

(技術資料)

原子力施設事故時の情報遠隔収集ロボット

Information Gathering Robots for Nuclear Accidents



中山準平*

Jumpei Nakayama



杉本雅彦*

Masahiko Sugimoto

When nuclear accidents happen, the recovery efforts have to be started fast to reduce their affects to public as small as possible. To make good recovery effort procedures, accurate information on the present status of the accident is indispensable. Japanese first criticality accident occurred in 1999 taught us the difficulty of information gathering activities under remaining radiations of nuclear accidents. After this accident, Japan Atomic Energy Research Institute (JAERI) have developed information gathering robots (RESQ: Remote Surveillance Squad). In this development project, Kobe Steel took charge of fabrication of the early information gathering robots (RESQ-A).

まえがき = 原子力施設で事故が発生した場合、事故の影響を最小限とするために、早急に復旧活動を開始する必要がある。復旧活動の要は正確な情報に基づく計画作りにあり、事故現場情報を素早く収集することが重要である。1999年に発生した国内初の臨界事故では、事故後に現場から発生した放射線の影響により容易に人が近づけず、情報収集が難航するという事態に遭遇した。このため、日本原子力研究所では、下記の事故時情報遠隔収集ロボット (RESQ:Remote Surveillance Squad) の製作を行った。

RESQ-A (初期情報収集用)

RESQ-B (詳細情報収集用)

RESQ-C (試料等収集用)

当社は、本開発プロジェクトで初期情報収集ロボット (RESQ-A) の製作を(株)日立製作所の下で実施したので、その成果を報告する。

1. 初期情報収集ロボットの開発方針

原子力施設での事故発生直後は、通常と異なる様々な条件が情報収集活動を困難にする。特に、事故により発生した放射線の影響範囲が判らないので人が無闇に接近できないことが問題である。この問題を解決するには、予め情報収集機材を搭載したロボットを用意しておき事故現場に派遣するしかない。初期情報収集ロボット (RESQ-A) の開発の狙いは、このように困難が伴う事故直後の初期情報収集活動を迅速に開始することにある。

事故現場に急行するという性質から、小型軽量化を図りつつ必要な初期情報を収集することができるロボットを目標に、開発が行われた。小型軽量化なロボットのメリットは、人手で上げ下ろしができ、日本全国どこにでも乗用車などで容易に運搬可能であるため、情報収集が素

早く開始できることである。

ロボットを小型軽量化するためには、まず搭載する機能を絞り込む必要がある。そこで本開発では、収集すべき情報を主に施設内部での初動活動に関する以下の情報とした。

放射線の線量率 (線, 中性子線)

視覚情報 (施設の破損状況)

聴覚情報 (施設の異常音)

機器温度 (機器などの表面温度)

そして、目標とするロボットの仕様は以下のように設定した。

重量: 人間が容易に移動できる重量

寸法: 片扉 (幅 900mm, 高さ 1 800mm) を通過できる寸法

作動時間: バッテリーで 1 時間以上の連続運転が可能
遠隔操作性: 無線では見通して 200m の距離から遠隔操縦できること

2. 開発結果

写真 1 に開発した初期情報収集ロボット (RESQ-A, YELLOW & RED) を示す。また、機能を図 1 に示す。

最も重視した「小型軽量」の達成度合いは以下のとおり満足できるものであった。

重量: 約 50kg

寸法: 幅 400mm, 長さ 580mm, 高さ 550mm

ロボットを軽量化するため、構造材は全てアルミで製作した。また、情報カメラを床面から約 1.7m の高さまで伸縮するためのマストも、既製品を用いず、アルミ板を組合わせて一から製作した。通信機、駆動モータ、バッテリーなどの部品についても各々小型軽量化なものを選定し、全て本体フレーム内に収納できた。

*エンジニアリングカンパニー 原子力本部 CWD 推進部



写真1 初期情報収集ロボット
Photo 1 Early information gathering robots

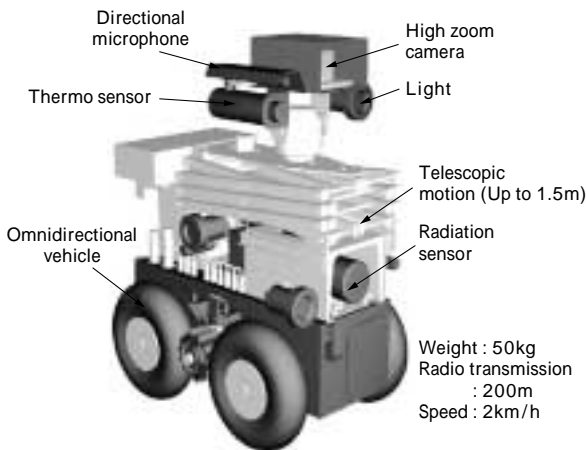


図1 初期情報収集ロボットの機能
Fig. 1 Functions of early information gathering robot

操作盤は、コンテナ内に設置する据置タイプと、現場に持ち出せる可搬タイプ（写真2）を製作した。この可搬式操作盤も、数多くの操作対象を少数のスイッチで操作できる集中操作卓（写真3）の開発と液晶モニタなど軽量部品の採用により軽量化し、1人で背負って歩ける重さとした。初期情報収集ロボットの仕様を表1に示す。

