

# 農業分野 ICT システムの開発事業

－農業機械転倒・転落事故予防システムの開発－

## Development of ICT system for agricultural application

－Farm machine rollover and fall accident reporting system－

横濱 和彦

青森県内では高所作業台や脚立、スピードスプレーヤーによる事故が、過去 10 年で農作業機事故件数の 15%以上を占める件数発生している。しかし、農業機械と使用者の事故回避と事故発生時の対応で支援を行える機能を持つ機器の普及は行われていない。

本研究では、農業機械の転倒予防と農業機械の使用者の転落対策を行うシステムの開発を目的にした。

昨年度まで開発を実施した農業用トラクター転倒事故通報システムと新たに開発した使用者の転落を検出する端末と組み合わせて、農業機械の横転予防を行い、農業機械の転倒または使用者の転落を検出すると、あらかじめ登録された近親者にメールを送信し、送信されたメールに記された URL をタップすると Google Map 上に事故現場周辺の地図が表示する機能を持つシステムとした。



## 1. はじめに

青森県内では毎年19件程度の農作業中の事故が発生し、半数が死亡事故となっている<sup>1)</sup>。高所作業台や脚立、スピードスプレーヤーによる農業機械を使用した状態での事故の発生件数は農業用トラクターでの事故に次いで多いため、県内の農協等の関連施設でも広告等で注意を呼び掛けている<sup>2)</sup>。特に青森県はりんごの生産県であり、スピードスプレーヤーによる農薬散布時の横転や、りんご収穫時の脚立や高所作業台からの転落などが農業生産者の高齢化によって繁忙期に発生しやすい。

本研究では、スピードスプレーヤーや脚立、高所作業台での横転の予防を行う機能と、使用している就農者が農業機械から転落したと検知すると、事前に登録しておいた近親者へ事故現場の位置座標を通報する農業機械転倒・転落事故予防システムの開発を目的とした。

## 2. 実験方法

### 2.1 転倒検出・予防機能の構築

転倒事故対策では、高所作業台やスピードスプレーヤー及び脚立等の農業機械を運用する際に、過剰に傾斜しそうな場所で運用することを予防する必要がある。そのため、運用中の農業機械の姿勢を検出する必要があり、農業機械の傾斜角を検知する機能の構築を行った。平成29年度まで開発を行っていた農業用トラクター転倒事故通報システム<sup>3)</sup>では、内蔵する3軸加速度センサから得られる加速度データを元に、設置したトラクターの車体姿勢を検出している。また、転倒に繋がる傾斜角度になると表示と警告音で危険であることを知らせる機能を持ち、転倒したと判断するとGPSのデータを元に位置座標を示すURLを含むメールを送信する。これらの機能を農業機械側に設置して転倒予防を行う機能としている。今回は、この事故通報システムのプログラムを一部変更して、就農者が身に着ける転落検知端末から送信される転落通報を、モバイルWiFiルータを介して受信した後、対応する近親者のスマホに事故通報として送信する機能とした(図1)。

