
産学公連携 「スワリカブランド」創造事業

2019 年度活動サマリー・研究成果・業績リスト

スワリカブランド事業担当

(主担当)	⋮	(副担当)	⋮	(部門研究員)
松江英明 教授	⋮	小林誠司 特任教授	⋮	川口一雄 客員研究員

産学公連携「スワリカブランド創造事業」活動サマリー

1 はじめに

茅野市からの委託を受け、公立大学法人公立諏訪東京理科大学にて実施した、産学公連携「スワリカブランド」創造事業（以降スワリカブランドと略す）の2019年度報告である。本事業は2018年8月1日に開始され、今年度は2年目である。

1.1 スワリカブランドの方針

実用期を迎えようとしている IoT 向けの無線通信技術、LPWA（Low Power Wide Area）を適用して、地域課題を解決する研究開発に取り組み、地域の活性化を図ることがスワリカブランドの目的である。また技術開発状況を積極的に情報発信し、地域の魅力を対外アピールすることも目的の一つとなっている。

1.1.1 知的財産権（特許）の取得

LPWA を使った技術開発は各地で盛んに研究開発されている。新しい技術が完成しても、知的財産権（特許）が無ければ類似製品を他の地域で作られてしまえば、地域活性化にはならない。

そこでスワリカブランドでは、課題の解決策を地域の企業と一緒に考え、出てきたアイデアを**特許出願し、特許を地元企業に提供すること**で真の地域活性化を実現すべく取り組んでいる。今年度はこの結果として、6件の特許の出願が完了した。プロジェクト開始時からの累計での出願件数は9件になり、平均すると2カ月に1件のペースで特許出願していることになる。

1.1.2 積極的な情報発信

特許出願を終えてしまえば機密情報としての管理が必要なくなる。特許のアイデアを参画企業間でシェアして、ディスカッションを活性化させれば新たな特許を生み出すことも期待できる。また公開して新聞掲載してもらうことで、広告宣伝費を使うことなく地域のイメージアップが達成できる。このような考えから特許出願したアイデアを積極的に情報発信した。今年度は全部で19件の新聞記事が取り上げられ、茅野・諏訪地域と公立諏訪東京理科大学の存在をアピールしている。

1.2 LPWA 技術について

LPWA は、送信する情報量を低く抑えた代償として、低消費電力で遠方まで電波が到達する無線技術である。例えば山岳地（携帯電話の圏外）に置いたセンサの計測値をインターネットに届け、ユーザはスマートフォンでその結果を確認することができる。

1.2.1 茅野市の状況

2017年8月には茅野市役所屋上に LPWA の実験システムが設置され、茅野市のほぼ全域（八ヶ岳を含む）が通信エリアであることが実験確認された。この実験システムは、2020年2月にソニーネットワークコミュニケーションズ社の商用システム（ELTRES）に置き換わり、茅野市では ELTRES 方式の LPWA 無線環境が整った。

1.2.2 戦国時代の LPWA

LPWA 技術は、ELTRES の他にヨーロッパで開発された Sigfox, LoRa という技術が先行して商用化されている。3つの方式が入り乱れ、さながら戦国時代の様相を呈している。過去の技術戦争（VHS とベータマックス、ブルーレイと HD-DVD）の歴史を振り返ってみると、現時点では普及する技術が何であるのか解らないのが実状である。

スワリカブランドでは LPWA 通信技術を「いかに使うか」という応用技術に集中して、通信技術そのものには携わらないこと注意いただきたい。スワリカブランドで生み出された技術、特許、ノウハウなどは、他の LPWA 技術に転用することができる。

1.3 未来予想と技術開発のポイント

LPWA は通信距離が長いというメリットがある反面、伝送できる情報量が少ないことが課題である。このことから将来、下図に示すようなシステムが使われるだろうと予想される。すなわち、①センサの情報を**圧縮**し、② LPWA 無線でインターネット（クラウド）に伝送し、③**人工知能**で判断し、④判断結果スマートフォンに表示する、という流れで構成されるシステムである。このシステムにおける技術開発のポイントは①**情報圧縮**、③**人工知能**、の二つであり、スワリカブランドでは、この2つの機能に集中して新たな技術を獲得すべく取り組んでいる。



図1 LPWA を使った未来システムの構成図

1.4 今年度テーマ

本年度参画企業と取り組んだのは以下のテーマであり、また高精度 GPS 位置検出のテーマは公立諏訪東京理科大学で独自に取り組んでいる。

1.4.1 見守りシステム

高齢者、登山者、子供などの位置情報をクラウドに上げて、遠隔地から見守るシステムである。最新の LPWA 無線を使うことで山岳地をカバーすることが特徴である。1次電池で安定動作する送信端末、端末ケース、Web サーバ、そしてスマホアプリと、システム全体を試作して動作を確認した。また地域独自の取り組みとして「お守り袋」形状のデバイスを試

作している

- 参画企業：株式会社エー・アイ・エヌ、8knot、株式会社みやま

1.4.2 河川水位センサ

これまで河川に設置されてきた危機管理型水位計は、大きな太陽電池とバッテリーを内蔵していたため、重く、大きく、値段も高かった。LPWA 無線を採用した河川水位計は、軽く、小さく、安価なセンサとして実現できる。センサを試作して6か所に設置し、来年度は「AI コンテスト」を開催する予定で進めている。

- 参画企業：NISSHA サイミックス株式会社、株式会社三社電機イースタン

1.4.3 鹿の罾

罾の作動を「音」として LPWA 送信機に伝送することで、低消費電力で長時間動作を実現し、猟師の使い勝手を良くしたシステムの特許を出願し、その原理確認を行った。実証実験を来年度に予定している。

- 参画企業：NISSHA サイミックス株式会社、株式会社三社電機イースタン

1.4.4 農業用温度センサ

一般に市販されている温度計は、日照の影響を受けて正しい温度を計測することができない。小型の電動ファンで外気を導入し、消費電力を下げるために計測値の時間変化を外挿して気温を求める通風式温度センサを考案し、特許出願を終えた。この方式で原理確認を行っている。

- 参画企業：8knot、太陽精工株式会社、株式会社三社電機イースタン、NISSHA サイミックス株式会

1.4.5 高精度 GPS 位置検出の研究

RTK-GPS として市販されている高精度 GPS 位置検出は、基準局からの補正データを入力するために高速データ通信が必要で山岳地では使えない。LPWA（低速通信）を使った高精度 GPS の検討を公立諏訪東京理科大学で取り組んでいる。

