

IOT 技術による  
地盤変形・地すべり継続監視システムの紹介

平成 30 年 10 月

株 式 会 社 南 伸  
東京工科大学工学部電気電子工学科

## 目次

1. はじめに.....	1
2. システムの概要.....	2
3. 実証試験の概要と設置状況.....	5
4. 実現場で得られたすべり挙動データ .....	6
5. すべりデータを基にした自動監視手法 .....	8
6. 本システムの提供方法について .....	9

## 1. はじめに

全国各地で地すべりによる災害が多数発生している。すべり対策工事は年間約 1000 箇所が行われているとの報告があり、わが国においてすべり対策は非常に重要な課題となっている。しかしながら、地すべり現象の予知・予測は難しく、対策は主に地すべりが発生した箇所に対して行われるのが現状である。地すべり災害を未然に防ぐことができれば、尊い人命や財産を失うこともなくなると考えられる。また、農地や山林地域の地すべり対策は、構造物による地すべり対策が適切な対策とは言えない場合がある。農地や山林の場合は継続的な監視を行って、ある程度の変形を許容しなければならないこともある。

ここで紹介するシステムは地すべり災害を防止するために、継続的に地すべりを監視することを目的とし、近年、技術開発が精力的に行われている IoT 技術を援用し開発したものである。まず、システムの構成を述べ、実現場で行っている実証試験で得られた地山の地すべり兆候を紹介し、その挙動から自動監視システムの概要を示す。

なお、本システムは地すべり対策工事や大規模掘削工事等に活用できる。

## 2. システムの概要

本システムは、すべり現場に設置する親機、子機とクラウドサーバー及び自動監視を行う PC で構成する。子機は塩ビパイプの中に、センサーと単一乾電池 2 本が納められている。センサーは、32 ビットマイコンと無線センサーと AMD 社製加速度計が一体となったもので、モノワイヤレス社製である。親機はボードコンピュータに、携帯電話用の電波を利用するための装置と子機のデータを受信するためのモノワイヤレス社製のマイコンで構成する。

親機で受信したデータは SORACOM 社のモバイル 3G 通信サービスを使用してインターネットを介してクラウドサーバーのデータベースに格納される。SORACOM 社の通信サービスはインターネットから隔離された環境内で通信が行われているのでサイバー攻撃から保護されている。格納されたデータは、HTML や PYTHON で作成したプログラムでアクセスしている。システムの全体構成を図 2-1 に示す。図 2-2 に親機、図 2-3 に傾斜センサーを、図 2-4 に web 上の確認画面を示す。