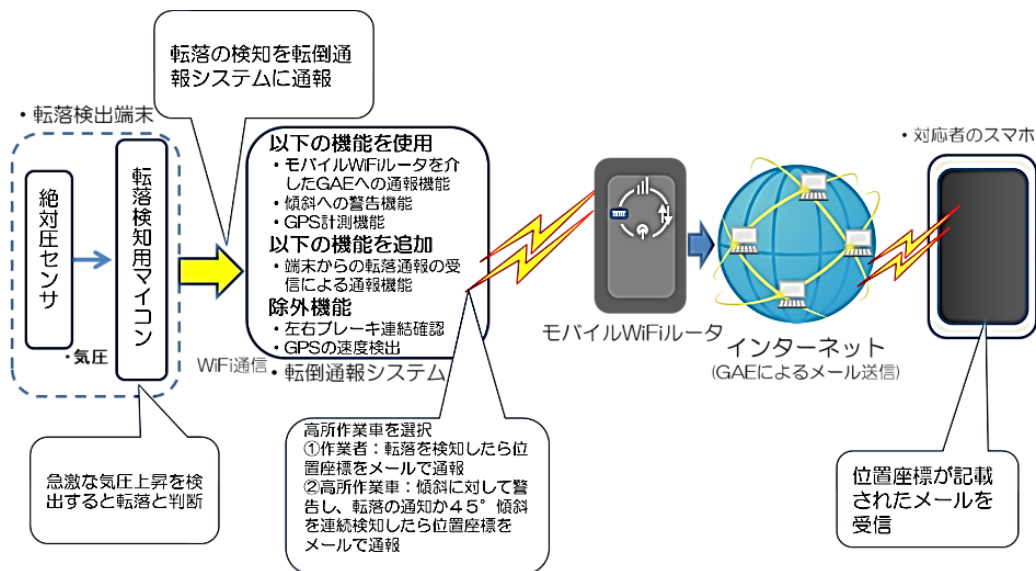


図1 農業機械転落・転倒事故通報システム

### 2.2 転落の検出・通報機能の構築

姿勢や転落の検出に3軸加速度センサがよくもちいられるが、手首など装着位置しだいで、作業中の挙動や姿勢の影響で重力加速度を検出する軸の移動が発生したり、3軸加速度センサへの衝撃の印加などで転倒・転落と誤って判定する可能性がある。正確に転落を検出するために、装着している就農者の挙動や姿勢の影響を受けずに落下を検出できる計測方法を検討した。使用している就

農者の状況による影響を受けずに、落下による高度の変化を計測する方法として、絶対圧センサを用いて気圧の変化を測定し、気圧の変化量から高度の変化を算出する機能を組み込んだ転落検出端末を構築した。高度が変化することで発生する気圧の変化から落下を検出するための機能を転落検出端末内に組み込んだ。

脚立・高所作業台からの転落を検出するために、就農者が高所作業台上から降りる行動も想定して、転落事故と判断できる最小の落下距離を2 mとした。実測した結果では、2 mの高低差での気圧の変化量は2.8 Paが検出された(図2)。しかし、気圧変化のみを転落の条件にしては、2 mの高さの脚立や高所作業台から普通に降りてきただけで、転落と判断することになってしまうため、移動速度での判断も追加することにした。転落での自由落下(図3)では0.7 secの間に2.4 mを落下している。この0.7 secの間に落下による気圧の変化量が2 mの落下で発生する2.8 Paを超えた場合、転落と判断する機能を転落検出端末の転落検知用マイコンに構築した。転落と判断する転落検知用マイコンは、気候の違いで同じ高度でも気圧が変化することにも対応できるように、特定の気圧の値からの変化ではなく相対的に0.7 secの間に2.8 Pa以上の気圧の上昇を検出した時だけ、転落したと判断する。転落を検出すると、転倒検知用マイコンが農業機械側に設置した転倒通報システムへ、事故の発生と発生現場の位置座標のURLを含むメールを送るように命令する機能とした。

### 2.3 転落検出端末筐体の開発

就農者の転落を検出するためには、転落検出端末を身に付けてもらう必要があるため、身体の一部に装着できるようにする転落検出端末の筐体の開発を行った。筐体の固定は、腰のベルトまたは胸ポケットに引っ掛けるためのフックを筐体背面に設けた形状にした(図4)。