2 地元企業からの参画

本年度の参画企業は以下の17社となっている。

表1 参画企業

社名	住所
株式会社三社電機イースタン	〒391-0213 長野県茅野市豊平 5335 番地
イーヒルズ株式会社	〒391-0001 長野県茅野市ちの 3502-1 ベルビア 2F ワークラボ八ヶ岳
株式会社いろは工房	〒391-0003 長野県茅野市本町西 4 番 5 号丸上ビル 1 階 D 号
株式会社エー・アイ・エヌ	〒391-0001 長野県茅野市ちの 3502-1 ベルビア 2F ワークラボ八ヶ岳
太陽精工株式会社	〒391-0013 長野県茅野市宮川大悦 9800-5 丸山工業団地 B
株式会社タクト	〒391-0001 長野県茅野市ちの 丁田 2762-8
株式会社日辰電機製作所	〒391-0011 長野県茅野市玉川 11400-1104
株式会社ミクロン精工	〒391-0213 長野県茅野市豊平 5605-1
株式会社みやま	〒391-0001 長野県茅野市ちの 176-5
有限会社八剣技研	〒391-0013 長野県茅野市宮川 5893
ロジカル・ワークス株式会社	〒391-0001 長野県茅野市ちの 3502-1 ベルビア 2F ワークラボ八ヶ岳
8knot	〒391-0001 長野県茅野市ちの 3502-1 ベルビア 2F ワークラボ八ヶ岳
Local.Video.Shop 株式会社	〒391-0301 長野県茅野市北山 6017-12
NISSHA サイミックス株式会社	〒391-0001 長野県茅野市ちの 3443-7 SK ビル
有限会社茅野工業	〒391-0001 長野県茅野市ちの 2662-1
エルシーバイ株式会社	〒392-0012 長野県諏訪市四賀 821
一般社団法人蓼科塾	〒391-0301 長野県茅野北山 6153-1

また広報企業として1社が参画している。

表2 広報企業

社名	住所
株式会社ヒトヒトプロモーション	〒399-0211 長野県諏訪郡富士見町富士見 3785-3 富士見森のオフィス 201 号

3 研究会・説明会開催

公立諏訪東京理科大学において、10回の研究会を開催し、事業を推進した。

表3 研究会の開催

日時	内容	日時	内容
2019年7月16日	研究会（第1回）	2019年12月9日	研究会（第6回）
2019年8月5日	研究会（第2回）	2020年1月14日	研究会（第7回）
2019年9月9日	研究会（第3回）	2020年2月3日	研究会（第8回）
2019年10月7日	研究会（第4回）	2020年2月22日	研究会（第9回）
2019年11月5日	研究会（第5回）	2020年3月8日	研究会（第10回）

産学公連携「スワリカブランド創造事業」研究開発成果報告

産学公連携「スワリカブランド」創造事業（以降スワリカブランドと略す）の2019年度報告である。本事業は2018年8月1日に開始され、今年度は2年目となる。

1 スワリカブランドの方針

実用期を迎えようとしているIoT向けの無線通信技術、LPWA（Low Power Wide Area）を適用して、地域課題を解決する研究開発に取り組み、地域の活性化を図ることがスワリカブランドの目的である。また技術開発状況を積極的に情報発信し、地域の魅力を対外アピールすることも目的の一つとなっている。

1.1 知的財産権（特許）の取得

LPWAを使った技術開発は各地で盛んに研究開発されている。新しい技術が完成しても、知的財産権（特許）が無ければ類似製品を他の地域で作られてしまえば、地域活性化にはならない。

そこでスワリカブランドでは、課題の解決策を地域の企業と一緒に考え、出てきたアイデアを特許出願し、特許を地元企業に提供することで真の地域活性化を実現すべく取り組んでいる。今年度はこの結果として、6件の特許の出願が完了した。プロジェクト開始時からの累計での出願件数は9件になり、平均すると2カ月に1件のペースで特許を出願している。

2 見守りデバイスの開発

茅野市の東側に存在する八ヶ岳は、沢山の登山ルートがあって遭難場所の特定が難しい地帯である。また携帯電話が圏外となる場所も多く、LPWAによる「見守り」に期待の声が多い。茅野警察など遭難救助にあたる方々の話を伺うと、山岳地での登山者位置把握には強いニーズがあることが解る。

無線を使った見守りシステムが、数年前から提案されているが、真に有効なシステムが出現していない。

2.1 スワリカブランドの試作システム

昨年度に引き続き、送信端末の回路、ファームウェア、筐体、Web サーバそしてスマホアプリを試作した。筐体は、AED 装置などに使われるオレンジ色のプラスチック製である。オレンジ色はまた、徘徊高齢者を周辺からサポートする色として、「オレンジ協力隊」、あるいは「オレンジネット」などで使われている。ケース裏面には ID 番号を記載した QR コードがあり、スマホアプリへの送信端末登録が簡単にできるように工夫されている。

2.1.1 回路基板構成

この送信機は、上部に F 型の LPWA 送信アンテナをプリントパターンとして形成した。昨年度の試作品で飛び出していたアンテナが無く、安価な端末として実現ができる。この回路で技術適合証明を取得し、アンテナ放射効率を確認している。フィールドテストを行った評価結果も良好である。



図1 試作した見守り送信機（サイズはおよそ7 cm×5 cm×2 cm）

2.1.2 電池構成

昨年試作では、コイン電池（CR2032）を2個使っていた。今年度の試作では、より高容量のコイン電池（CR2450）に置き換えることで電池を1個に減らすことにした。ここでCR2450の公称電流容量は620 mAhである。CR2032の交渉電流容量225 mAhの2倍よりも大きい。

また昨年度試作ではLDO（Low DropOut regulator）で構成していた電圧変換回路を、今年度はABLIC社のスイッチング型降圧レギュレータに変更した。このスイッチングレギュレータは最低動作電圧が低だけでなく、カタログ記載の変換効率も90%以上となっていて、さらなる低消費電力が期待された。

2.1.3 試作実験結果

新基板はしかし、電池持ちに関する期待を大きく裏切る結果となった。今年度試作で使ったコイン電池（CR2450）はわずか3時間しか動作しないことが判明した。

スイッチング型のレギュレータになったことでコイン電池から引き出すピーク電流が増大

し、電池が破壊されていくことが原因と推定される。昨年度試作では電池を2つ並列接続していたので、各電池へのピーク電流が半減していたことになり、これが長時間動作になっていた。つまりカタログスペックの電流容量よりも、実際の動作時間はピーク電流で決まってしまうのである。コイン電池メーカ（村田製作所）からは、高ピーク電流に対応した改良版として、CR2450R という電池がアナウンスされている。この改良版電池で、本年度の試作品は使っていくことになる。

