

D X を 推 進 す る

MCPC

ナノコン ハンドブック

第 3 版

～ 指先にのる小さなデバイスでIoTを始めよう! ～



モバイルコンピューティング推進コンソーシアム
技術委員会
ナノコン応用推進 WG

協力 東京大学 桜井研究室 / トリリオンノード研究会

はじめに

サイバー空間（仮想空間）とフィジカル空間（現実空間）を高度に融合した Society 5.0 が実現する社会は、IoT（Internet of Things）で全ての人とモノがつながり、5G や AI と呼ばれた先進技術により様々な知識や情報がリアルタイムに共有され、今までにない新たな価値を生み出すことが期待されている。また直面する社会課題を解決するために、インフラの老朽化を監視するシステム、物流や流通分野で求められる位置情報の把握、さらにはそれを担う人材の育成などが求められている。

2030 年代には 1 兆個の端末がインターネットに接続されると予想されている。その一方で、IoT の世界においては一つ一つのアプリケーションは小さく、1 兆個の市場を生み出すには多くのアプリケーションが生み出される必要があり、そのためには小型で低消費電力といった性能面だけでなく、カスタマイズ性に優れた IoT プラットフォーム“ ナノコン” が必要である。“ ナノコン” が収集するフィジカル空間の多種多様なデータが、様々な分野で利活用されることにより、新たな価値、新たな IoT アプリケーションを生み出すであろう。

ナノコン応用推進 WG と東京大学・桜井研究室は、2018 年からナノコンの代表例“ Leafony” を使ったハッカソンや、技術・アイデアコンテストとして『MCPC ナノコン応用コンテスト』を開催し、社会や身の回りの課題解決や生活を豊かにする作品をご応募頂いている。本ハンドブック第 3 版の発行にあたり、2021 年秋に開催した第 2 回 MCPC ナノコン応用コンテスト受賞作品をナノコン活用事例に追記するとともに、Leafony の内容を現時点のものに更新した。

本ハンドブックが、MCPC 会員企業における IoT アプリケーションの実証実験の他、教育現場等の人材育成への活用や、メイカーズ（ものづくりをする個人）を含む多くの方に活用されることで、新しい IoT アプリケーションが生まれ、Society5.0 の社会の実現の一助になることを期待する。

2022 年 3 月
モバイルコンピューティング推進コンソーシアム
技術委員会 ナノコン応用推進 WG 主査

目次

はじめに

1. ナノコンとは	2
2. ナノコン活用事例	2
・ 日本電子専門学校 JECreat	3
・ 株式会社エイチアイ	4
・ 愛知工業大学 内藤研究室	5
・ 株式会社ジェイエスピー	6
・ 株式会社エイチアイ	7
・ 日本電子専門学校 AI システム科	8
・ 東海大学 地盤研究室チーム	9
・ 奈良先端科学技術大学院大学 ユビキタスコンピューティングシステム研究室	10
・ 株式会社 NTT ドコモ	11
・ たくろーどん	12
・ 九州大学 荒川研究室	13
・ 九州大学 荒川研究室	14
・ 島根職業能力開発短期大学校	15
・ 株式会社 USEN	16
・ 慶應義塾大学 石黒研究室	17
・ 九州大学 荒川研究室	18
・ 富士通コネクテッドテクノロジーズ株式会社	19
・ 株式会社タブレイン	20
・ 京セラ株式会社 コミュニケーションシステム研究開発部	21
3. Leafony の紹介	22
3. 1. 特長	22
3. 2. 活用事例	23
3. 3. トリリオンノード研究会の紹介	24

1 ナノコンとは

汎用コンピュータはCPU、メモリや周辺デバイスの小型化によりマイコンとして多くの場所で手軽に利用されるようになりITが広く普及することになった。また、通信ネットワークの普及発展によりマイコンは様々なセンサーやアクチュエータなどのエッジデバイスをネットワークに接続するエンベデッドコントローラとして普及してきた。

さらに様々なデバイスがインターネットに接続されたいわゆるIoTの世界を普及させるには従来のマイコンよりも小型、低消費電力、かつ容易にインターネットに接続されるコンピュータが必要である。