3. ロボットの操作方法

本ロボットは、可搬型操作盤または据置型操作盤のいずれか一方の操作盤から、有線または無線にて遠隔操作されるものである。本ロボットの操作の特徴は以下のとおりである。

1) 走行動作操作

本ロボットは4つの車輪にて前後に走行する。また、左右のタイヤが反対方向に回転することによって、曲がったり旋回したりすることができるため、細かい姿勢制御が可能となり、動きがたいへん滑らかである。操縦は、ジョイスティックを前後に倒すと前進・後進し、真横に倒すと右旋回・左旋回する。斜めに倒すと直進と旋回の複合的な動きとなり、倒す角度によって様々な半径の円弧を描いて走行することができる。

2) 情報収集部の操作

本ロボットの台車部には情報収集用カメラの昇降操



写真2 可搬式操作盤
Photo 2 Transportable controller



写真3 集中操作卓
Photo 3 Concentrated control panel

表1 初期情報収集ロボットの仕様
Table 1 Specification of early information gathering robot

Items	Specification
Information gathering function	Radiation (γ-ray, neutron) Image Sound Temperature
Max. speed	Approx. 2.0km/h
Crossable barriers	Height 50mm, Width 200mm
Grad ability	10 degrees
Available power	Commercial or battery
Control	Radio transmission or cable
Dimension	Width 400mm Length 580mm Height 550mm
Weight	Approx. 50kg

作及びパン/チルト操作が可能な雲台機構を有している。また、情報収集用カメラにはズーム機能も有している。これらの操作は切替スイッチを選択することにより1本のジョイスティックにより実施する。

3) 視覚及び聴覚の操作

視覚情報として、情報収集用カメラ1台及び走行監

視用カメラ4台が搭載されている。これらの内、任意のカメラ1台の映像を操作盤上のモニタに写すには切替スイッチで選択する。各カメラごとに設置した照明は、選択したカメラの照明のみが点灯するようにしている。

モニタ上の画像は必要に応じて2分割して表示できる機能を有しており、片方にリアルタイムの画像を表示し、もう一方に過去の静止画を表示することができる。

また、聴覚情報として、情報収集カメラと同一方向を向いた指向性マイクロホン、及び無指向性マイクロホンの2種類が搭載されており、切替操作によりどちらかの音声を操作盤で聞くことができる。

4) 計装器類の操作

本ロボットには、中性子線 / 線モニタ、放射温度計、積算距離計、バッテリー残量計が搭載されている。操作盤のスイッチを用いてこれらの計器を on にすると、計測された数値はモニタの画像情報の上にリアルタイムで表示される。

4. ロボットの安全機能

安全のために以下の機能を設けている。

1) 通信トラブルによる暴走抑止

無線操作時には、ロボットと操作盤間で特定の命令が送信されていない場合でも常に状態モニタリングを実施する。状態モニタの結果、通信不良が一定時間継続すると、無線機は自動で通信を停止し、ロボットは無線による命令を受付けない。この場合は、操作盤側の通信スイッチを操作することで通信を再開させる。

ジョイスティックにはスプリングバック機能を有しており、外力を加えない場合には中立位置に復帰する。また、中立位置では電磁ブレーキが作動することにより、停止状態を維持する。

走行異常時及び停止中の誤操作防止を考慮して、ジョイスティックの命令をスイッチにて解除できる。

上記いずれの操作にも係わらずロボットが異常な動作をした場合には、緊急停止スイッチによりロボットを瞬時に停止させる。

2) ロボットの走行安定性の確保

情報収集マストを延ばした状態では、重心位置が高くなり転倒の危険性があるため、ロボットの走行はマストが最下部まで縮んだ状態でのみ可能となる。

むすび= ロボット開発は、既製品の組み合わせだけでは対応できない分野であることから、机上の自由な発想で進められる面白さがある反面、しばしば実用性に乏しい結果になりがちである。今回の初期情報収集ロボットの製作では、設計・製作・試運転を通じて、いかに実用的な製品とするかを問われ、貴重な知見を得ることができた。

本開発プロジェクトで指揮をとられた、日本原子力研究所バックエンド技術部核燃料施設解体技術室の皆さん、(株)日立製作所の皆さんに感謝いたします。