2.1.4 スマホアプリの試作

今年度は、iOS 用とアンドロイド用、合わせて2本のスマホ用アプリ（**Suwarika Tracker**）を開発し、それぞれ Web システムと連携させるように構成した。**Suwarika Tracker** は、一般のアプリと同様に App ストアからダウンロード、インストールが可能な構成となっている。スマホカメラで送信端末背面に印刷された ID 番号を読み取り、**Suwarika Tracker** に ID 番号を設定することで、個人情報管理が可能となる。



図2 Suwarika Tracker

2.2 高齢者みまもり

認知症になった高齢者の徘徊が社会問題となりつつある。この問題を解決するために、例えば GPS 機能を ON にした携帯電話を徘徊高齢者に持ってもらうことが考えられ、高齢者をターゲットにした「みまもりデバイス」が携帯電話各社から発売されている。

しかし、認知症高齢者は携帯電話が自身を守る装置である、ということ認識できない場合がある。さらには、「奇妙な装置が自分の体についている」と誤認識し、持っていた携帯電話を捨ててしまう可能性がある。このため、「みまもりデバイス」が有効に使えるのは限られた状況だけである。

2.2.1 「みまもり送信機」

認知症の高齢者が捨てることなく、身に付けてもらうことができる装置として、「お守り袋に入れた無線通信装置」、略して「みまもり送信機」を試作することにした。外観は昔からの「お守り袋」であり、認知症高齢者であっても捨てることなく、徘徊中も持ち続けてくれる可能性が高い。試作開始時に、「お守り袋」に入れた無線送信機の課題として、「袋に入れたアンテナ」を想定し、その解決案を特許として出願した。

地元の方々からのアイデアを加えて、下の写真に示す、「みまもり送信機」を試作した。写真右側は、諏訪のお祭りで使われる飾り紐を使った構成となっている。来年度は地域の方々を持っていただく実証実験を開催する。



図3 試作した徘徊高齢用・「みまもり送信機」の各種

2.3 登山での実証実験

茅野市の中学校（4校）は、2年生全員を対象として八ヶ岳への学校登山を開催している。下の写真は2019年7月9日、茅野市北部中学校の学校登山において、引率の先生方5名に送信機を所持していただいた時のトレースである。同様に永明中学の学校登山でも、引率の先生方に端末を持っていただいた。また2020年2月には、茅野市主催の「スノーシューイベント」において、出来上がったばかりの「見守り送信機」20台を使っての実証実験を開催した。当日の気温は-12度と低く、電池性能が低下して一部の送信機は、途中で電池が切れてしまうトラブルがあった。



図4 中学登山で5名の先生方の移動履歴（2019年7月9日）

参加して頂いた地元の方々や、遭難救助にあたる茅野警察の警察官から現実に即したアイデアが出ている。来年度以降、事業化に向けて貴重な実証実験となった。

2.4 結論と課題

八ヶ岳を見守りエリアとすれば、試作した見守り送信機の通信性能は実用レベルに達している。今年度の試作で噴き出した新たな問題、「CR2450の電池が3時間しか持たない」、という課題は電池選定のミスにあり、改良型のCR2450Rを採用することで解決することができる。来年度は出来上がった装置をより多くの人に使ってもらい、「八ヶ岳に登るときは、

LPWA 送信機を持っていく」という文化を醸成することが課題である。

3 河川水位センサ

昨年の台風 19 号で諏訪・茅野地域においても河川増水による被害が心配されたことから、本プロジェクトの河川水位センサには予想外に大きな注目が集まった。そこで、これまで開発してきた「土石流センサ」と「河川水位センサ」をまとめて「山岳地水位計」として開発プライオリティを上げている。

3.1.1 既存の河川水位計測システム

危機管理型水位計測システムとして、数千台の水位計が全国で稼働し、それらの計測値をインターネットで閲覧することができる。しかし、これまでの河川水位計は、携帯電話が圏外となる山岳地には設置できない。また危機管理型水位計は大きく、重く、値段が高く、設置する数も場所も限られている。

3.1.2 スワリカブランドの河川水位センサ

LPWA 無線は低消費電力なので、軽く、小さく、安価なセンサシステムを実現できる。このような河川水位センサを「山岳地水位計」と名付けて開発している。

山岳地水位計は、GPS 時刻に正確に同期して水位計測することも特徴である。山岳地に設置された沢山の水位計の全てが、GPS 時刻の**毎分 00 秒**に計測し、その結果を 3 分間集めて**データ圧縮**し、その結果を **LPWA で伝送**するようになっている。例えば上流に設置した水位計の計測値と、下流に設置した水位計の計測値は相関があるであろう。大雨のときに相関が崩れた場合には、二つの水位計の間で倒木などによる天然のダムが形成された可能性がある。このように GPS 時刻に同期している水位計を多数設置することで、新たな情報を得ることに挑戦している。

また「**GPS 時刻に応じて水位計測を行い、その結果得られるデータを圧縮して伝送する**」というコンセプトで特許出願を完了させている。

3.2 試作した山岳地水位センサ

安価に長時間動作させるために、単一電池 8 本を直列接続して 9V~12V の電圧を作り出し、高効率 DC—DC コンバータで定電圧 (3.6V) に変換する構成とした。この試作品は 60 日~80 日の連続動作時間を確認している。

センサは下図のように 2 枚の電子回路で構成した。上側の基板は LPWA の無線通信を、下型の基板は電源と AD 変換を担当している。水位計では、計測間隔が長い（つまりサンプリングレートが低い）ことが特徴であるから、低サンプリングレートを得意とするシグマデルタ型の AD 変換器 (20 ビット) を採用して、精度を保ち消費電力を抑えた。

