

課題情報シート

テーマ名 :	遠隔操作型除雪作業用ロボットシステムの開発				
担当指導員名 :	中田 英次、松田 孝、恩田邦夫	実施年度 :	25 年度		
施設名 :	北海道職業能力開発大学校				
課程名 :	応用課程	訓練科名 :	生産システム技術系		
課題の区分 :	開発課題	学生数 :	12	時間 :	54 単位 (972h)

課題制作・開発のポイント

【開発（制作）のポイント】

社会的な問題や課題となっていることに対応したテーマ、機械、電子、情報の3分野の技術要素がバランスよく含まれた課題としました。また開発製作したものを動作させ、その成果が学生にもわかるような課題としました。平成24年度から除雪ロボットだけでなく、運搬ロボットをシステムに加え、ロボット制御における自動化技術やGPSを利用した位置情報認識技術の習得も内容に加えました。

【学生数の内訳】機械部製作5名、電子部製作5名、情報部製作2名

【訓練（指導）のポイント】

モチベーションの維持、スケジュールの順守を指導のポイントとしました。

・モチベーションの維持について

一年間学生にモチベーションを維持させるのは大変です。そのための一つの方策として、できるだけ学生の考えで製作させることとしました。学生は自分が考えたものであれば最後までやり抜くからです。また各学生の担当部を明確にし、設計から製作まで責任を持ってやるように指導しました。

・スケジュールの順守について

スケジュールがどうしても遅れがちになるため、ガントチャートを作成させ、リーダー、サブリーダーを中心にスケジュール順守に努めさせました。進捗状況をキチンと報告、板書させてスケジュール管理（見える化）をしました。

課題に関する問い合わせ先

施設名 : 北海道職業能力開発大学校
住所 : 〒047-0292 北海道小樽市銭函3丁目190番地
電話番号 : TEL(0134)62-3553 代表)
施設 Web アドレス : <http://www3.jeed.or.jp/hokkaido/college/>

遠隔操作型除雪作業用ロボットシステムの開発

Dチーム

生産機械システム技術科 ○久保和也, 久保大貴, 鈴木啓章, 松本将志, 山崎剛
 生産電子システム技術科 ◎滝澤光基, ○竹内雄哉, 井上若菜, 小川航平, 吉田晴香, 吉原誠
 生産情報システム技術科 ○川端亮佑, 八木澤公平

1. はじめに

遠隔操作ロボットシステムを実現するため、単純な動作を自動化し、作業をするロボットシステムを開発する。その具体例として、屋内から遠隔操作で除雪ができる遠隔操作型除雪作業用ロボットシステムを構築する。

本年度は、「1人で2台のロボットを操作し除雪できるシステム」というコンセプトを元に改善を行った。昨年度開発された除雪車（以後、旧除雪車という）をリモコンによる遠隔操作を行い、昨年度開発された雪運搬車（以後、旧雪運搬車という）を自動化する。

旧除雪車はカメラ部の視界改善・車高上げによる走行性の向上、旧雪運搬車は舵取り機構による機動性向上・位置情報高度化システムによる正確な位置を元にした自動走行を目指した。

2. システムについて

2.1 除雪作業の流れ

図1のような作業環境を想定する。除雪車が雪をすくい、定位置に止まっている雪運搬車に雪を入れる。雪運搬車は一定量の雪がたまる時、自動で雪を捨てて行く。雪を捨てている間に除雪車は再び雪をすくい、定位置に戻った雪運搬車に雪を入れる。この作業を繰り返して除雪を行う。