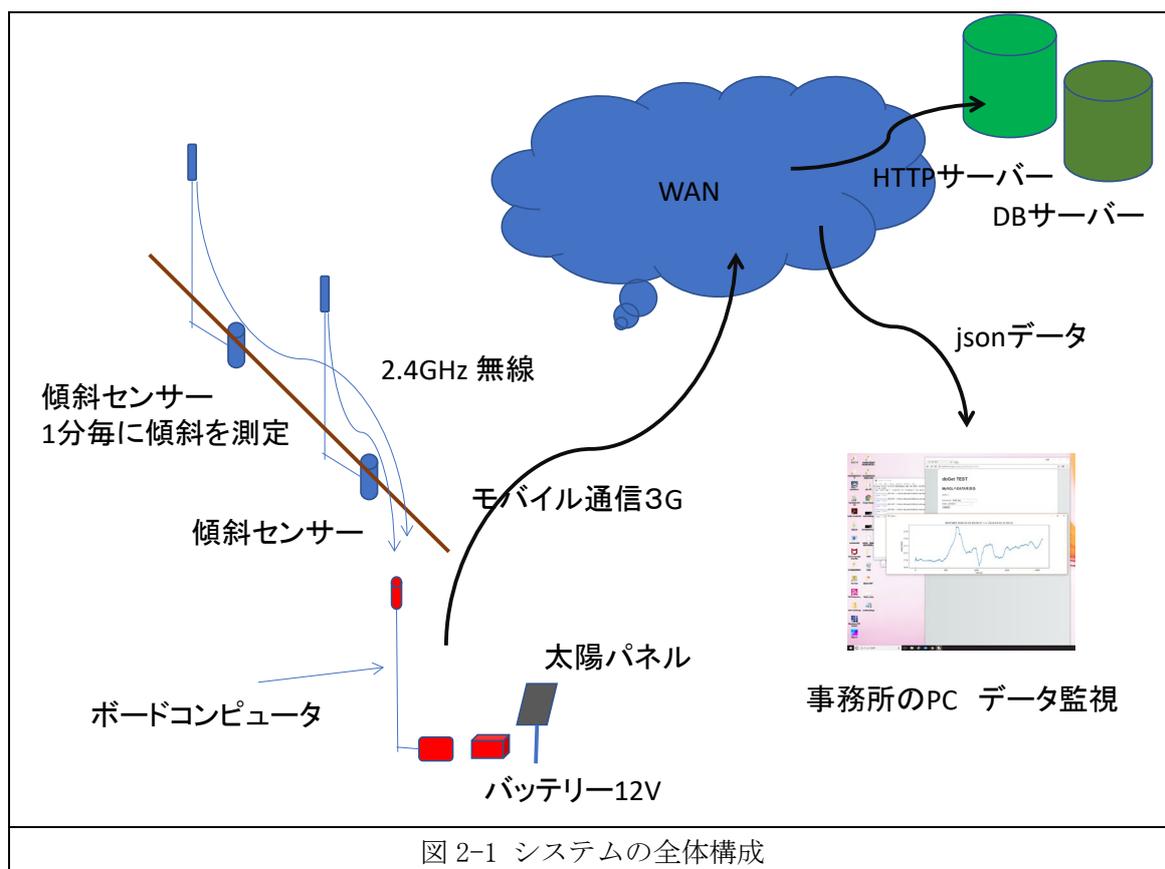




図 2-2 親機：下側がボードコンピュータ、上側が通信ボード

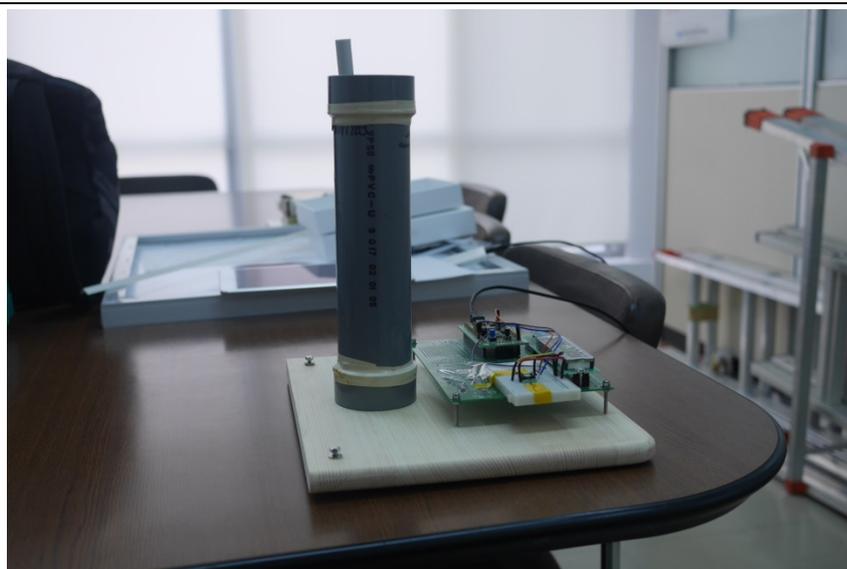
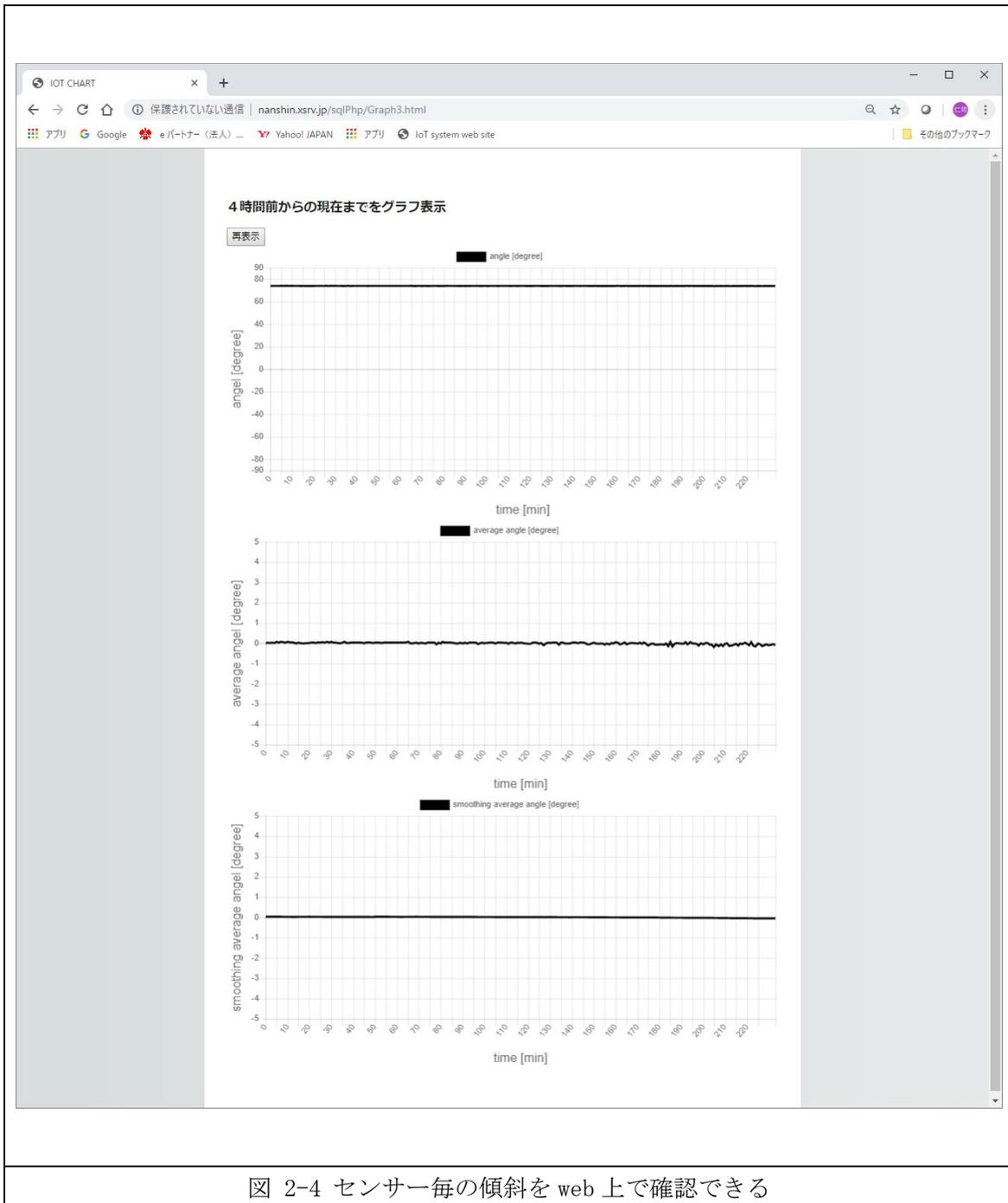


図 2-3 子機：塩ビパイプの中にセンサーと無線及び単一乾電池 2 本が入っている



### 3. 実証試験の概要と設置状況

本システムは2017年6月に実現場に設置してデータの取得を行っている。現場は、那覇市の南に位置する斜面で行っている。本斜面はすべり兆候が見られ、伸縮計が設置され、すべりの観測が行われている。