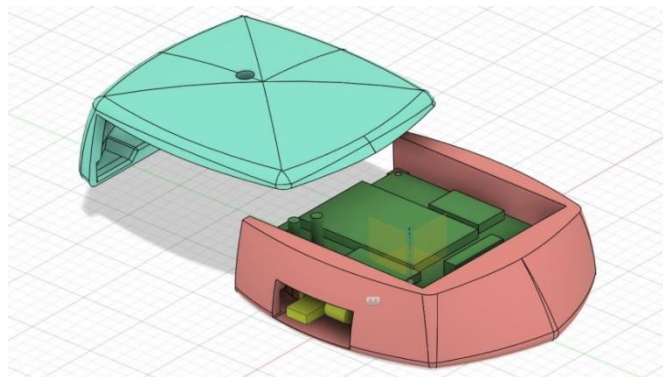


図4 転落検出端末筐体 3Dモデル

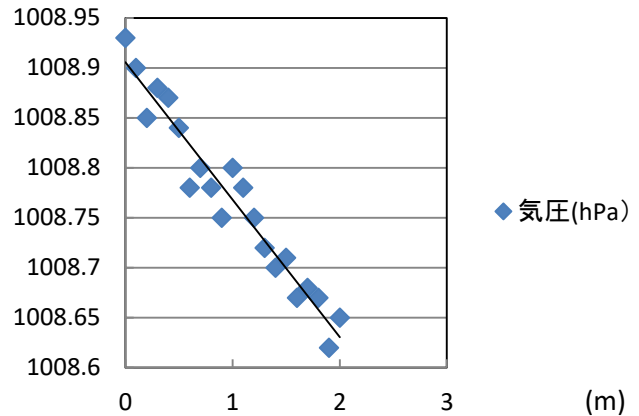


図2 高低差による気圧の変化

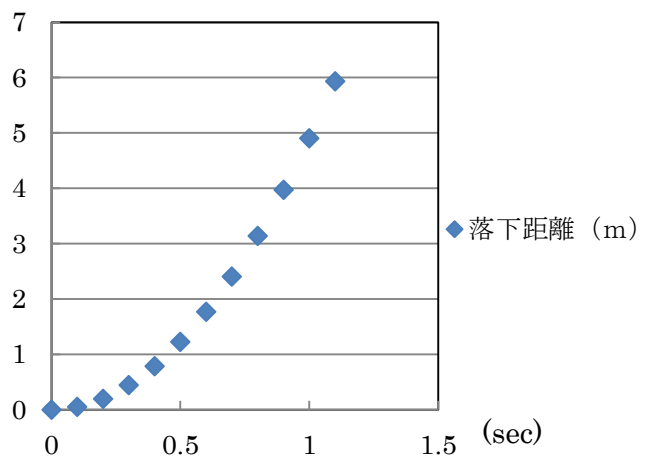


図3 自由落下による時間当たりの移動距離

### 3. 結果

#### 3.1 転落検出機能の確認結果

構築した転落検出端末（図5）の機能について確認を行った。転落検出端末を2.4mの高さから自由落下させた結果、落下時間中に気圧が28Pa以上上昇したことで転落と判断して、転倒通報システムに通報命令を出力したことを、転落検出端末のシリアル通信でモニタして確認した。その一方で1mの高さから自由落下させた場合には、落下距離が短くなることで気圧の上昇が28Paより下だったため、転落と判断せずに通報命令の出力が行われないことを確認した。また、2.4mの高さからゆっくりと下に降下させた条件では、気圧の変化は2.4mの移動分28Pa以上の上昇が発生しているが、0.7sec経過した時点での気圧の変化量が低いため、転落と判断しないことをモニタして確認できた。