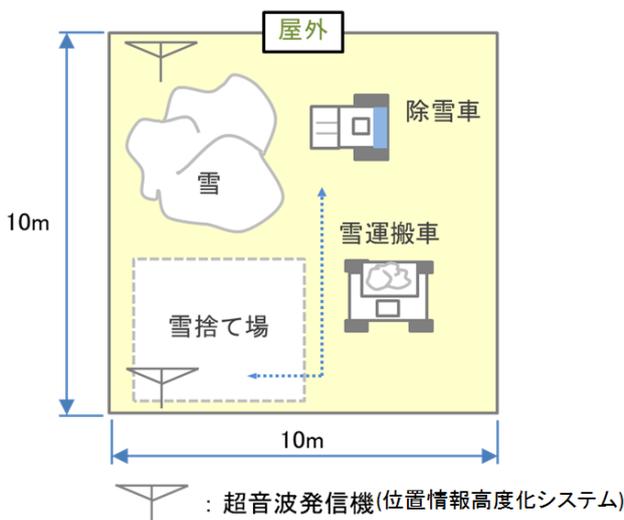


図1 作業環境の想定図

2.2 システム構成

除雪車・雪運搬車のシステム構成を下図に示します。

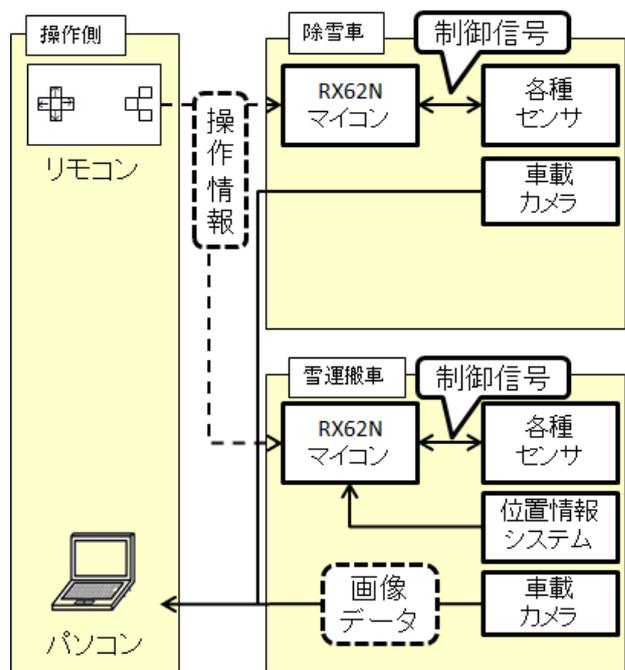


図2 システム構成図

除雪作業において、オペレータはリモコンを操作し、各車両に動作指示を送って操作する。

オペレータからの指示を受けとったマイコンは、その指示に従って、モータやバケットなど各種機器を動作させる。

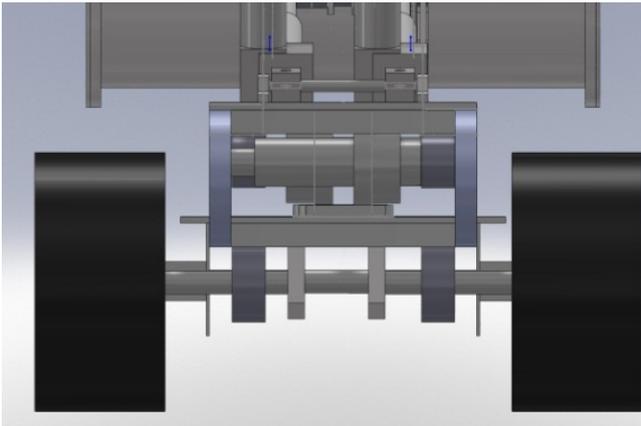
※雪運搬車は、基本的に超音波により検出された位置情報に基づき、決められた場所に自動で移動する。機体の位置にずれが生じた場合、リモコンを用いて直接操作し、手動で正確な位置に移動することが可能となっている。

3. 車体機構

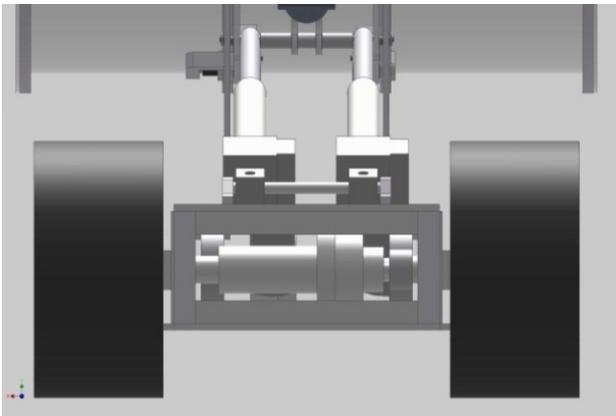
3. 1 除雪車本体

3. 1. 1 改善点

今年度と旧除雪車の車底を図3に示す。旧除雪車は車底にモータとプーリが入っていた為車高が約90mmと低く、積雪が多いときなどは、走行や除雪作業に支障をきたす可能性が考えられた。そこで、今年度はプーリを車底の下に出すことにより車高を約190mmと大幅に上げることができた。今この改良により、積雪の多い日でも問題なく走行ができるようになった。



今年度の走行部



昨年度の走行部

図3 走行部の比較

また、車底の上昇に伴いアームの長さの変更を行い、約540mmから約640mmに変更した。さらに雪運搬車のバケットのサイズが変更なったので除雪車のバケットの幅を約800mmから約600mmに変更し、内容量は約60ℓから約50ℓになった。

3. 1. 2 構造

今回製作した除雪車を図4、全体の大きさを表1に示す。

表1 除雪車の大きさ

全長	約1500mm
全幅	約840mm
全高	約900mm
最低地上高	約190mm



今年度の除雪車外観



昨年度の除雪車外観

図4 除雪車の比較

3. 2 カメラ部の製作

3. 2. 1 カメラ昇降機能の追加

ラック&ピニオン機構によってカメラの昇降機能を追加する。これによって、除雪車のアームが上がった状態でも、常に前方の視野を確保する。

今回追加したラック&ピニオン機構を図5に示す。モータの駆動によってラックと支柱を上下させる仕組みになっている。ラック材は当初S45Cのものを使用していたが、軽量化のために材料をプラスチックに変更した。

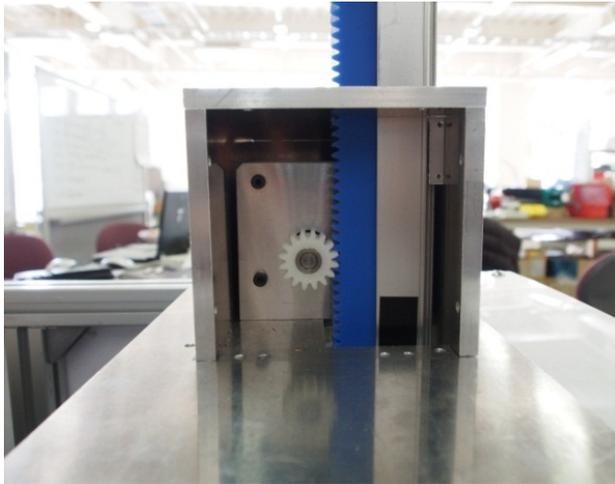


図5 ラック&ピニオン機構

3. 2. 2 カメラ筐体の変更

除雪車のカメラ筐体を図6、雪運搬車のカメラ筐体を図7に示す。カメラのパン・チルト用のモータがRCサーボモータからDCモータに変更になったことに伴って、除雪車のカメラの筐体を小型化して、よりコンパクトな形状を実現した。

これを実現させるにあたって、まず昨年度の除雪車のカメラ筐体ではチルト用のモータが筐体の外に取り付けていたが、これでは外にむき出しの状態になるため、故障の可能性があった。よって今年度はDCモータを筐体の中に取り付け、筐体全体を小さくした。また、昨年度ではカメラとライトが上下に配置されていたものを、横の配置に変更する事によって、筐体が縦に大きくならないようにした。これは、今年度のカメラ部は昇降するので、大きいと安定性が悪くなってしまおうと考えたからである。

カメラ部昇降をスムーズに行うために、機構部・カメラ部の重量を可能な限り軽量化する必要があった。そのため、筐体を支えるフレームはアルミで製作し、肉抜きを多く行った。これにより当初1.2kgほどあったカメラ部の重量を約600gまで減らすことができた。

