、タングステン系造影剤の方がビームハードニングを抑制していることが確認できた。ポリタングステン酸ナトリウムは、ヨウ素同様に重元素が陰イオンである (粘土鉱物表面に吸着されない) うえに、重元素化合物には珍しく比較的化学的に安定で人体に無害であり、重液としてすでに商品化されているので、ヨウ素よりビームハードニング偽像を抑制できる造影剤として今後期待できる。

### 謝辞:

医療用CT実験は、高知大学海洋コア総合研究センター共同利用研究 (13B034) のもとで海洋研究開発機構の協力により実施された。

### 参考文献:

- Nakashima, Y. and Nakano, T. (2012) *Analytical Sciences*, 28, 1133-1138. <http://dx.doi.org/10.2116/analsci.28.1133>  
Nakashima, Y. (2013) *Journal of Hydrology and Hydromechanics*, 61, 347-351. <http://dx.doi.org/10.2478/johh-2013-0043>  
中島善人・中野 司 (2013) *GSJ 地質ニュース*, vol.2, No.3, 86-90. [https://www.gsj.jp/data/gcn/gsj\\_cn\\_vol2.no3.86-90.pdf](https://www.gsj.jp/data/gcn/gsj_cn_vol2.no3.86-90.pdf)  
Nakashima, Y. and Nakano, T. (2014) *Journal of X-Ray Science and Technology*, 22, 91-103. <http://dx.doi.org/10.3233/XST-130411>

キーワード: ビームハードニング, X線CT, 造影剤, ダルシー流, 相対浸透率, 多相流

Keywords: beam hardening, contrast agent, Darcy flow, porous media, multi-phase flow, relative permeability

HRE31-P01

会場:3 階ポスター会場

時間:5 月 2 日 16:15-17:30

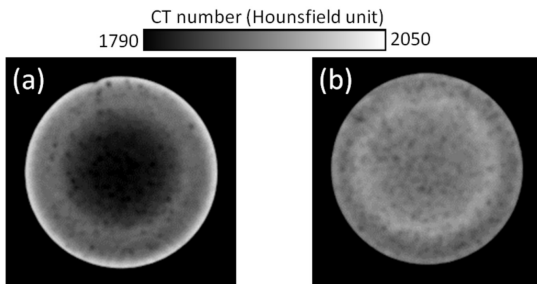


Fig. 1. Two-dimensional CT slices of homogeneous sand pack samples (diameter, 56 mm) saturated with a heavy-element-bearing fluid. Each image dimension is  $210^2$  voxels =  $66^2$  mm<sup>2</sup>. The image for KI 9.16 wt.% (a) shows marked beam hardening compared with  $\text{Na}_6\text{H}_2\text{W}_{12}\text{O}_{40}$  8.80 wt.% (b). Numerous dark spots are small bubbles.

## テキサス州ファンズワース CO<sub>2</sub>-EOR サイトでの重力モニタリング Gravity monitoring at the Farnsworth CO<sub>2</sub>-EOR site, TX

杉原 光彦<sup>1\*</sup>; 名和 一成<sup>1</sup>; 相馬 宣和<sup>1</sup>; 石戸 経士<sup>1</sup>; 宮川 歩夢<sup>1</sup>; 田中 明子<sup>1</sup>; 西 祐司<sup>1</sup>  
SUGIHARA, Mituhiko<sup>1\*</sup>; NAWA, Kazunari<sup>1</sup>; SOMA, Nobukazu<sup>1</sup>; ISHIDO, Tsuneo<sup>1</sup>; MIYAKAWA, Ayumu<sup>1</sup>; TANAKA, Akiko<sup>1</sup>; NISHI, Yuji<sup>1</sup>

<sup>1</sup>産総研

<sup>1</sup>AIST

基準点で絶対重力測定を行いつつ可搬型相対重力計で観測網を巡回測定することを繰り返すハイブリッド重力モニタリングはよく適用される。私たちは、ハイブリッド重力モニタリングに超伝導重力計による高感度重力連続測定を加えたスーパーハイブリッド重力モニタリングをテキサス州ファンズワース CO<sub>2</sub>-EOR サイトで実施している。2014 年春に予定される CO<sub>2</sub> 圧入開始の前にベースライン測定を行ってきた。超伝導重力計 iGrav による連続測定は 2013 年 1 月から始め、一時中断後、2013 年 12 月から再開した。蓄積された連続観測記録は潮汐成分解析の際に平均的な気圧応答も評価した。さらに並行して実施している気象観測記録（気圧、降雨量、積雪量、土壌水分など）との比較によって、平均的な気圧応答の他に、局所的な気圧変化や地下水分布変化の影響を解析した。調査地域の地上部は灌漑システムに支えられた大規模農場があり、地下水の影響と灌漑による地下水のくみ上げと土壌水分の変化も質量変化に効くと予想される。そこで灌漑システムの稼働状況のモニターも実施して影響を見積もった。本研究は、経済産業省からの委託研究「平成 25 年度二酸化炭素回収・貯蔵安全性評価技術開発事業（弾性波探査を補完する CO<sub>2</sub> 挙動評価技術の開発）」の一部として実施した。

キーワード: ファンズワース, CO<sub>2</sub> 地中貯留, EOR, 重力モニタリング, 超伝導重力計

Keywords: Fansworth, CO<sub>2</sub>-EOR, gravity monitoring, superconducting gravimeter