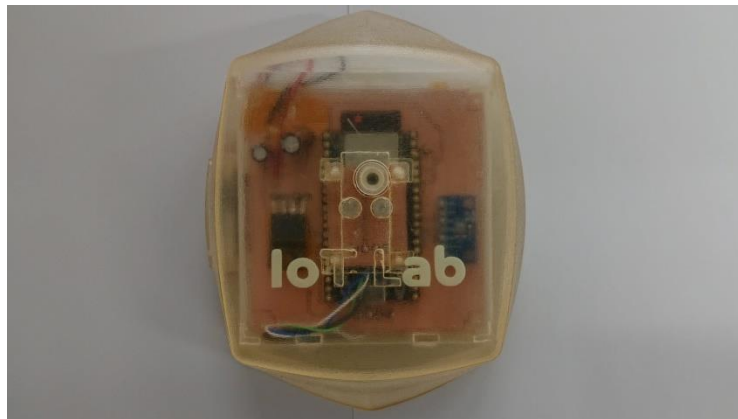
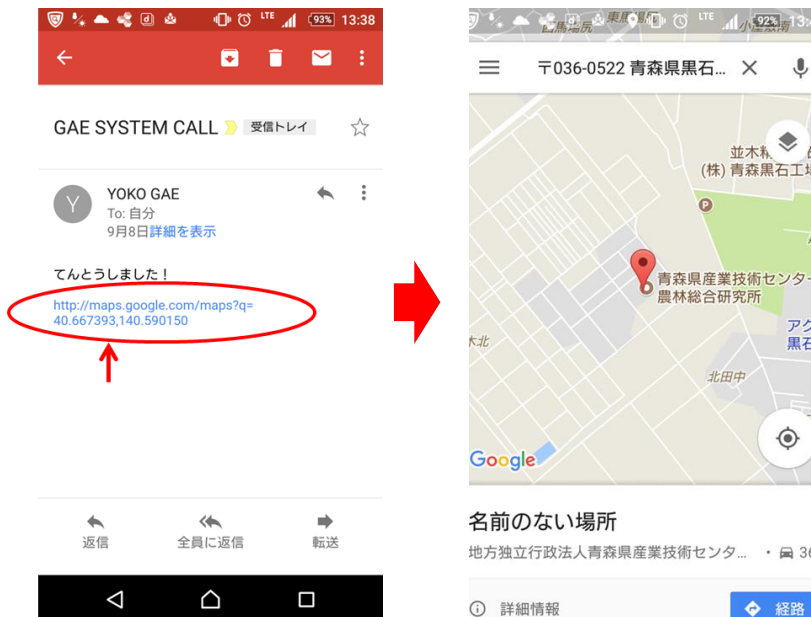


図5 転落検知用端末（筐体）

#### 3.2 転落通報機能の確認結果

転落検出端末の通報機能を確認するために通報命令を送信し、モバイルWiFiルータを介して転倒通報システムが受信することをシリアル通信でモニタして確認した。通報命令を受信した転倒通報システムによって、Google App Engineのアプリからスマホへと、事故現場に位置座標を示すURLを含むメールが送信されることを確認した（図6）。



①通報メールに添付されたURLをタップする

②事故現場周辺の地図が表示

図6 通報メールのスマートフォンでの表示

#### 4. まとめ

農業用機械に、“見守り”を行う機能を追加することで、農作業時に農業用機械の使用場所での過剰傾斜による転倒と、高所作業での就農者の転落事故を回避させる。事故発生時にはGAEアプリを介してメールを利用して事故現場の位置座標を近親者に知らせることのできる、後付け型の農業機械向け転落・転倒通報システムの開発を行った。開発したシステムで実際に転落検出端末が転落検知するか、近親者のスマホまで事故通報のメールが届くか動作試験を行った。動作試験の結果、農業用機械の過剰傾斜地での警告、転落検出端末による通報機能共に支障なく動作することを確認できた。

#### 5. 参考文献

1) STOP!農作業事故（青森県庁）：

[https://www.pref.aomori.lg.jp/sangyo/agri/nousagyou\\_anzen\\_jiko.html](https://www.pref.aomori.lg.jp/sangyo/agri/nousagyou_anzen_jiko.html)

2) 平成30年度青森県農作業安全運動推進計画：

<https://www.pref.aomori.lg.jp/soshiki/nourin/kozoseisaku/files/30anzenkeikaku.pdf>

3) 平成29年度青森県産業技術センター工業部門事業報告書, 農業分野 ICT システムの開発-農業用トラクター転倒事故通報システム-, 2018