雪運搬車のカメラ筐体は昨年度のものをそのまま利用し、モータをRCサーボモータからDCモータに取り換えた。



今年度のカメラ外観



昨年度のカメラ外観
図6 カメラ筐体の比較

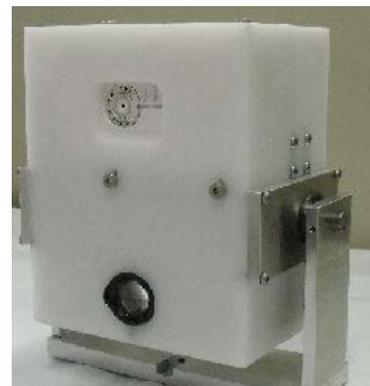


図7 雪運搬車カメラ外観

3. 3 雪運搬車本体

3. 3. 1 改善点

今年度より除雪作業の作業効率を良くするために雪運搬車の設計・製作を行った。

昨年度からの改善点として、いくつか挙げられる。初めに最低地上高を高くすることである。昨年度の最低地上高が71.5mmで走行中車体底が積もった雪に引っ掛かり、走行の妨げになる可能性があったため、今年度は最低地上高を100mmに上げた。

次に舵取り機構の導入である。昨年度までは、左右のタイヤを逆回転させる方法で旋回を試みたがタイヤが滑ったりして旋回することができなかった。今年度から、舵取り機構を取り入れることにより、作業の短縮化、円滑化を図ることにした。

次にダンブ部の取り付け位置の見直しである。昨年度は走行部の上にダンブ部が乗せているため、最低地上高を高くすると、除雪車が雪を捨てようとしても雪運搬車のダンブ部と除雪車のバケット部が接触する恐れがあった。今年度は、ダンブ部の取り付け位置を低くし、除雪車から雪を積みやすくするため、ダンブ部を車体底に取り付けることにした。

3. 3. 2 構造

設計した走行部の構造を図8に、大きさを表2に示す。舵取り機構の導入や、ダンプ部の取り付け位置、最低地上高を高くすることなどを考慮した結果、雪運搬車全体の寸法は、長さ1840mm、幅850mmとなった。

表2 雪運搬車の大きさ

全長	1840mm
全幅	850mm
全高	630mm
最低地上高	100mm



今年度の雪運搬車外観



昨年度の雪運搬車外観

図8 雪運搬車全体図

3. 4 雪運搬車舵取り部

3. 4. 1 構想

旧雪運搬車は前進・後退のみの運搬作業となっており、曲がれなかった。新雪運搬車舵取り機構を導入し、走行中に舵を取ることで、方向転換を行うことができる。図9に舵取り機構で35°回転させた車輪を示す。

舵取り機構は、リンク機構を用いて全てのタイヤを方向転換する方法と、前後にベルト機構を用いて、前輪・後輪を分けて方向転換をする方法を考案した。前者では雪運搬車内全体のスペースを検討した結果、使用しているモータやタイミングプーリが収まらないため、後者のベルト機構採用し、三次元モデリングで実際に35°方向転換できるか確認した。

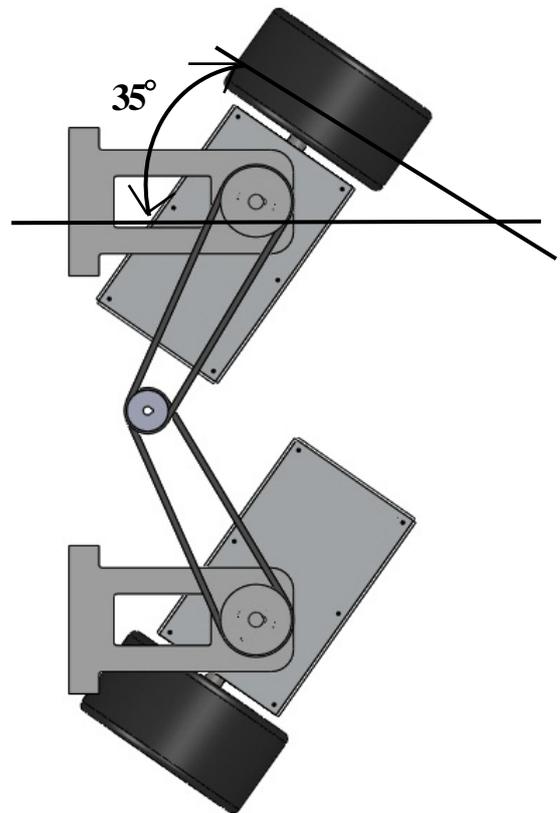


図9 舵取り機構で35°回転させた車輪

3. 4. 2 駆動モータの選定

ベルト機構を動かすためにモータはDME60S6HPAにギアヘッド6DGタイプの減速比25のものを使用することにした。

使用するDCモータは、定格電圧12Vの電源で動作する雪道を走行させるため摩擦係数を0.4、雪運搬車の質量を約150kg、タイヤの半径を100mmと想定すると、必要トルクは $T = 7.35(N \cdot m)$ である。さらに、今回1つのDCモータで2つのタイヤの舵を取るため、 $14.7(N \cdot m)$ 以上のトルクが必要とされた。この時の許容トルクと回転速度を表3に示す。

表3 DCモータの許容トルク

減速比分母	25
回転速度	172r/min
許容トルク	0.53N・m

ギアヘッドのみだとトルクが不足するため、回転数を減速させる代わりにトルクを上げるため AGF2-4OR1 というウォームギアを使用する。回転数を1/40に落とすことで必要なトルク以上のトルク(21.2 N・m)を確保した。

3. 5 雪運搬車ダンプ部

今年度の寸法は表4に示す。ダンプ部が大きいと、走行部の寸法がさらに大きくなるため、この寸法で設計・製作した。なお横800mmの寸法は、除雪車のバケット幅600mmを考慮し、雪を投入しやすくするため、両サイド100mmの間隔を設けた。