図 3-1 実証試験を行っている斜面

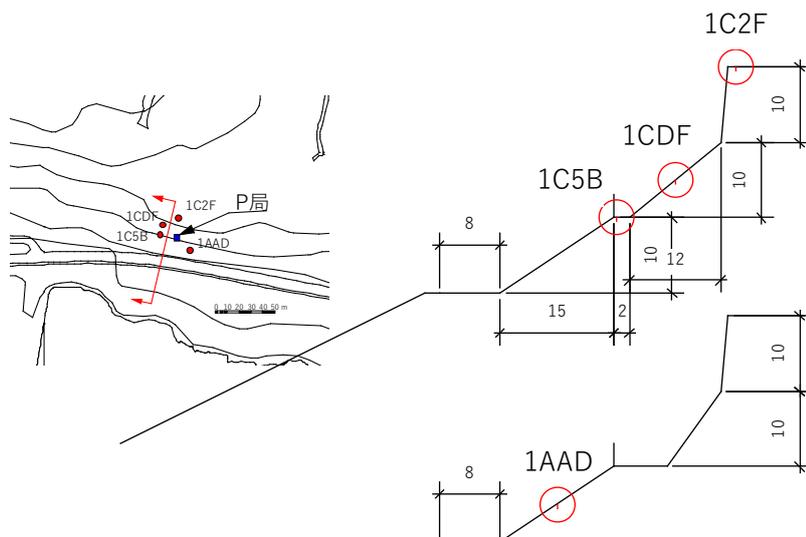


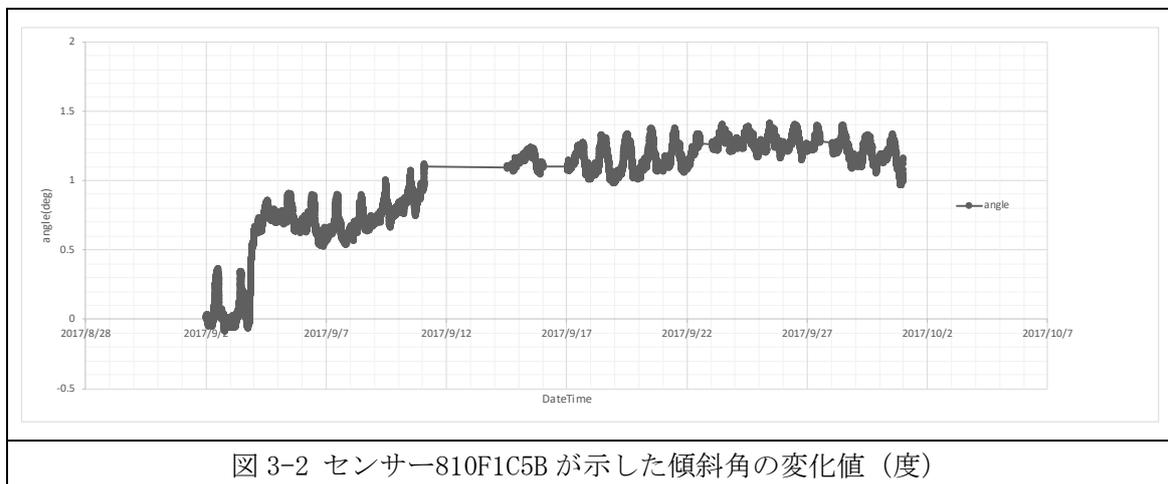
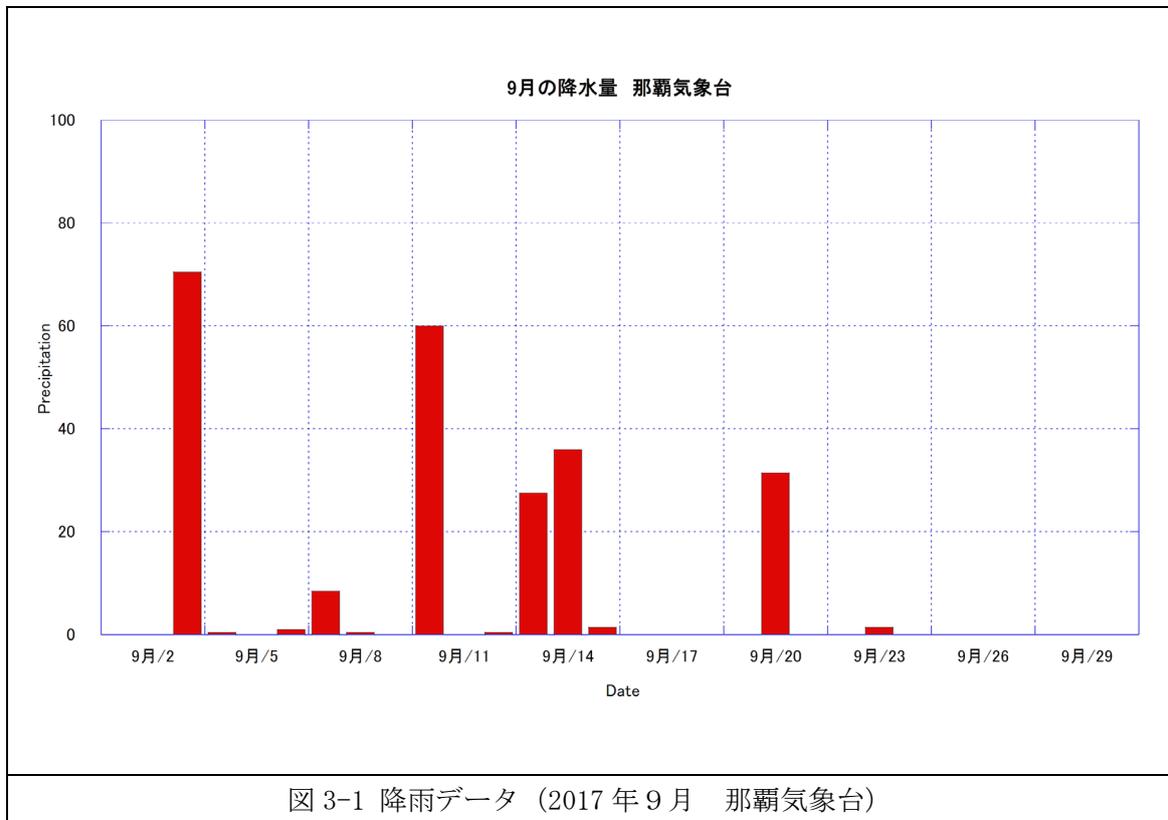
図 3-2 斜面の断面図

