

自律型無人ヘリコプターによる空中磁気測量システムの開発 ～浅間山麓での試験飛行～
小山崇夫、武尾実、金子隆之（東京大学地震研究所）、柳沢孝寿（海洋研究開発機構、IFREE）、
本田嘉明、梶原康司（千葉大学環境リモートセンシング研究センター）

Development of airborne magnetic survey system by an unmanned helicopter
Takao Koyama, Minoru Takeo, Takayuki Kaneko (ERI, Univ. Tokyo), Takatoshi Yanagisawa (IFREE,
JAMSTEC), Yoshiaki Honda, Kouji Kajiura (CERES, Chiba Univ.)

We are developing the system which can survey the magnetic field by using the unmanned helicopter in order to make highly resolved magnetic surveys at the fields such as a summit of the active volcano where men cannot enter. The radio controlled helicopter has a cesium magnetometer at the end of the stinger on its side. This helicopter also has a GPS system and can fly on a precise course within the accuracy of tens cm. We carried out test flight surveys at the foot of Mt. Asama. The main purposes of these tests are to try the flight with a long stinger at a high land which is about 1500 m height above the sea and to see how distant the magnetic sensor should be apart from the body of the helicopter. We tried several flights with a stinger of different lengths. The helicopter could have a flight almost stably at about 30 m height above the land in 100 m x 100 m area. The magnetic intensity by the effect of the body of the helicopter is about 80 nT at 1.3 m distant from the center of the body, but is less than 5 nT at 2.5 m which is almost acceptable to measure the change of the geomagnetic field by the volcanic activity. Therefore we will try to develop a much more stable system with a stinger longer than 2.5 m by mainly losing its weight.

火山活動モニタリングを目的として、無人ヘリコプターを用いたレーザープロファイリングやサンプル採取等のシステム開発を千葉大学と東大地震研が共同しておこなっている。その一環として、無人ヘリコプターを利用して空中磁気測量試験をおこなった。ヘリコプターはコンピュータ制御で自律飛行できるため、繰り返し同一測線で観測を行うことで、火山活動による磁化変化のモニタリングをすることを目標としている。ヘリコプターへの負荷を下げるため、スティンガー型を採用し、今回は主に機体磁気の影響を調べることを目的とした。また、実際の高度での作業を想定し、浅間山麓（標高およそ1550m）で試験飛行を行った（Fig. 1）。

ヘリコプターの機体磁気を調べるために、機首の方向を変えてホバーリング飛行を行い、全磁力を測定した。センサーはセシウム磁力計を使用した。スティンガー長を何度か変更してテストをおこなった結果、2.5m機体から離せば、機体磁気の影響は5nT以下となり火山活動のモニタリングには十分な精度で測定できることがわかった（Fig. 2）。

スティンガー長の短いものを用いておこなった空中磁気測量試験の結果例をFig. 3に示す。対地高度はおよそ30mである、機体磁気の補正等はしていない。機体磁気の影響あるいは時計のずれの影響とみられるジグザグ模様が見られるが、同一測線上を飛行できおおむね再現性のよい結果が得られることがわかった。

今後はカーボンファイバーなどを使い軽量化をはかることでより長いスティンガーを搭載するようにし、さらにGPSを利用して時計精度を向上させることで高精度の磁場マッピングをおこない、将来の火山活動のモニタリングおよび噴火予知に役立つよう本システム開発を進めていく。

謝辞：試験飛行の際には、YAMAHAオペレーター、千葉大学大学院生、東京大学地震研究所火山噴火予知研究推進センター並びに関係の方々にご協力いただきました。また空中磁気測量に関して、産総研 中塚正氏、京大阿蘇 田中良和教授、宇津木充助手には大変ご教示いただきました。

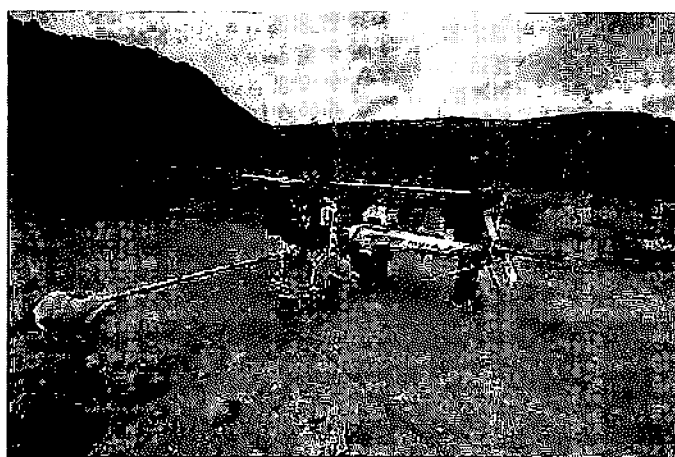


Fig.1 An unmanned helicopter. The magnetic sensor is installed at the end of the stinger on the side of the helicopter. (photo by Dr. Yoshimoto in ERI)