表4 ダンプ部の寸法

縦	420mm
横	800mm
高さ	350mm

昨年度はシリンダがむき出しの状態になっていた。構図を図10に示す。今年度は気象条件にとらわれず、作業を効率よく行うため、シリンダの取り付け位置を走行部の内部に変更した。構図と動作を図11に示す。さらにバケットの形状をシリンダが取り付けやすいよう変更した。ダンプの機構はシリンダがピストンすることで、支点を中心に約90度の可動範囲を持つようにした。

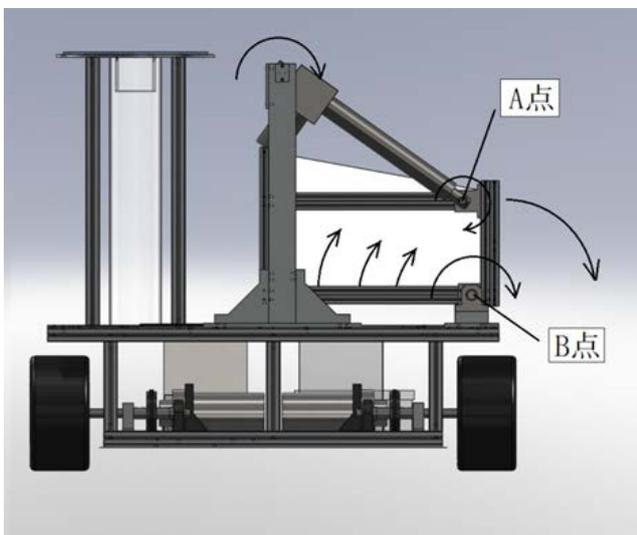
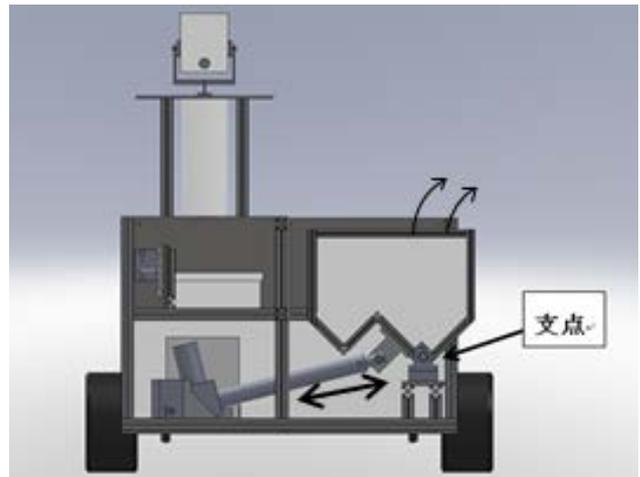
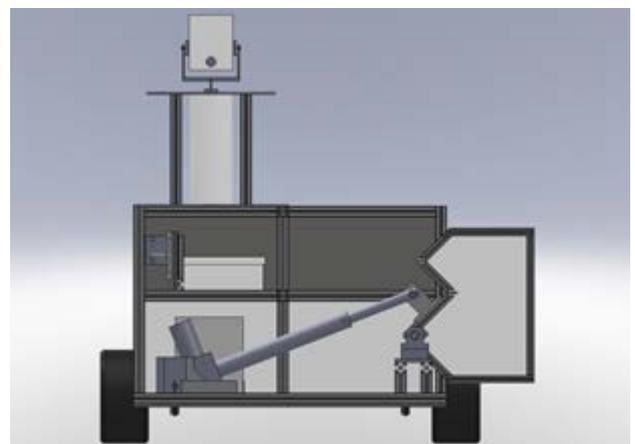


図10 昨年度のダンプの機構



今年度のダンプの構図



90度傾いたダンプ部

図11 今年度のダンプの機構

4. 電子部

4. 1 全体構成

全体構成図は図12のようなになっている。除雪車と雪運搬車は基本的な部分は共通しており、相違点は、駆動部・各種センサ個数と位置情報部の有無である。

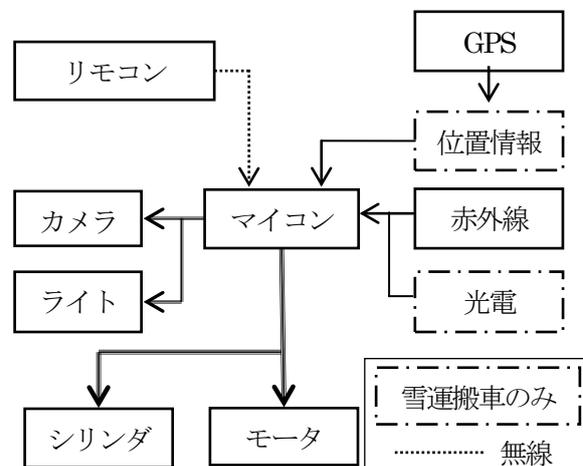


図12 全体構成図

4. 2 電子回路

除雪車、雪運搬車ともに昨年度の電子回路をベースにし、機能の追加に応じて必要な回路を追加して作成した。除雪車の回路はカメラ上下機構のモータ回路、カメラ上下機構用ライトレースセンサ回路、カメラパン用モータ回路を追加した。雪運搬車は舵取り機構用モータ回路、デバック用LED回路を追加した。除雪車、雪運搬車ともにRX62Nマイコンの電源電圧が3.3Vであるのに対し赤外線センサやモータドライバなどの電源電圧が5.0Vや12Vとなっている。そのため、入出力電圧をレベル変換ICを使用し3.3Vへ降圧していたがライトレースセンサなどの動作が不安定になるため、抵抗の分圧で対処を行った。

4. 3 カメラ部

4. 3. 1 カメラ部の視界確保(昇降機構の追加)