#### 4. 実現場で得られたすべり挙動データ

本システムは2017年6月に実現場に設置してデータの取得を行っている。2017年9月にすべり兆候が見られたの。図4-1は2017年9月の那覇气象台での降雨量を示す。現場の大里とは距離が離れるが降雨の状況は同様なものと想定できる。

図4-2は、斜面の地盤に設置したセンサーが示したXYZの重力加速度値から斜面の傾斜角度を計算で求め、その変化を示したものである。9月2日の降雨量に反応して9月3日に角度が大きく変化し約0.8度の角度が残留している。これは、地すべり土塊が傾倒し回転したことにより地盤の斜面角度が変化したことによる。斜面が健全な状態であれば斜面の角度は再び復元するが、このデータは斜面の傾斜が永続的に変化したことを示している。

この図が示すように、斜面の傾斜の変化と降雨量と密接な関係にあり、地すべりの主な誘引として降雨が上げられることと一致していることから、本システムは地すべり挙動を的確に捉えることができている。



## 5. すべりデータを基にした自動監視手法

図 5-1 は、傾斜角が大きく変化した部分を拡大表示したものである。観測は 1 分間隔で行っている。図中に示した範囲での変化は 19:40 時点での角度を 0 度とすると約 2 時間後の 21:40 で角度は 0.508 度となっている。この間の斜面傾斜の一時間あたりの変化速度は約 0.25 度/時間となる。