また、誰でもIoTビジネスに参画できることとサービスビジネスの開発サイクルの短縮化が必要とされるため、容易に技術/ビジネスの実証実験を行うことが求められるようになっている。

MCPCではこの超小型、バッテリー駆動、そしてモジュール化され容易に取り扱えるデバイスをナノコンと定義し、その普及促進活動を行うことで会員企業のIoTビジネス活動の促進を目指しています。

※ナノコンは、MCPCがライセンスしている商標です。

2 ナノコン活用事例

ナノコンの活用事例を次ページ以降に示します。

第2回ナノコン応用コンテスト 2021 最優秀賞 受賞作品



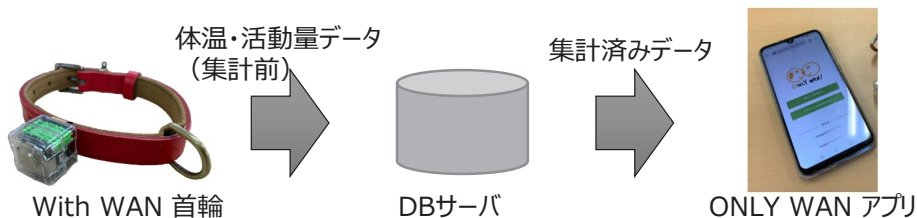
タイトル	大事な家族の異変に気付くことができるサービス「ONLYWAN!」	団体名	日本電子専門学校 JECreat
------	----------------------------------	-----	---------------------

用途	大事な家族の一員であるペットに対し、飼い主がペットの「いつもとちよと違かも！」に気づき、病気の早期発見につなげてもらえるためのサービスです。
----	--

概要・システム構成図

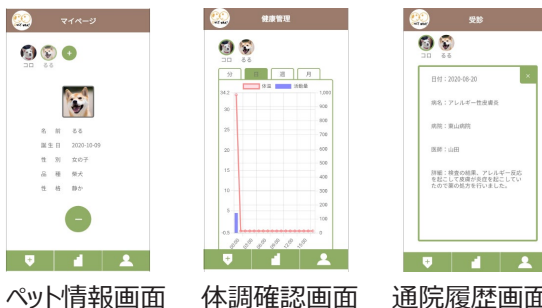
■ 概要

Leafony搭載の“With WAN 首輪”とDBサーバ、ONLY WANアプリから構成されます。首輪に着けられたLeafonyから体温と活動量のデータをサーバへ送信し、アプリから集計済みデータを取得できるようにしています。首輪の内側からセンサーにかけて銅板を巻き付け、体温をより正確に取れるようにしています。



■ 画面イメージ

アプリの画面はデータを視覚化し、少しの体調変化にも気付けるよう工夫しています。過去の通院履歴やワクチン履歴も登録でき、病院での診察に役立てることができます。



ハードウェア構成

- With WAN 首輪 (Leafony)
 - CPUコア : AVR MCUリーフ
 - 通信I/F : BLE Sugarリーフ
 - 電源 : CR2032リーフ
 - センサ : 4-Sensors(温度、加速度)

- DBサーバ
 - Amazon EC2 (Amazon Linux2)
 - DB : MySQL
 - API : php + Laravel

- ONLY WAN アプリ
 - HTML + CSS + JavaScript (vue.js)

備考

第2回ナノコン应用コンテスト2021 優秀賞 受賞作品



タイトル	みまもりパパ	団体名	株式会社エイチアイ
------	--------	-----	-----------

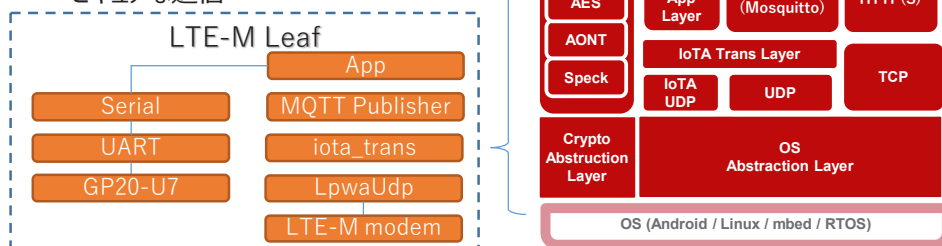
用途	位置情報を用いたセキュアな小型低消費電力の見守りシステム
----	------------------------------