構成を図13に示す。カメラ部ではバケットやアームの位置に伴って視界を確保するため、昇降機構を追加した。カメラの上下運動により、除雪車前方の死角をなくす。

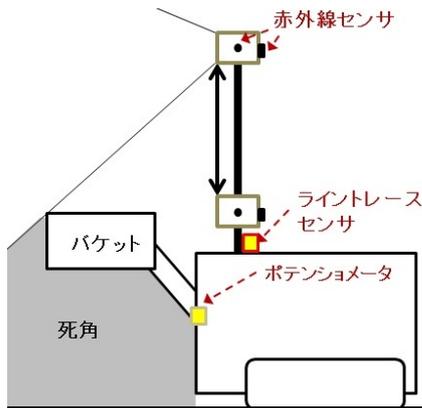
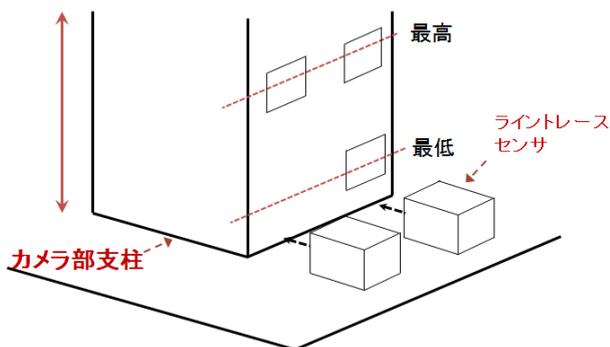
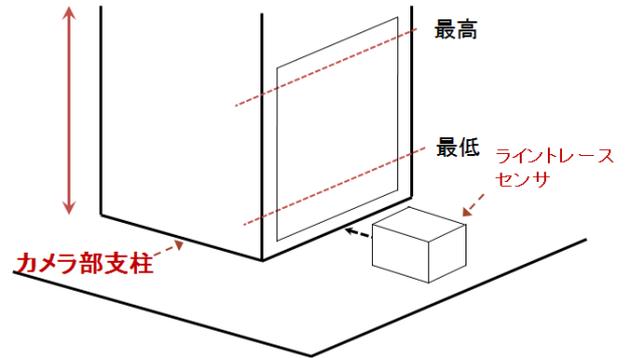


図13 除雪車カメラ部

昇降機構はバケットのポテンシオメータの値に連動して自動で動作する。制御方法を図14に示す。昇降機構の高さの制御のため、3つのライトレースセンサを取り付ける。3つのセンサのうち、1つを誤作動防止用、残り2つを現在位置用に使用する。



現在位置の制御



誤作動防止の制御

図14 昇降機構の制御

4. 3. 2 赤外線センサの位置改良

赤外線センサの取り付け位置を図15に示す。前年度では、除雪車の側面に取り付けていた赤外線センサで人体検知を行っていたが、後方はセンサを設置しておらず、死角が存在した。そのため、カメラ部筐体の側面と後方の3ヶ所にセンサを取り付け、カメラの視界外の検知を重視することにより安全性の向上を図った。

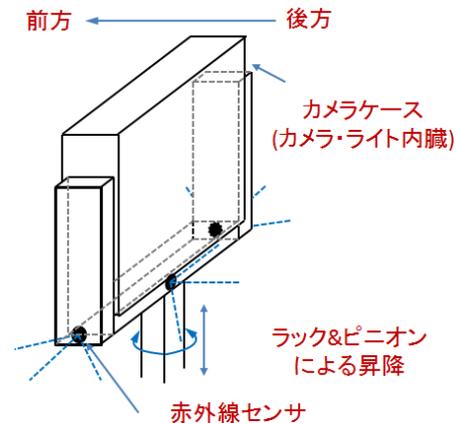


図15 赤外線センサの位置改良

4. 3. 3 旋回機構の改良

前年度のサーボモータは可動領域が左右180度であり、360度自由に旋回することができなかった。そのため、パン用モータをサーボモータからDCギアードモータに変更することで360度の旋回を実現し、スムーズに連続回転を実現した。DCギアードモータを使用することで360度の連続回転とカメラ部のコンパクト化・軽量化することができた。

4. 4 リモコン

市販のゲームパッドを使用すると一目で機能の判断が難しい。そこで、操作性を重視したリモコンを制作する。リモコンを図16に示す。除雪車と雪運搬車のリモコンを一つにすることでリモコンの持ち替えを省略し、一人で操作可能とした。さらに、材料をプラスチックにすることで約1150gから約600gまでの軽量化をはかった。操作性を向上させるため、関連するボタンをまとめ、押しやすい位置に配置する。操作モードをLEDに表示させることで、より視野的に優れたものとした。



今年度のリモコン外観



昨年度のリモコン外観

図16 リモコン

5. 情報部

5. 1 位置情報

雪運搬車の自動走行に必要な位置情報を取得する。GPSを使用する場合、誤差が5mあり、作業中に雪山や除雪車に衝突する恐れがある。よって、超音波を使用してGPS情報の補足をし、精度を向上することで衝突する危険性を減らした。作業環境を図17に示す。

超音波受信装置を雪運搬車に搭載し、超音波発振装置2台を離れた位置に設置する。超音波受信装置と超音波発振装置の距離を、XBeeと超音波で通信して導き出す。動作条件は、2台の超音波発振装置から発する超音波を受信できる位置に超音波受信装置が存在することである。2つの超音波発振機との距離を計測する場合、位置情報は1m毎に分割して判別できる。

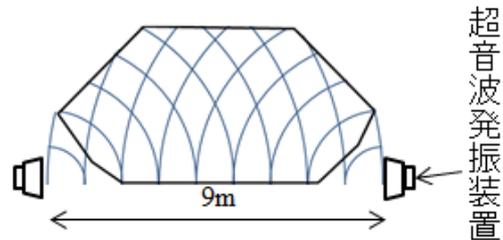


図17 位置情報システムイメージ

超音波受信装置には、超音波を受信するため増幅回路、受信結果をPICマイコンへ入力するためコンパレータ回路を実装した。中央処理にPICマイコンを使用し、GPSとコンパスモジュールからのデータ受信と超音波信号の受信を行う。また、超音波発振装置との通信にXBee、本体基板との通信にRS通信モジュールを搭載した。これを図18に示す。