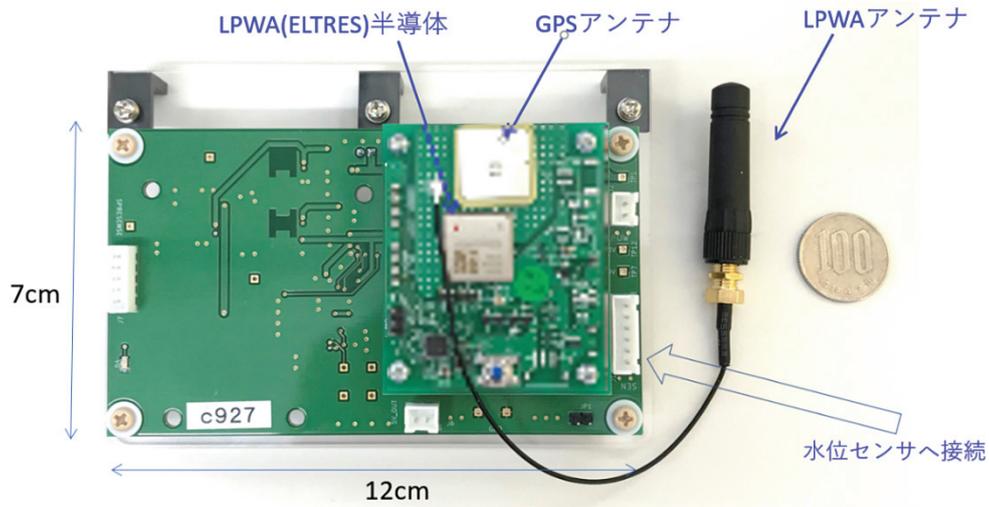


図5 内部回路 (12 cm×7 cm、重さ 126 グラム)

3.2.1 実験結果

試作した「山岳地型水位計」を茅野市内6か所に設置した。このうち4か所の設置状況を下図に示すが、どの場所も簡単な工事で設置が完了している。



図6 水位センサ設置の様子 (四角い箱に電子回路とバッテリーを収納している)

水位計測結果は、茅野市役所屋上などに設置済みの LPWA 受信機で受信され、MQTT プロトコルでスワリカブランドのサーバに転送されてくる。スワリカブランド・サーバではこのデータをグラフ化して、インターネット「river.suwarika.com」にてリアルタイムで公開している。



図7 上原山工業団地での水位計測結果 (river.suwarika.com より)

3.3 今後の方針

山岳地型水位センサを使うと、八ヶ岳山中の小川を流れる水位をリアルタイムでネットに伝送できる。そこで山岳地水位計を八ヶ岳山中に多数設置し、インターネット上で開示する。この山岳地水位計のデータ、雨雲レーダによる降雨量、これらのデータを使って**2時間後の上川水位**を予測する「**水位予測 AI 技術コンテスト**」を開催する。

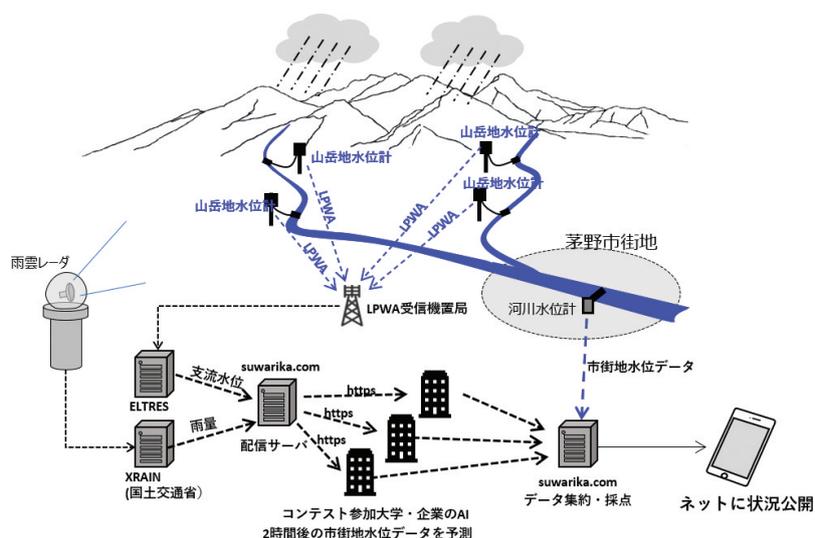


図8 AI技術コンテストのシステム構成図

4 鹿の罠

野山に生息する有害獣（鹿やイノシシなど）の数が増えて社会問題となっている。鹿の捕獲手段としては、猟銃に変わって「括り罠」が多く使われるようになり、括り罠にセンサを付けた捕獲通知システムが発売されている。しかし1セット当たり数十万円と極めて高い。また猟師は、センサだけでなく無線中継装置も購入して設置しなければならない。

4.1 昨年度のシステム構成とその課題

そこで昨年度、LPWAを使ったシステムを試作した。罠にセンサとLPWA送信機を接続し、罠が作動したことをメール通知するシステムである。しかし実証実験は芳しくなかった。加速度センサとLPWA送信機を接続する信号線が、動物により切断されてしまい、罠の捕獲通知が届かない場合があった。接続線を無線通信に置き換えることも検討したが、現場の猟師さんにとって2つの無線装置を適切にメンテナンスするのは大変である。

4.2 今年度の試作

そこで参画企業とのブレインストーミングを経て、下図の構成にたどり着いた。すなわち、罠に音声発生器を取り付け、音声でLPWA送信機に「罠に掛かった」という情報を伝送する。「音」は、誰でも直観的に理解できるので、猟場でのセッティングも可能である。また音を発するデバイス、音を検出するデバイス、ともに安価で低消費電力であることから、電池で長時間の動作が期待できる。この方式で、参画企業との共同特許を出願している。

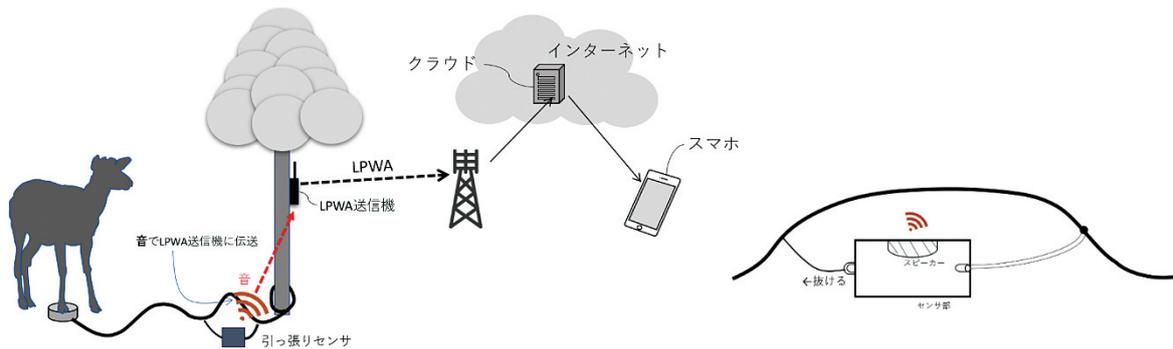


図9 今年度試作のシステム構成図（鹿の作動状態を「音」でLPWA送信機に伝送）

また鹿が罠に掛かってスイッチが入ったときは、圧電スピーカから単一周波数の音 (3.2 kHz) が発せられるように構成した。自然界には単一周波数での連続音は殆ど存在しないので、LPWA送信機で罠に掛かったことを誤りなく検出できると考えられる。