概要・システム構成図

子供や高齢者の行方不明事件は深刻な社会問題です。9歳以下の子供の行方不明は年間約1,200件、認知症を患った高齢者に至っては、年間約16,000件発生しています。こうした課題を解決するために、GPSセンサによる見守りシステムが各社より発売されています。しかし、低消費電力を実現すると共に、秘匿性の高い位置情報を十分なセキュリティを担保して、低フットプリント・限られたCPUリソースで扱うには課題があります。みまもりパパは、株式会社エイチアイが開発したexpist IoTAとLeafonyを組み合わせた、セキュアな小型低消費電力の見守りシステムです。

主な機能：

1. 位置情報の把握
2. 小型軽量であり長時間利用可能
3. expist IoTAとLTE-M Leafを利用したセキュアな通信



ハードウェア構成

Leafony構成

CPUコア：STM32L496VGT6(Cortex-M4)
通信I/F：LTE-M Leaf Ver.3

その他

GPSセンサ:GP-20U7

備考

expist IoTAとは「セキュアに」「確実に」「効率的に」届けるをコンセプトとしたIoTデバイス向け通信ソリューション。独自軽量プロトコルと、ネットワーク利用効率化により通信オーバーヘッド・トラフィックを抑制。IoTデバイスのセキュリティ担保に加えネットワーク運用コスト削減にも貢献します。

導入やご相談等、詳しくはこちらよりご連絡下さい。

[\(https://www.hicorp.co.jp/\)](https://www.hicorp.co.jp/)



第2回ナノコン応用コンテスト 2021 優秀賞 受賞作品

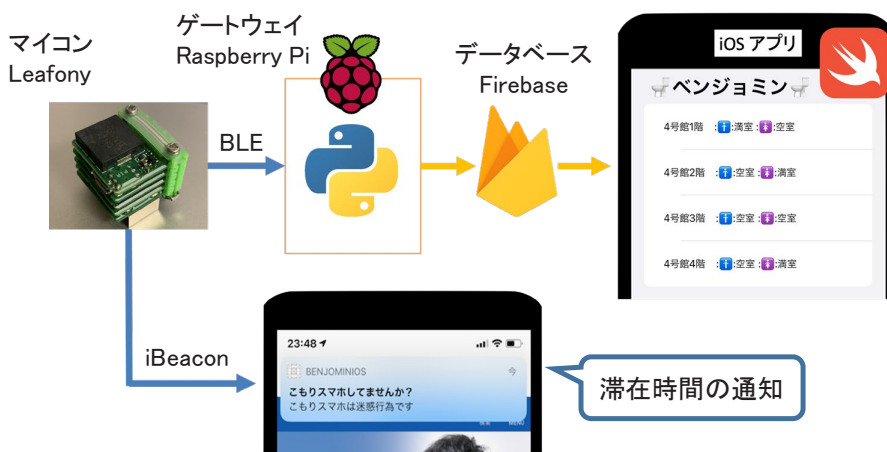


タイトル	ベンジョミン	団体名	愛知工業大学 内藤研究室
------	--------	-----	-----------------

用途	<ul style="list-style-type: none"> • トイレの在室状況の把握 • 「こもりスマホ」という公共の個室トイレに必要以上に居座りスマートフォンなどを操作する迷惑行為の対策
----	--

概要・システム構成図

- Leafonyは人感センサーを利用しており、BLEでRaspberry Piと接続している
- MACアドレスでLeafonyを識別していて、在室状況をRaspberry Piからデータベースに登録している
- アプリでは在室状況をリアルタイムで表示できるようにしている
- Leafonyは人感センサーの情報を発信したのちにiBeaconを発信する
- アプリ側でiBeaconを受信したらFirebaseの入室時間と現在時間を比較し、設定した時間以上在室していた場合アプリから通知が出る



ハードウェア構成	<p>CPUコア : AVR MCUリーフ 通信I/F : BLE Sugarリーフ 電源 : CR2032リーフ その他 : SP&PIRリーフ, USBリーフ</p>
----------	--