超音波発振装置には、超音波の生成用発振回路を用いることでXBeeからの受信内容によって超音波を発振するかを判断する。

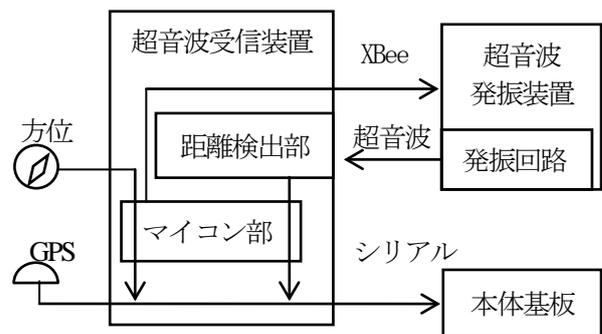


図18 装置構成

各装置間の距離は±0.5mの誤差に収まったが、ソフトウェアの都合上位置情報の誤差は±1m程度となった。また、超音波受信可能範囲限界付近では不安定な動作が見られた。超音波の出力を大きくすれば安定し、広範囲を検出できる。

5. 2 各車体の操作

リモコンから受信した指令に応じ、除雪車と雪運搬車の各機構部分を動作させる。

5. 2. 1 除雪車半自動走行

雪をすくう・すてるなどの動作を一つ一つ操作していた。除雪車は、雪をすくう・すてる動作を自動化し、その他の動作を手動とすることで、操作の負担を減少させた。自動化した動作を図19に示す。

積雪場所へ手動で移動し、すくうボタンを押すことで雪をすくい、前進し、雪を保持する。ボタンを押している間前進し、すくう量を調節できる。この後、雪運搬車のバケット付近まで手動で移動し、すてるボタンを押すことでバケット内の雪を載せ、後退し、移動状態に移行する。ボタンを押している間後退し、雪運搬車との距離を自由に設定できる。

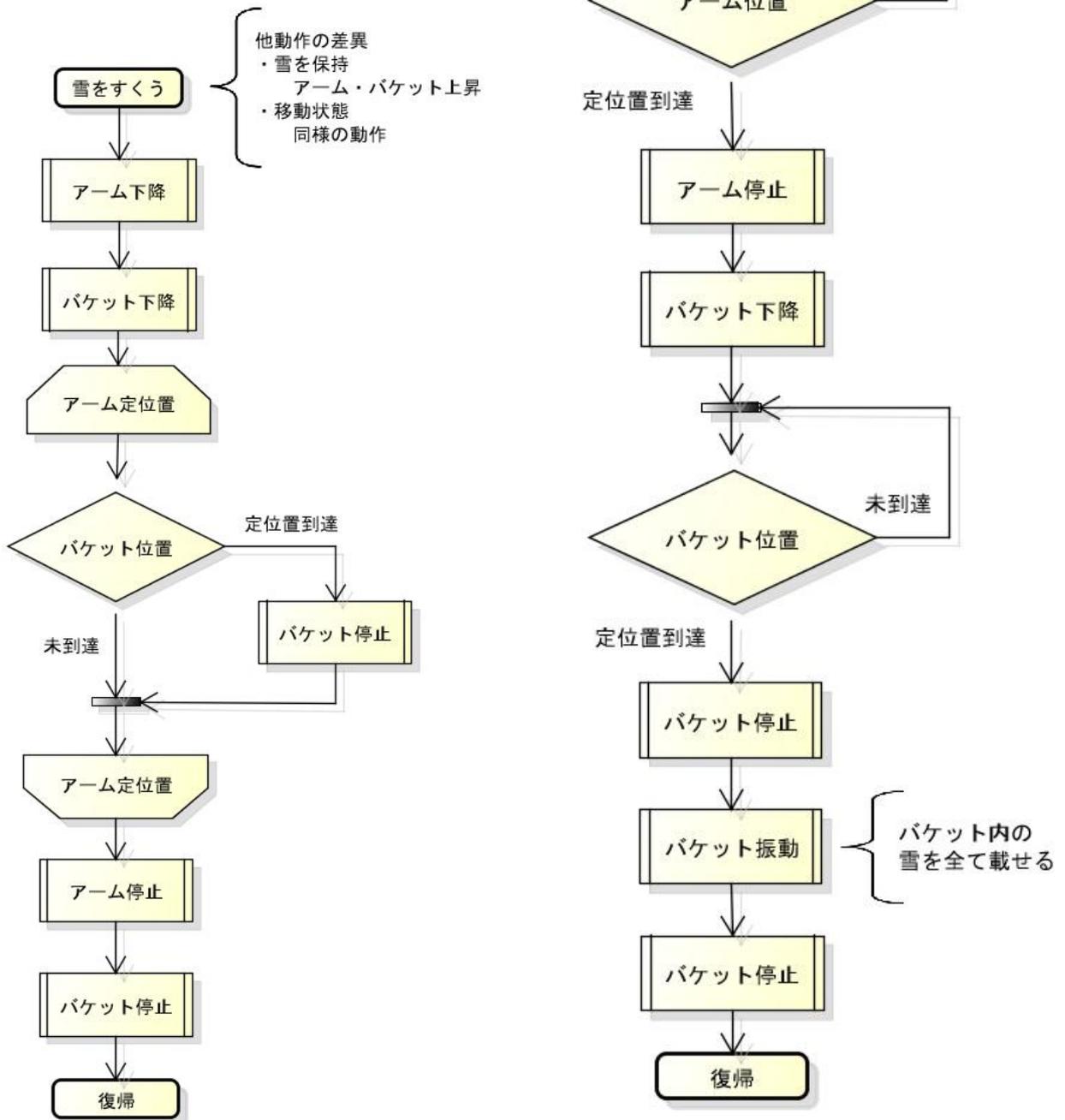


図19 除雪車自動走行部

5. 2. 2 運搬車自動走行

雪運搬車には位置設定用の手動運転（マニュアルモード）と自動走行（オートモード）を切り替えて操作できる。リモコンから手動運転モードから自動走行モードの切り替え指示を受信した場合、雪運搬車は自動走行モードに切り替わる。リモコンでShiftとすくうボタンを同時に押した場合、位置情報部から現在の位置情報を取得し、雪積み地として座標を指定する。同様にShiftと捨てるボタンを同時に押した場合、雪捨て地の座標を指定する。