4.2.1 音声認識部の構成

単一周波数の「音」が発せられたかどうかを、近くには樹上などに設置した小型装置で判断し、LPWA送信機を駆動する回路（下図）とソフトウェアを作成した。左上のマイクロフォンからの信号をアナログフィルタで増幅し、ワンチップマイコン（PSoC6）で認識し、LPWA送信機を駆動する。

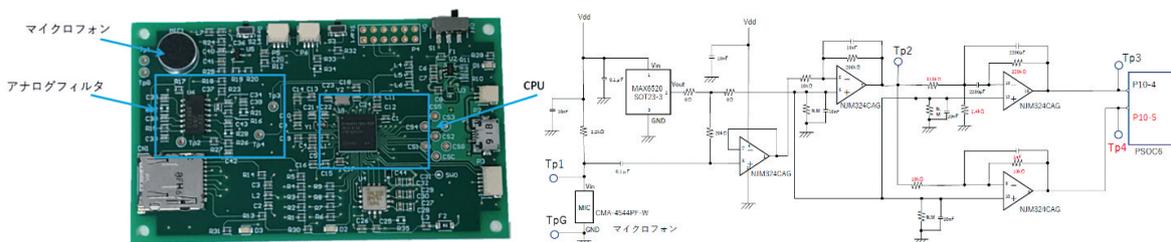


図10 試作した音声認識部（左：回路基板 右：アナログブロック）

4.2.2 音声認識回路・ソフトウェア構成

ここで使ったCPU（PSOC6）は高性能のCortexM4コアに加え、低消費電力のCortexM0コアを同一チップ上に搭載する「デュアルコア」の組み込みマイコンである。このデュアルコアの特性を生かして待機電力を極力抑えるために、音声認識を2段階に構成した。第1段階では、マイクロフォンの音声信号をアナログ回路（バンドパスフィルタ）だけで判断し、その出力レベルを低消費電力CortexM0コアでモニタする。これはアナログ回路なので2mA以下の超低消費電力で連続待機動作を実現できた。第2段階で高性能M4コアを起動し、音声信号をAD変換し、FFTを使った周波数分析で最終判断する。このときメモリ制約から、AD変換はサブサンプリング（Nyquist条件を満足しない）で実装しているが、実験では問題なく認識できている。

4.3 今後の予定

今年度は上述した回路の動作確認のみが終了している。この回路セットを 20 台試作して、実際の畝に仕掛ける実証実験は 2020 年度に持ち越した。

5 農業用 温度センサ

5.1 背景

本格化しつつある IoT 農業において、温度計測は重要な基本パラメタである。温度センサは多く市販されていて、それらを LPWA 無線に接続すれば、農場やハウス内の温度を簡単に計測できると考えられる。

5.1.1 昨年度の検討

電源とネットワークの課題を解決する装置として、温度センサをケースに入れて LPWA 無線を搭載した装置を試作し、八ヶ岳中央実践大学のハウス内に設置してきた。受信機が設置されている茅野市役所からハウスまでは直線で 12 km 離れていたが、下図のように 3 分間隔でハウス内の温度を継続的に測定できることを実験確認している。この検討では、WiFi や無線装置の設定が必要なく「置くだけ」で温度計測ができるという簡便性が好評であった。

しかし昨年 2 月に測定されたデータ（下図右側）を見ると、日中は 35 度以上の高温が計測されていることが解る。原村にあるハウスが 2 月に 35 度以上になるとは考えられず、ハウス内に照射された直射日光により、センサが暖められてこのような数字になったものである。測定したいのはハウス内の気温であるのに、実際に測定されたのは「温度計を収納したケースの温度」であった。「日照」の課題が大きくクローズアップされた結果となった。

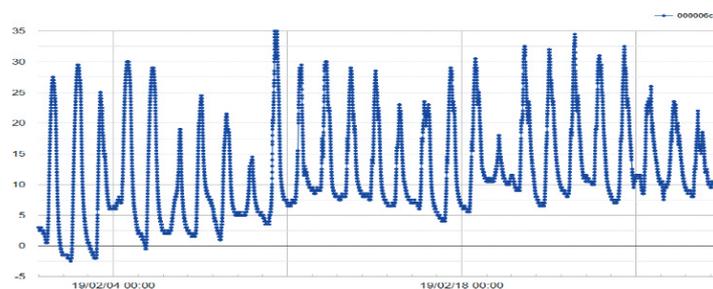


図 11 八ヶ岳中央実践農業大学校への設置状況（左）、計測された温度変化（右）

5.2 スワリカブランドの温度計

そこでスワリカブランドでは、下図のように小型のファンを使った通風式温度センサを考案し、特許出願を行った。温度計測値を LPWA で伝送する直前に、小型のファンを回してダクト内に設けた温度センサに外気を通気する。温度センサの熱容量を放出させるのに時間がかかるので、複数回行った計測結果を指数関数にフィッティングして最終温度とするのが特長である。

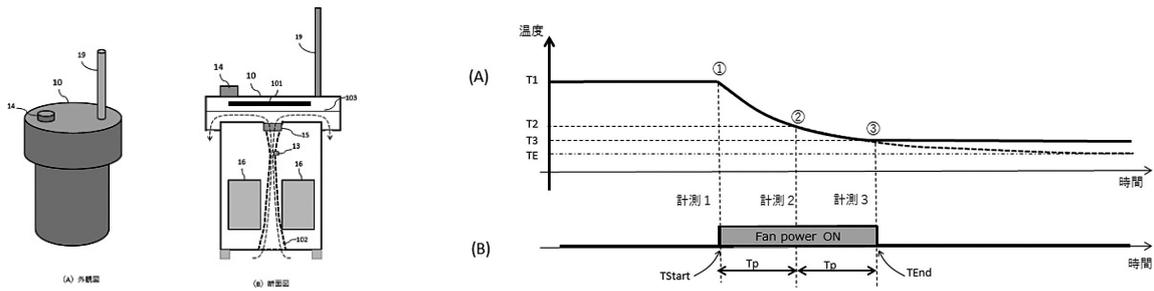


図 12 スワリカブランド出願の通風式温度計特許より (左：外形図、右：温度変化を指数関数で外挿)

