交流のひろば/agora ―*crosstalking*―

IT 活用　高齢化にらむ　除雪ロボット

渡　辺　　諒

積雪の多い地方における，除雪作業の負担軽減を目的とした，除雪ロボットの開発を行う。除雪機のロボット化により，新しいサービスと今までの除雪機には無い付加価値を創出することを目的とする。本稿では，高齢化の進む地方の除雪作業における問題点と，これまでに試作した除雪ロボットを紹介し，更なる高付加価値創出へ向けた展望を述べる。
キーワード：除雪，ロボット，高齢化社会

1. はじめに

福島県会津若松市は積雪の多い地方である。冬になると毎日のように雪が降り，夜の内に積もった雪を，朝早く除雪するところから一日が始まる。

公道においては，県や市の委託を受けた組織の，重機による除雪が行われるが，個人の敷地内は除雪対象となっていない。個人の敷地内の除雪は，基本的には個人が行い，難しい際は建設会社などに委託し除雪してもらう場合もある。

一般に豪雪地帯と呼ばれる東北地方などでは，世帯ごとに何らかの雪処理機器を導入しており，導入経費として 50 ～ 100 万円を，年間維持費として 2 ～ 3 万円かけている世帯が全体の半数近くを占める [1)]。

2. 除雪作業

一般的な除雪方法である，雪かきシャベルを使った雪かきは，成人男性でも大変な作業で，女性や高齢者が毎日行うのは困難である。特に高齢化が進んでいる地方では，高齢者のみで住んでいる住宅が多く，十分な除雪が行えずにいる家も多く存在する [2)]。

日常的に雪かきが必要となる場合，自治体や個人で除雪機を購入し，除雪作業を行うケースも存在する。除雪機を使った除雪方法は，短時間で広い範囲を除雪できる一方で，重たい除雪機を取り扱うのは難しく，事故などトラブルも多く，手軽とは言い難い。

また，これら除雪作業に共通する点として，除雪作業中 1 ～ 2 時間にわたって，作業者が寒い屋外に出る必要がある。

3. 除雪ロボットの開発

除雪作業における問題を解決する目的で，除雪ロボットの開発を行う。製作した試作 1 号機の概観を**図―1** に，諸元を**表―1** に示す。

図―1　試作 1 号機概観

表―1　試作 1 号機諸元

型式	遠隔操作型除雪ロボット　AIZ-03
サイズ（W×D×H）mm	390×800×1300（全方位カメラ部含む）
除雪能力	積雪～ 15 cm
駆動方式	二輪独立駆動
速度	～ 3.0 km/h（三段変速）
重量	約 100 kg
駆動時間	約 1 h（連続除雪時）
電源	バッテリ（ブレード部：12 V，64 Ah） バッテリ（その他：24 V，6.7 Ah）
カメラ	全方位カメラ× 1，前方カメラ× 1
シュータ回転角度	90 度

15 cm までの積雪を対象としており，ロボット前方からブレードによって雪を掻き込み，左右に角度の変えられるガイドに沿って，雪を斜め前方に飛ばす。車輪は既存のインホイルモータを応用したもので，左右独立に駆動し，差動によって機体の進行方向を変える。

バッテリは 12 V バッテリと 24 V バッテリの二系統を積んでおり，最大連続稼働時間が 1 時間となる。

更に，ロボットには，前方カメラと全方位カメラ，そして無線通信装置を取り付けてある。操作者はタブレット型 PC に映し出された前方カメラと全方位カメラの映像を見て，ロボットの遠隔無線操作を行い，屋内から除雪作業を行うことができる。これにより除雪作業中の寒さに対する負担を軽減する。

また，ロボットの操作は専用のソフトで行い操作者は画面上の方向ボタンを押すのみで，ロボットを動かすため，除雪機や雪の重さを感じることなく，除雪作業を行うことができ，肉体的な負担から解放されることとなる。

しかし，現実にロボットの重量は 100 kg あり，重い雪を飛ばす為の除雪ブレードは力強く回転しながら除雪作業が行われる。カメラで見ながら操作を行うとはいえ，環境中の人や物を危険な状態に曝す，リスクが高い機械といえる。