自動走行の方位算出方式を図20に、動作フローチャートを図21に示す。雪積み地へ移動する際に保存した雪積み地の緯度、経度、方位と現在地の緯度、経度、方位を比較し移動する距離と方位を求め雪積み地へ移動する。方向の修正が必要であれば舵取り機構で方向転換をして目標地の方位に合わせる。雪積み処理は雪運搬車のダンプ部に光電センサにてダンプ内の雪の量を検知する。検知するまで待機し、一定以上の雪が溜まり、除雪車が離れたのを確認し雪捨て地へ移動開始する。雪捨て地へ移動する方法は雪積み地へ移動する方法と同様である。雪捨て地に到着した場合、ダンプ部を傾け雪捨て処理を開始する。雪捨て処理の完了後、再び雪積み地へ戻り雪積み処理を行い、一定量の雪が溜まるまで待機する。

目標座標と現在座標の差から移動距離を算出し、移動方角を計算する。取得する緯度、経度の最小単位は1万分の1度であり、単位をmに換算して利用する。方位情報は分解能が3600となっている。

緯度 1/10000 分あたりの距離[m] : $xL=0.185$

経度 1/10000 分あたりの距離 [m] : $yL=0.135$

$$x[m] = \frac{x2-x1}{xL}$$

$$y[m] = \frac{y2-y1}{yL}$$

$$\text{移動距離 } d[m] = \sqrt{x^2 + y^2}$$

$$\text{角度 } \theta [^\circ] = \tan^{-1} \frac{x}{y}$$

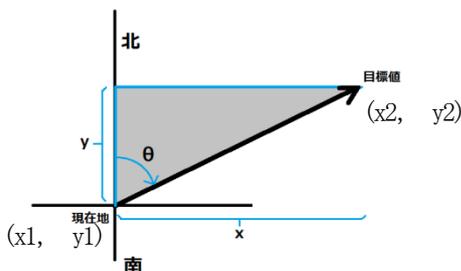


図20 方位算出方式

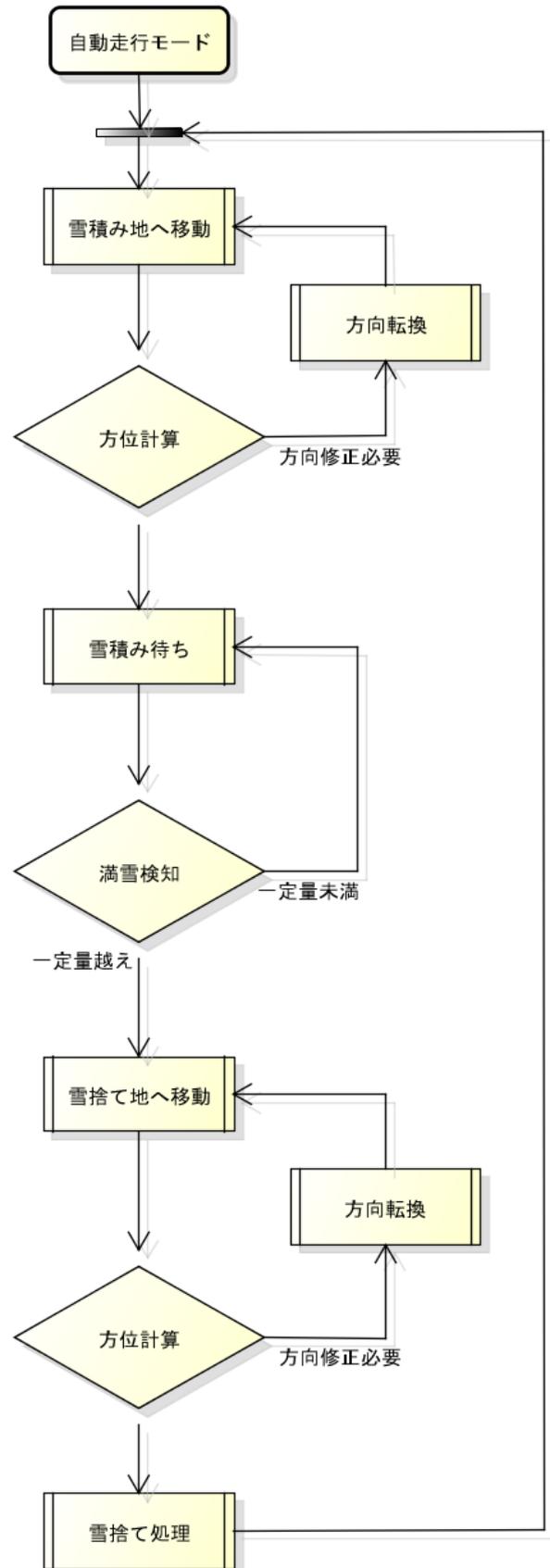


図21 雪運搬車自動走行動作フローチャート

5. 4 パソコン画面

室内から除雪車と雪運搬車のマニュアル操作を行うため、カメラの映像をPCに表示する。このときの映像を図22に示す。

対人・対物センサにより、走行に危険が生じた場合はブザー音を鳴らし、画面を遮るように警告文を表示する。



図22 カメラ映像(除雪車)

さらに、除雪車の動作状態をPCに表示することで、カメラの映像では不明な状態を判断できるようにする。状態の表示画面を図23に示す。

アーム、バケット、カメラの高さを絵と文字で表示する。アームとバケットは三段階、カメラは二段階となっている。異常が発生、もしくは通信が切れた場合はブザー音を鳴らし、画面を遮るように警告文を表示する。



図23 状態表示画面

6. まとめ

6. 1 機械科

今年度の機械部は、除雪車については車高上げや、アーム・バケットの可動範囲の拡張、視界確保のためのカメラ部昇降機構の取り付けを行った。これによって、昨年度までのアームが上昇すると前方の視界が遮られる、という問題が解消された。雪運搬車については、舵取り機構を取り入れることによって、任意の場所に移動することが可能となった。またダンプ部もシリンダの取り付け位置を変更したことによって、ダンプの傾く角度が昨年度よりも大幅に向上した。