5.3 試作機

下図のように、4本の単一電池、小型の通風ファン、LPWA アンテナ、そしてLPWA の送信機版を実装した実験機が3D プリントにより完成した。全体はスマホを一回り小さくした大きさである。農業ハウスで水をかけられることを前提にして、天板は斜めに傾けて、水を受け流す構造になっている。またファンによるゴミや埃の吸い上げを軽減するため、ファンによる通気口はケースの横に設けられている。

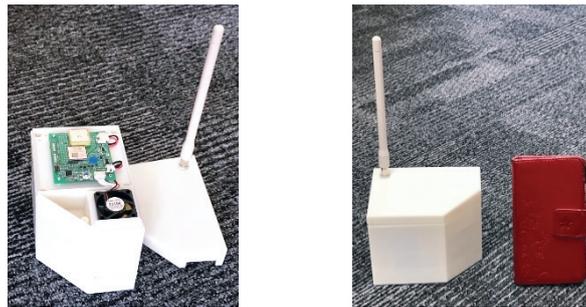


図 13 試作した通風型温度計 (左：外観、右：内部構成)

5.4 実験結果

試作した通風型温度計に対して、強制的に外部光を照射して擬似的に日射を作り出した。通気ファンを回さない場合は計測温度が 34 度まで上昇している。この状態でファンを回すと、外気が導入されて下図 (左) のように温度が低下していく。下の実験結果では予想外にセンサの熱容量が大きく、温度が定常状態に達するまで4分ほどの時間が必要である。仮に3分間隔で計測する場合には、通気ファンが回りっぱなしとなり、あっという間に電池を消耗してしまうであろう。

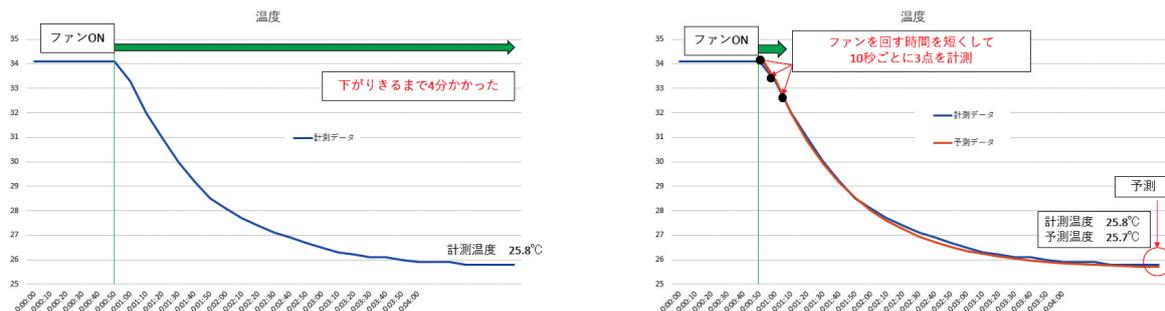


図 14 温度計の時間変化特性 (外部光によりケース温度を強制的に上げた場合)

そこで、上図（右）のように通風ファンへの通電を 20 秒間に限定し、温度変化を指数関数にフィッティングすることにより、最終的な温度を予測できることを確認した。

5.5 新たな課題

しかし、外部照射する光が著しく強い場合、ケース内部の温度が温度センサに影響してしまい、この方法でも誤差が生じることが解った。温度センサの周囲を断熱材で囲むことにより、この誤差を軽減できることも解ったが、それでもケースが 50 度程度まで上昇すると 6～7 度の計測誤差を生んでしまう。この方式で商品化するには、ケース材料、断熱材、ファンの動作時間、温度センサ部へのダクト形状など、様々な側面で最適化の検討が残されている。

6 超高精度 GPS 位置検出

人工衛星からの電波を受けて受信点の位置座標を特定する GPS (Global Positioning System) が実用化され 25 年以上が経過した。最近では電波の位相を検出する方法 (RTK-GPS) が登場し、数センチの精度で位置検出が可能となっている。しかし RTK-GPS は、高速データ通信を用いて基準局からの補正情報を得る必要があるため、山岳地域で使うことは難しい。

6.1 スワリカブランドの検討

そこで本プロジェクトでは高速データ通信に変えて「LPWA」を使い、高精度 GPS を実現することに挑戦している。山岳地で数センチ精度の GPS が実現できれば、土石流や山崩れなどを検出し、これらを LPWA で麓に伝送することができれば地域に貢献するデバイスとして期待される。長野県林野部からは、山岳地における測量などのニーズを伺った。

6.2 検討結果

模型電車に GPS アンテナを設置し、公立諏訪理科大学のオリジナルプログラムで模型電車の位置を検出する基礎検討をおこなった。下図（右側）に示すように、8 の字に走る模型電車を、±数 cm の誤差で検出できることを確認した。

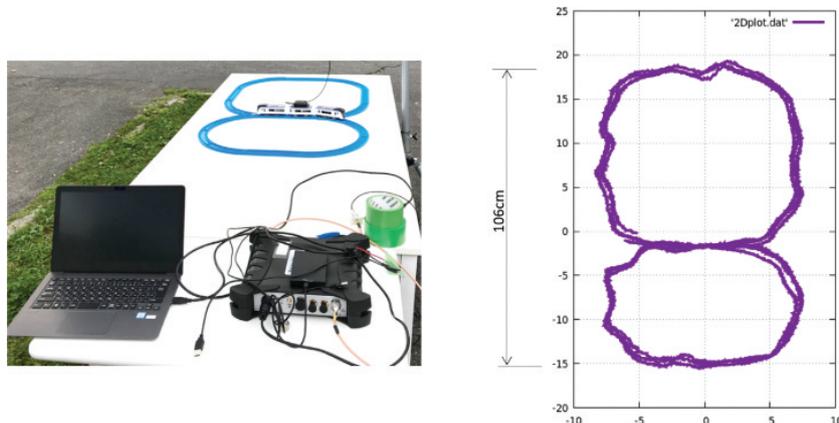


図 15 高精度 GPS の基礎検討（模型電車の動き検出を、オリジナルの受信プログラムで確認）

GPS アンテナから得られた 1.5 GHz の電波は、スペクトラムアナライザでデジタルデータに変換してパソコンに取り込み、パソコン上のプログラムで全ての信号処理（衛星信号の逆拡散、ケプラー方程式による衛星軌道計算、各衛星からの電波の位相検出、位相飛びの補正）を施した。この信号処理プログラムは 2500 行ほどになっているが、上図右側に示すような高精度検出が実現できている。