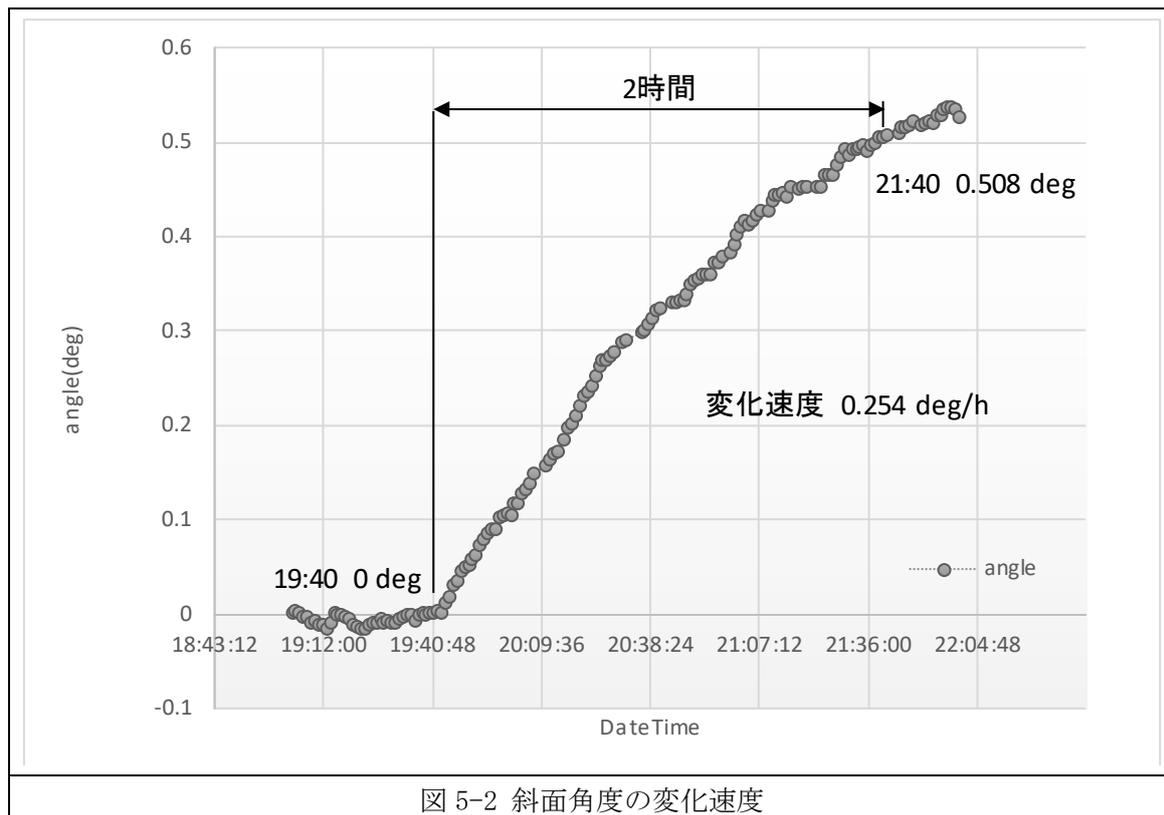


図 5-2 斜面角度の変化速度

自動監視は斜面傾斜の変化速度と継続時間（10 分間を 1 単位）とで警戒レベルを設定し、警戒レベルを超えたときには、センサー ID と警戒レベルを e-mail で送信する。

自動監視プログラムは 24 時間稼働している。

表 5-1 警戒レベルの設定

警戒レベル	変化速度×継続時間の単位
レベル 0	0.25 未満
レベル 1	0.25～0.50
レベル 2	0.50～0.75
レベル 3	0.75～1.00
レベル 4	1.00 以上

## 6. 本システムの提供方法について

本システムは地すべりの可能性が高い斜面の継続監視が目的であることから、多くの斜面管理に活用してほしいと考えている。

そこで、センサー（塩ビパイプに格納）と親機（ボードコンピュータと通信装置及び受信センサー）を表 6-1 に示す価格で提供する。

また、サービス費用として、個人や自治会等非営利の目的の場合は親機 1 台あたり 2000 円/月とし、工事等で利用する場合は親機 1 台あたり 10000 円/月とする。（センサーが 10 台以上の場合のサービス料は要相談）。サービス費用の内容は、通信費用、データ蓄積費用及び自動監視費、データダウンロードサービス費用である。万が一の場合に備えて親機は保険に加入する予定である。

センサーと親機以外の周辺機器は、アマゾン等の通販サイトで購入が可能である。必要品のリストと配線図を提供するので使用者自身で購入、組立を行っていただく。

表 6-1 提供品

	購入費用	サービス費用
センサー	10,000 円/台	
親機	70,000 円/台	非営利の場合は親機 1 台あたり月 2,000 円 それ以外は月 10,000 円

使用を長期に渡って中断する場合はサービス費用を月 1000 円とする。

連絡先 株式会社 南伸 久米仁司

電話 098-894-4710 FAX 098-894-4706

e-mail kume\_h@nanshin-design.jp