

## 火山観測用自走式センサー「ほむら」の開発およびフィールド試験報告

### Development of mobile sensor for volcanic observation "HOMURA" and reports of test campaigns

金子 克哉<sup>1\*</sup>, 伊藤 公一<sup>2</sup>, 安部 祐一<sup>2</sup>

Katsuya Kaneko<sup>1\*</sup>, Koichi Ito<sup>2</sup>, Yuichi Anbe<sup>2</sup>

<sup>1</sup>京大・人環, <sup>2</sup>京大・理

<sup>1</sup>HES, Kyoto Univ., <sup>2</sup>Sci., Kyoto Univ.

活動的火山の諸現象の推移を明らかにし、噴火予測や噴火ダイナミクスの理解を行うためには、火口近傍さらには火口内における諸現象のモニタリングが必須である。現状では、火口近傍においては、火山活動の静穏時に設置された火口カメラによる監視、地震観測等の地球物理学的観測が行われている。しかしながら、全ての活火山に充実した観測体制を敷くことは現実的に難しい。また、刻々と変化する火山活動現象に対して、その現象に応じた観測機器を設置しようとしても、すでに活発化している火口近傍に近づくことは非常に危険であり、行いたい観測ができない場合もある。これまで、いくつかの火山探査ロボットの開発が試みられてきたが、いまだ実用的な運用報告はなされていない。

この現状を打破し、活動状態にある火山の刻々と変化する火口内およびごく近傍の機動的観測を安全に実現するため、本研究では、「火山観測用自走式センサー「ほむら」」の開発を行うことを目的とする。ほむらは、これまで誰もなしえなかった活動的火山火口内の機動的無人観測を継続的に実現するものでありたい。そのため、火山フィールドを熟知する火山学者として、高度なロボティクス技術を追求するのではなく、火口内観測に特化した現実的なロボットシステムを作り上げることを基本姿勢とする。我々はほむらの開発に着手し、実際の火山火口において現実的な試験運用を可能とするプロトタイプを完成させた。本発表では、ほむらのコンセプトを示し、そのシステムの概要、および火山フィールドで行われた試験結果について報告する。

我々は、「火口活動をしているが、人間が火口縁まで近づくことができる火山火口において、火口縁から目視により操縦され、火口底まで降り、搭載したセンサーで観測活動ができる移動体」としてほむらを作ることとした。そのため、これまでの火山観測用無人ロボットの試験レポートを検討し、(i)転倒・転覆により簡単に走行不能にならない、(ii)低コストの製作・運搬・運用の2点を開発コンセプトとした。コンセプト(i)は、火山フィールドは単にロボットが走行するだけでも過酷な環境であり、ロボットの転倒・転覆が極めて高い確率で起こるという認識のもとで、コンセプト(ii)は、製作や運搬に高いコストが必要なロボットでは、試験や実際の運用を行うときに、その高コストが障害となっているという認識のもと設定された。また、ほむらが火口内において移動し観測を行うために、具体的に備える能力として、30度程度の斜面の登降坂、1 km以上の無線による双方向デジタル通信、搭載したセンサーの測定データのリアルタイム取得、の3つが可能であることを設定した。以上のコンセプトを指針とし、設定した能力を備えるシステムとして、ほむらのプロトタイプおよび基地局システムを製作した。

ほむら車体は、2mm厚のアルミニウム材よりなり、サイズ約780 x 560 x 300mm、重さ約10kgの、電動モーターで走行する6輪車である。最高速度は時速2kmで、連続1.5時間の走行が可能である。ほむら車体は、車体形状と車輪に特徴を持つ。車体は、上下対称の形状であり、正常姿勢にあるときに最も重心が低くなるように設計されている。そのため、ほむらは転覆して上下がさかさまになったとしても、そのままの状態で行走でき、横倒しになりにくく、簡単に走行不能に

なることはない（コンセプトi）。車輪は、直径約30cmの五角形星型の9mm厚のベニヤ板車輪であり、不整地の走行、段差の乗り越えに優れた性能を示す。ほむらの制御は、搭載されたワンチップコンピュータにより行われる。ほむらは、基地局と、無線による双方向デジタル通信（データ転送速度14.3 kbps）により結ばれ、基地局からの命令により、走行し、また搭載したセンサーによるデータ取得を行い、基地局へリアルタイムで送信される。ほむらは小型であり、ペイロードがあまり大きくないため、搭載するセンサーは小型軽量のものを独自に開発する必要がある。現在、カメラ、GPS、温度計、放射温度計、湿度計などのセンサーを試験的に開発し、試験に用いている。ほむらの製作費はセンサーを別にすれば、20万円以下となっており、これまでの火山探査ロボットに比べ桁違いの低コストとなっている（コンセプトii）。

2009年3月に阿蘇中岳第一火口縁にて、2009年10月伊豆大島三原山裏砂漠にて、不整地斜面の走行および登降坂の試験、無線通信操縦試験、センサーデータのリアルタイム取得試験を行い、ほむらプロトタイプが設定した能力を満たしていることを確認した。現在、火口内近傍観測を行うため求められる映像およびガスセンサーの開発を行っている。2010年3月に、三宅島において、長距離の火山斜面の登坂、および、カルデラ縁からカルデラ壁への下降試験を予定である。発表時にはその結果も報告する。

キーワード:観測ロボット,火口内観測,UGV,火山モニタリング

Keywords: robot for volcanic observation, exploration inside craters, UGV, volcanic monitoring