土石流や山崩れなどの用途に使うのであれば、従来必要と考えられていた基準局からの補正データが必要なく、LPWA 無線通信でも実現できる可能性がある。ただし信号処理が重く、上図に示した模型電車の走行軌跡を計算するだけで数分間の演算時間が必要となっている。来年度はアルゴリズムの簡略化と高速化を進め、LPWA を使った崖崩れ検出を目指して検討を進めていく。

7 全体総括（次年度への課題）

昨年度に引き続き地元企業（17 社）と 5 つのテーマで試作検討を行った結果、6 件の特許を出願した。また本プロジェクト参画企業（株式会社エー・アイ・エヌ）は、「見守り用 LPWA 送信機」の分野に新規参入し、目標 KPI の 1 件を達成した。今回の報告には組み入れなかったが、株式会社三社電機イースタンにより、送信アンテナの開発が、また株式会社日辰電機製作所により雷センサの開発も検討されている。

7.1 来年度の重点テーマ

夏に予定している「水位予測 AI 技術コンテスト」は、八ヶ岳の麓に位置する公立諏訪東京理科大学でなければできない催しである。大学、そして地元を世界にアピールする絶好のチャンスと考えている。このコンテストは、国土交通省および長野県の関連部署も注目していることから、水位計測システムを実用化する試金石としても最重要である。

7.2 来年度への課題（事業化）

来年度は河川水位計、農業用温度計、鹿の罠の 3 つのテーマが事業化を想定している。いずれも関連特許を出願して原理検証を行っているが、新規事業としてスタートするにはもう一歩踏み込んだ技術検討が必要となっている。来年度と限られた時間を精いっぱい有効に使って、3 つのテーマともに事業化を達成することを目標としている。

産学公連携「スワリカブランド創造」研究業績リスト

1 知財方針

プロジェクト発足当初に、知財顧問と地元有識者を加えて 2 か月間の議論を経て知財方針を確定させた。この方針では、これまで一般的に行われてきた大学と企業との共同研究とは大きく異なり、地元企業に対する優遇策を拡大している。

- 大学単独の発明であっても、地元企業へ優先的に譲渡又は通常実施権許諾の機会を与える

こと。

- 派生技術を地元企業が発明した場合、地元企業の単独発明とすること。

参画企業募集に先立って定めた本プロジェクトの知財方針を定め、参画企業各社から同意を頂いた。

知財の取り扱い			
発明の種類別		(A) 本業務における発明 (ア) スワリカブランド事業で想定する製品・技術(※1)に係る発明、又は、 (イ) 本学の秘密情報を利用して完成された発明	(B) 本業務から派生した発明 (ア) スワリカブランド事業で想定する製品・技術(※1)に係らない発明であって、かつ、 (イ) 本学の秘密情報を利用することなく完成された発明
単 独 発 明	大学の単独発明	本学の単独所有(※2)	本学の単独所有(※2)(※5)
	パートナーの単独発明	本学と当該パートナーとの共同所有 持ち分は均等 出願手続は当該パートナーが行う 費用は当該パートナーが負担 (※3)(※4)	当該パートナーの単独所有 (※5)
共同発明		本学と当該パートナーとの共同所有 持ち分は発明の貢献度に応じて決定 出願手続は当該パートナーが行う 費用は当該パートナーが負担 (※3)(※4)	本学と当該パートナーの共同所有 持ち分は発明の貢献度に応じて決定。 出願手続は当該パートナーが行う費用 は当該パートナーが負担 (※3)
<p>※1：2019年度のスワリカブランド事業で想定する製品・技術は下記の通り。2020年度は別途定める。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 登山者の遭難対策を目的としたデバイスおよびシステム (2) 山岳地で土石流、洪水などを検出するためのデバイス及びシステム (3) 鹿やイノシシなど有害鳥獣の捕獲罠に用いるデバイス及びシステム (4) 除雪車の位置検出に用いるデバイス及びシステム (5) 子供の防犯ブザーに取りつけた無線位置通報デバイス及びシステム (6) 山岳地用の気象計測デバイス及びシステム (7) 人工知能を搭載した除草ロボットシステム <p>※2：2023年3月末までは地元企業へ優先的に譲渡又は通常実施権許諾の機会を与える。</p> <p>※3：本業務が「公立諏訪東京理科大学が茅野市から受託して実施する業務」であること、共同研究においては本学がパートナーに「IoT通信技術に関する基本情報」を提供し必要な指導を行うこと、及び、所定の開発経費が本学からパートナーに支払われること、を考慮。</p> <p>※4：当該パートナーは本契約締結後5年間は、本特許権等の実施を独占的に行うことができるものとし、その期間内においては、本学は、本特許権等を自己実施せず、本学の判断で第三者へ実施許諾しないものとする。当該パートナーは、本学に独占実施補償金を支払う。第三者から実施料等の収益等が得られた場合には、当該収益等を持ち分に応じて配分する。その際、当該パートナーは、負担した特許管理費用(明細書作成費用、出願権利化費用、特許維持費用)を当該収益等から控除できるものとする。なお、パートナーは、特許庁減免措置により大学持分相当の分、負担が軽減される(審査請求料：半額軽減、特許料：1～3年目：半額軽減)。</p> <p>※5：発明が、本業務とは直接関係がなく、しかも、本学の秘密情報を利用することなく完成された発明であることを考慮。</p>			

2 KPI 達成状況

下表に示すように、今年度目標である4つのKPIを全て達成した。KPI②～③に関しては、目標を大きく上回っている。

2.1 KPI① 起業件数又は既存企業が成長産業であるIoT分野等へ新規参入した件数

本プロジェクト参画企業（株式会社エー・アイ・エヌ）が、「見守り用LPWA送信機」に新規参入することになり、目標であったKPIの「1件」を達成した。既に複数社から引き合いが来ていることもあり、同社から2020年上期中の発売が想定される。