4. 除雪ロボットの軽量化

試作 1 号機の問題に対し，ロボットの小型軽量化を考える。ロボット自体の重量を減らすことで，本質的に機体の持つエネルギーを減らし，安全性を高めることを目的とする。駆動機構はそのままに，車輪の小径化，除雪方法の変更，ロボット上方の全方位カメラを取り外すことで小型軽量化を行う。

製作した試作 2 号機の概観を**図―2** に，諸元を**表―2** に示す。

降り積もった雪を飛ばす一般的な除雪機の除雪方法は，除雪部のモータに高いトルクと回転速度が必要となり，消費電力が大きく，1 時間の稼働時間を得るにはバッテリの大型化が必須となる。

図―2 試作 2 号機概観

表―2 試作 2 号機諸元

型式	遠隔操作型除雪ロボット AIZ-06
サイズ（W × D × H）mm	400 × 480 × 230
除雪能力	積雪～ 3 cm
駆動方式	二輪独立駆動
速度	～ 1.7 km/h
重量	約 20 kg
駆動時間	約 2 h（連続除雪時）
電源	バッテリ（24 V，10 Ah）

そこで，試作 2 号機では降り積もった後除雪するのではなく，降り始めから除雪を行う。降り始めから稼働し，最大 3 cm 以上降り積もらせないことを目的とする。また，除雪機構には高速回転するブレードやブロアを使って雪を飛ばすのではなく，穀物搬送機などに利用されているスクリューを用いて，雪を進行方向に対して垂直横向きに搬送する。この方式は，掃き掃除のような，雪を少量ずつ，除雪対象範囲外へ寄せることで除雪を行う。

上記除雪方法の変更により，ロボット全体の省電力化が可能となり，試作 1 号機に使われていた 24 V バッテリと同程度の重量のバッテリ一つを搭載し，最大連続稼働時間を 2 時間まで延長した。重量を減らすことで走行のための駆動モータも小型省電力化し，結果的に機体重量を試作 1 号機の 5 分の 1 程度，20 kg と軽量化を実現した。

また，人との衝突時の危害を減らすため，角張った部分を覆う，丸みのあるデザインカウルを取り付けた。

5. 除雪ロボットの自律制御

除雪方法を降り始めから行う方式は，瞬間的なエネルギーは小さくできるが，降り止むまで作業し続ける必要がある。屋内から遠隔操作ができたとしても，人が長時間作業し続けるのは，困難であり，作業としては受け容れがたい。

そこで，ロボットに GPS と車輪の回転数を把握するエンコーダを取り付け，ロボットの自律化を図る。

自律化し無人作業が実現すれば，長時間の作業となっても，ロボットが作業時間の長さに不満を訴える可能性は低い。また，夜中寝ている間に雪が降り始めたとしても，ロボットが代わりに作業を行うことで，除雪作業から始まる朝を迎えることもない。

現段階では自己位置を 2 m 程度の誤差で把握することは可能だが，除雪方法に適した自己経路の設計が未実装であるため，自律作業を行ったとしても自己位置を維持するだけのランダムな動きをするにとどまる。

6. おわりに

除雪作業の負担軽減を目的とする遠隔操作可能な除雪ロボットを製作した。

試作 1 号機ではタブレット PC で屋内からの無線通信を実現し，試作 2 号機では，遠隔操作のリスクを取り除くため機体重量 20 kg までの軽量化を実現した。更に自律作業による無人化を図り，自己位置推定の検討を行った。

展望として，外界センサとしてカメラを追加し，画像処理による経路設計を実現し，作業の完全自律化を検討している。

JCMA

《参 考 文 献》

1）やまがたゆきみらい推進機構，“平成 19 年度山形県北村山地域雪対策に関するアンケート調査結果報告書”，1998.
2）内閣府，“高齢社会白書”，2013.

[筆者紹介]
渡辺　諒（わたなべ　りょう）
㈱アイザック
研究開発部
研究員