

<p>研究テーマ</p>	<p>小型配管検査ロボットに関する研究 ～第7報：自己位置計測器の精度向上～</p>
<p>学 生 名</p>	<p>立花綾野</p>
<p>1. 緒言</p> <p>我国では昭和40年代以降，下水道事業の実施都市が急増し，各地で下水道整備の普及が促進されてきた．しかし，管理施設の増加とともに，長期使用施設の老朽化が顕在化している．このような背景から，近年では作業員の負担を軽減するために，ロボットを用いた検査が活発に行われている．</p> <p>そこで，自律で持ち運びが容易な小型配管検査ロボットの開発を行ってきた^{(1)~(2)}．現在は，自律型小型配管検査ロボットの自律制御のひとつである直進制御について検証する段階にあり，そのためにロボットの位置を計測するための機器が必要となっている．しかし，管内での移動軌跡を計測するためには，3次元位置計測器が必要であり，高価で大掛かりなものになってしまう．そこで我々は，安価で3次元位置計測が行えるARToolKitに着目した．ARToolKitとは1台のWebカメラとマーカーのみで3次元位置計測が行える便利なソフトウェア（ライブラリ）のことである．本論文では，このARToolKitを用いた3次元位置計測器における”新たなキャリブレーション手法”について述べる．</p> <p>2. 自律型小型配管検査ロボット</p> <p>自律型小型配管検査ロボットを図1に示す．この小型配管検査ロボットは直径150 [mm]もしくは200 [mm]の配管内を撮影しながら自律で異常箇所を検査する．また，マンホールの真下を検知し，検査開始地点に戻ってくる．さらに，障害物を検知した場合は，その障害物を押し除けることができるか判断し，不可能な場合は検査を中断し帰還する．</p>  <p>Fig. 1 Autonomous pipe inspection robot</p> <p>3. 3次元位置計測器</p> <p>3次元位置計測器は上部に取り付けられたカメラによって下部のマーカーを検出するものとなっている．また，下部のマーカーを取り付けた床面は6</p>	<p>自由度（6軸ステージ）を有しており，自由に姿勢を変えることが可能である．これにより，配管内で傾いたロボットと同じ状態を表現することが可能となり，ARToolKitの精度を現場と近い状態で検証することができる．また，計測における精度を向上させるために①カメラキャリブレーション，②ソフトウェアの再帰的補正，③ハードウェアの組み付けおよび加工誤差のキャリブレーションを行っている．</p> <p>4. 新たなキャリブレーション手法</p> <p>これまでのハードウェアキャリブレーションは平面を対象としたものであり，傾き誤差（3次元）を考慮していない．そのため，カメラの真下の位置（目標位置）に基準ARマーカーを寄せられるものの傾きまでは修正できなかった．そこで，キャリブレーションを3次元に拡張することで精度を向上させることとした．3次元でのキャリブレーションを行うためには，カメラの真下の目標位置を算出し，基準ARマーカーの姿勢も考慮し，3次元目標位置へ移動させなければならない．また，基準ARマーカーを3次元目標位置へ移動するためには，3次元目標位置に対する逆運動学を解くことにより各関節値を算出し，移動距離・角度を求める．</p> <p>5. 結言</p> <p>本論文では，自律型小型配管検査ロボットとARToolKitによる3次元位置計測器について述べた．また，計測器の精度向上のための3つのキャリブレーションについても述べた．さらに，ハードウェアキャリブレーションの2次元から3次元へ拡張方法についても述べた．</p> <p>今後は，この3次元位置計測器を用いて，直進制御の検証実験を行い，最適な制御方式を導き出す予定である．</p> <p>文献</p> <p>(1) 前田 弘文，河村 拓弥，藤田 和友，伊藤 嘉基，佐々木 俊一，後藤 幹雄，“配管検査ロボットに関する研究開発 -第1報：小型化のための試作機設計-”，弓削商船高等専門学校紀要第36号（2014），pp.79～82．</p> <p>(2) 前田 弘文，伊藤 嘉基，佐々木 俊一，後藤 幹雄，“配管検査ロボットに関する研究開発 -第2報：メンテナンス向上のための試作機設計-”，弓削商船高等専門学校紀要第37号（2015），pp.75～79．</p>