2.2 KPI② 民間事業者の参画社数

本年度は3社（有限会社茅野工業、エルシーブイ株式会社、一般社団法人蓼科塾）が加わり、全部で14社（表3）となって目標の7社をクリアした。これら参画企業全社とは知的財産権の取り扱いを記載した秘密保持契約書を締結し、10回の研究会を開催している。

2.3 KPI③ 新技術・新製品等の開発数

本年度は特許事務所に6件の特許を提出完了したことから、6件の新規技術を開発したことを報告する。このうち4件は特許庁への出願手続きが完了し、残り2件は2020年4月上旬に出願手続きを終える予定である。

昨年度提出した特許を含めると、これでスワリカブランドの特許提出件数は9件となった。PCT出願（国際特許）手続きに入った案件が1つ、審査請求手続きに入った案件が3つある。

2.4 KPI④ セミナー・講座等への参加者数

表2に示すように、長野県内において6件の講演、発表を行った。集計されているだけで232人の参加を得て、KPIの50人を大きく上回っている。

またKPIにはカウントしていないが、2月7日～8日まで岡谷で開催された「おかやものづくりフェア」において、「FPV遠隔操縦の模型戦車」を製作し、「風船割りゲーム」とし

表1 KPI 達成状況

KPI	内容	目標	実績
①	起業件数又は既存企業が成長産業であるIoT分野等へ新規参入した件数	1	1
②	民間事業者の参画社数	7社 (昨年比+2社)	14社(表3)
③	新技術、新製品等の開発件数	累計4件 (昨年比+2件)	累計9件 今年度6件(表5)
④	セミナー、講座等への参加者数	50人 (昨年比+10人)	232人(表2)

て出展した。この様子は地元メディア（LCV）のラジオ番組でライブ配信されている。

3 成果サマリ

3.1 セミナー及び後援会開催

表2 セミナー・講演会など

開催日	内容	参加人数
7月6日	公立諏訪東京理科大学・地域連携機構報告会にて講演	不明
10月17日～19日	諏訪圏工業メッセにて展示説明	17日：27人、18日：48人 19日：49人
11月27日	茅野IoT・AI研究会2019（茅野市）にて講演	14人
11月29日	AI・IoT活用研究会定例会講演（須坂市）にて講演	21名
2月12日	2019年度参画企業研究成果発表会にて発表	50人
3月8日	スノーシュー・アイデアソンにて発表	23人
セミナー、講座等への参加者総数		232人

表3 その他・展示会への出展

2月7日～8日	おかやものづくりフェア	7日：10人、8日：205人
---------	-------------	----------------

3.2 新聞掲載

以下19件が記事として掲載された。

表4 新聞掲載

掲載日	新聞社	タイトル	概要
7月7日	長野日報	諏理大で進む先端技術研究	地域連携研究開発機構報告会
7月8日	茅野市民新聞	諏訪からの未来創造へ初の成果報告会	地域連携研究開発機構報告会
7月11日	朝日新聞	最先端のAI技術は八ヶ岳の麓で生まれる 公立諏訪東京理科大学	国公立大学特集
7月12日	信濃毎日新聞	いまどこ安全登山に一役	中学登山
7月12日	信濃毎日新聞	学校登山見守りシステム 茅野・永明中と実験 位置情報発信	中学登山
7月19日	長野日報	山岳見守りシステム 中学登山で実証実験	中学登山
7月19日	茅野市民新聞	中学登山で実証実験 LPWAで位置情報確認	中学登山

7月20日	日経産業新聞	「公立諏訪理科大、産学組織発足1年 lotで実用化技術PR	地域連携研究開発機構報告会
8月18日	長野日報	土石流の危険を察知 スワリカブランド 来月から実証実験	独自取材
12月20日	長野日報	諏訪理科大「水害から命を守る」 LPWA活用 水位計測システム開発進む	プレス発表
12月20日	茅野市民新聞	水位計測システム開発	プレス発表
12月20日	信濃毎日新聞	無線技術を活用 川の水位計開発 流域の住民避難一助に	プレス発表
12月20日	日本経済新聞	河川水位を自動計測	プレス発表
2月5日	茅野市民新聞	スワリカブランド 地元企業が成果発表	2019年度参画企業研究成果 発表会
2月13日	長野日報	13社が開発状況報告 産学公連携スワリカブランド茅野で研究 成果発表会	2019年度参画企業研究成果 発表会
2月13日	茅野市民新聞	2年目の成果報告 「スワリカブランド」研究発表会	2019年度参画企業研究成果 発表会
2月14日	信濃毎日新聞	茅野 産官学連携の産業ブランド化 「LPWA」製品化 関心持って	2019年度参画企業研究成果 発表会
2月24日	茅野市民新聞	登山者”見守り”の新戦力に 北八ヶ岳で位置情報端末の実証実験	スノーシュー・アイデアソン (情報発信事業)
3月21日	長野日報	スワリカブランド 高齢者見守りシステム開発 試作品完成、モニター調査へ	独自取材

4 スワリカブランド特許

4.1 サマリ

今年度は以下6件の発明報告書を完成させ、弁理士事務所に提出が完了している。

表5 出願特許

出願番号	発明者		タイトル
特願 2019-189808	公立諏訪東京理科大学	小林誠司、川口一雄、佐々木恭助	捕獲通知システム、捕獲通知方法及び括り罫の通報装置
	NISSHAサイミックス株式会社	柴田淳一、春原貴志	
	株式会社三社電機イースタン	五味久喜、大西衛、西智洋	
特願 2019-189809	公立諏訪東京理科大学	小林誠司、川口一雄、佐々木恭助	袋状無線デバイスを使った無線システム及び府袋状無線デバイス
	株式会社イー・アイ・エヌ	大蔵貴順、神谷慎介、林和行	
特願 2019-189810	公立諏訪東京理科大学	小林誠司、川口一雄、佐々木恭助	環境計測装置及び環境計測システム
	NISSHAサイミックス株式会社	春原貴志	
	株式会社三社電機イースタン	五味久喜、大西衛、西智洋	
	株式会社みやま	三澤剛史、姫野誠也	
		菊池大介	
特願 2019-223313	公立諏訪東京理科大学	小林誠司、川口一雄、佐々木恭助	水位計測装置および水位予測システム
	NISSHAサイミックス株式会社	春原貴志	
	株式会社三社電機イースタン	大西衛	
特願 2020-	公立諏訪東京理科大学	小林誠司、川口一雄	保管庫状態検出システム及び保管庫状態検出装置
特願 2020-	公立諏訪東京理科大学	小林誠司、佐々木恭助	遠隔操作エンターテインメントシステム