6. 2 電子科

除雪車と雪運搬車の改良を行った。大きな改善点として、除雪車では、カメラ昇降機構追加やカメラ部の旋回動作モータの変更、これに伴ったメインの基板の追加製作を行った。赤外線センサの取り付け位置も変更した。雪運搬車は舵取り機構追加による電子回路の変更に伴い、新しく基板の製作を行った。リモコンは、1台で除雪車と雪運搬車の操作ができるようにし、さらに関連するボタンをまとめて配置した。

この課題を通して電子関係の知識の再確認だけではなく他の科と連携して一つの物を作る難しさや不具合があったときの対処の方法を学ぶことができた。

6. 3 情報科

除雪車と雪運搬車を一つのリモコンで遠隔操作し動作を確認できた。雪運搬車の自動走行機能に関しては、昨年GPSのみを使用した位置情報の誤差が5m程度で実用に適していない問題があったが、今年はGPSと超音波センサを使用して位置情報の誤差を1m程度に改善することができた。今後改善した位置情報を基に自動走行の実験をする必要がある。PCの操作画面は、カメラの映像の表示、除雪車のアーム、バケット、カメラ昇降の状態表示を行うことができる。雪運搬車の現在地表示は改善した位置情報を基に修正してGoogleMapに表示をする必要がある。

7. 謝辞

平成25年度開発課題実習を行うに当たって、指導して下さった担当の中田先生、松田先生に多大なご協力をしていただきました。この場をお借りしてお礼申し上げます。

8. 参考文献

平成24年度開発課題実習報告書

課題実習「テーマ設定シート」

作成日：9 月 30日

科名：生産システム技術系

教科の科目		実習テーマ名	
精密機器設計製作課題実習（生産機械システム技術科） 電子装置設計製作課題実習（生産電子システム技術科） 生産ネットワークシステム応用課題実習（生産情報システム技術科） （開発課題実習）		遠隔操作型除雪作業用ロボットシステムの開発	
担当教員		担当学生	
○生産機械システム技術科 中田 英次		○久保和也、久保大貴、鈴木啓章 松本将志、山崎剛	
生産電子システム技術科 松田 孝		◎滝澤光基、○竹内雄哉、井上若菜 小川航平、吉田春香、吉原誠	
生産情報システム技術科 恩田 邦夫		○川畑 亮佑、八木澤公平	
		◎リーダー ○サブリーダー	
課題実習の技能・技術習得目標			
遠隔操作型除雪作業用ロボットシステムの開発を通して、「ものづくり」全工程を行うことにより、複合した技能・技術及びその活用能力（応用力、創造的能力、問題解決能力、管理的能力等）を習得することを目的としている。具体的には、走行機構やリンク機構を主体とした製品設計技術、切削や放電加工を複合的に活用した製品製造技術、各種電子回路設計製作技術、マイコン制御技術、通信ネットワーク技術、ドキュメント作成及び工程管理技術などの習得を目標にする。			
実習テーマの設定背景・取組目標			
実習テーマの設定背景			
温暖化傾向とはいえ、北海道は依然として積雪量が多い状況である。また、お年寄りだけの家庭が多くなってきており、このような家庭では除雪作業は大きな負担となっている。除雪機により作業を行う場合においても、屋外での低温下における作業は過酷な状況である。このような状況から、除雪作業を軽減化するためのロボットシステムの開発を目指すことにした。 本開発に関係する技術的動向を見てみると、世界的な環境問題が提言される中、ソーラーカーやハイブリッドカー、電気自動車などの技術開発が加速され、自動車産業を中心とした製造業の生産構造や携帯端末をはじめとする通信ネットワークシステムが急激に進歩、変化している。 こうした状況を踏まえ、“除雪ロボットシステム”を題材に機構設計及び製造、通信ネットワーク技術による連携動作機能を持つテーマを設定した。			
実習テーマの特徴・概要			
本課題では、家の中からパソコンの画面を見ながら遠隔操作により除雪作業を行う作業ロボットシステムを開発する。昨年度から除雪ロボットの他に雪を搬送して捨てる搬送ロボットを加えた。除雪ロボットは雪を取り込み、所定の場所（A点）にいる搬送ロボットに入れる。搬送ロボットは、雪を捨てる場所（B点）まで運び排雪作業を行い、A点まで戻る。 この一連の作業を行うため、除雪ロボットにはカメラを設置し、画像を無線LANにより監視・遠隔操作用PC（パソコン）に送り、周囲の状況や安全をリアルタイムで確認できるようにする。運搬用ロボットにおいては、GPSを利用した位置認識システムを構築し、2つの地点を自動走行できるようにする。また、操作用PCと各ロボットの通信は昨年度からZigBeeを用いたシステムを構築することにした。 尚、安全作業のためのLEDライト、対人等感知センサの取り付けやロボット内部の保温も行う。			
No	取組目標		
①	課題を解決するために必要な情報を収集し、分析・評価して合理的な手順や方法を提案します。		
②	工程・日程・人材・他部門との関係・予算・リスク等の観点から計画を立て、進捗を調整します。		
③	グループメンバーの意見に耳を傾け、課題解決に向けた目的や目標及び手順や方法について共通の認識を持ちます。		
④	各自が与えられた役割を果たし、グループメンバーをフォローし合って、グループのモチベーションを維持します。		
⑤	装置、回路、システムを設計する際、独自性を持って創意工夫をします。		
⑥	課題各部を設計する際には品質、コスト及び納期をバランス良く調和させます。		
⑦	CADやCAEを援用した機構設計、切削・ワイヤ放電加工・手仕上げの各技術・技能を複合的に活用し、機構部を完成させます。		
⑧	図や表を効率的に利用した分かり易い報告書や発表会予稿原稿を作成し、発表会では伝えたい内容を分かりやすく説明します。		
⑨	5S（整理、整頓、清掃、清潔、躰）の実現に努め、安全衛生活動を行います。		