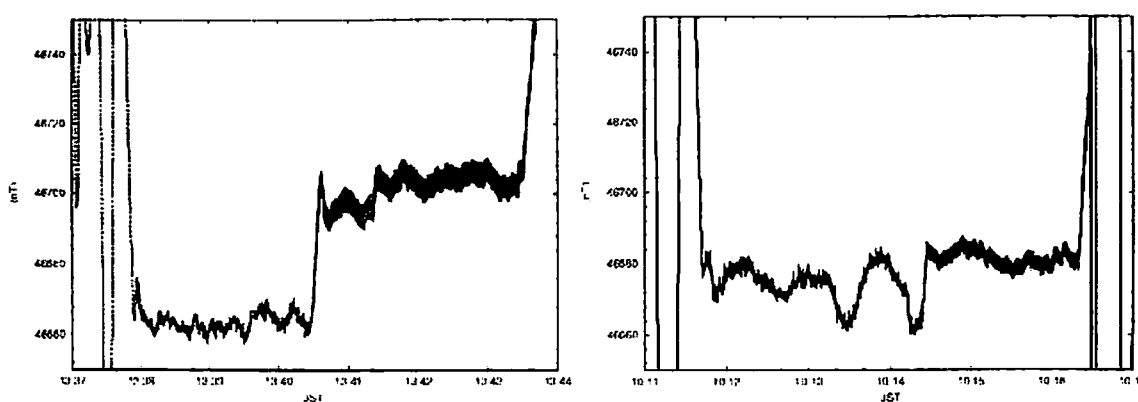


Fig.2 The magnetic effect of the helicopter body. The magnetic field is measured by the helicopter heading two opposite directions in two cases. Stinger lengths are 2.1 m (left) and 2.5 m (right).

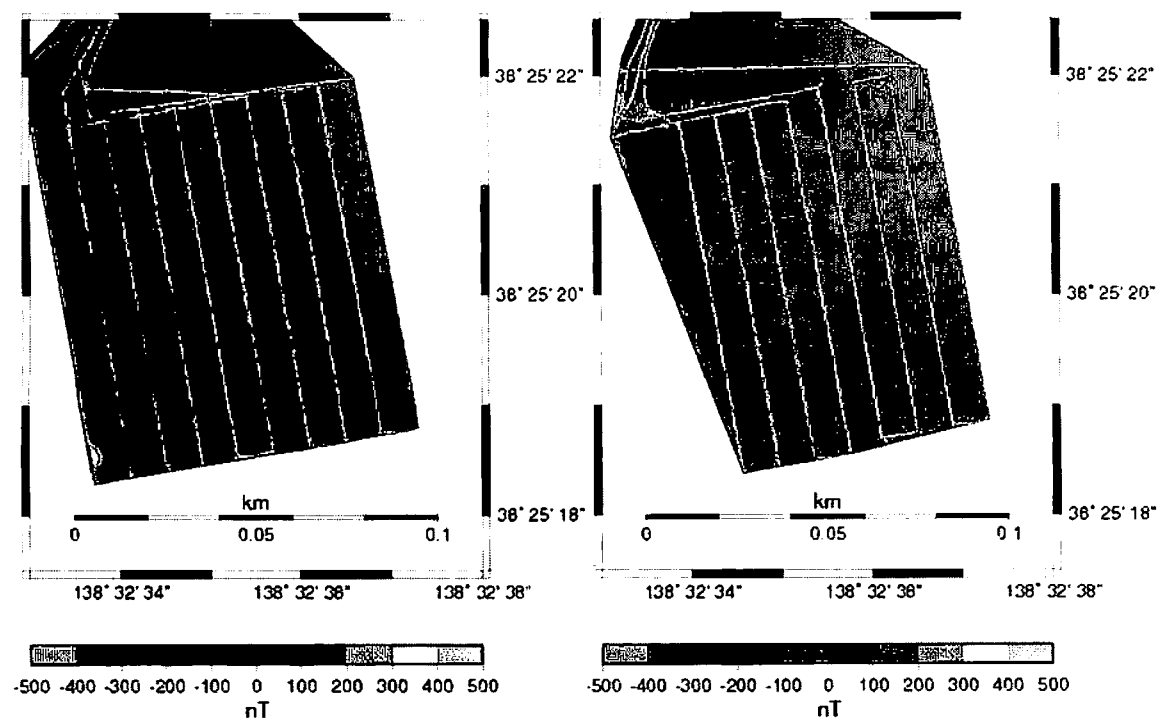


Fig. 3 Magnetic mapping: Stinger lengths are 1.3 m (left) and 2.1 m (right). Red lines show flight tracks of the helicopter.