備考	<p>ベンジョミンの使用例 : https://youtu.be/p0hwn6DHe4k</p> 
----	--

第2回ナノコン応用コンテスト 2021 優秀賞 受賞作品



タイトル	手のひらサイズの ボタン式メジャー	団体名	(株)ジェイエスピー
------	----------------------	-----	------------

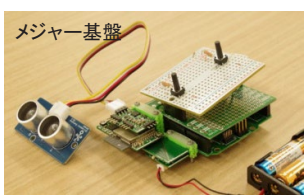
用途

昨今のコロナ禍の影響に着目し、家具/インテリア業界に焦点をあてた。巣ごもり需要・在宅勤務が追い風になり、コロナ禍の家具/インテリア市場規模は過去最高になっている。一人暮らしの場合、家具/インテリアを買い替える際に普通のメジャーを使用してサイズを計測することは容易ではない。そこで、老若男女問わず一人でも容易にサイズの計測をできる手のひらサイズのボタン式メジャーを開発した。LeafonyとAndroidアプリをBluetoothで接続し、計測したサイズの保存/参照/削除が可能になっている。

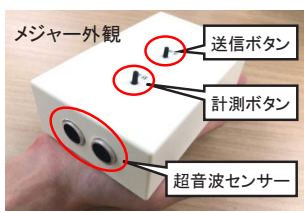
概要・システム構成図

計測に使用するメジャー本体と、計測値の記録に使用するAndroidアプリから構成されています。

計測には超音波センサを使用しており、計測ボタンを押すことで動作します。送信ボタンを押すと、計測値がAndroidアプリに送信され、計測値の記録が可能です。アプリとの通信はESP32に搭載されているBLEモジュールを使用しています。



計測/計測値送信



計測値の記録



備考

株式会社ジェイエスピー

<https://www.jspnet.co.jp>

第2回ナノコン応用コンテスト 2021 奨励賞 受賞作品



タイトル	トレーニング機器稼働率監視	団体名	株式会社エイチアイ
------	---------------	-----	-----------

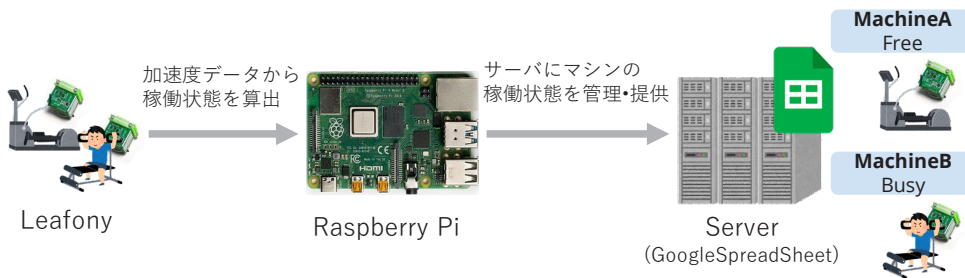
用途	ナノコンを用いて各種トレーニング機器の稼働を監視するシステム
----	--------------------------------

概要・システム構成図

トレーニングジムの機器は稼働状態の監視をされていないことが多く、利用者にとっては利用したい機器の混雑度が把握しづらい問題があります。この問題を解決するために、ナノコンを用いて各種トレーニング機器の稼働を監視するシステムを構築します。

ナノコンは親機であるRaspberry Piに識別子と加速度センサの情報を一定間隔で送信します。

Raspberry Piでは収集したセンシングデータに対して統計処理を行い、接続された各ナノコンが稼働状態であるかどうかをDBに記録します。



ハードウェア構成

Leafony構成

- CPUコア : AP01 AVR MCU
- 通信I/F : AC02 BLE Sugar
- 電源 : AV01 CR2032
- その他 : AI01 4-Sensors 加速度センサ

その他

Raspberry Pi

備考

株式会社エイチアイは組み込み機器向けソフトウェアを事業としており、様々な車両メーカー様に自社ソリューション及び高度な組み込み機器向け開発技術を提供しております。

導入やご相談等、詳しくはこちらよりご連絡下さい。
[\(https://www.hicorp.co.jp/\)](https://www.hicorp.co.jp/)



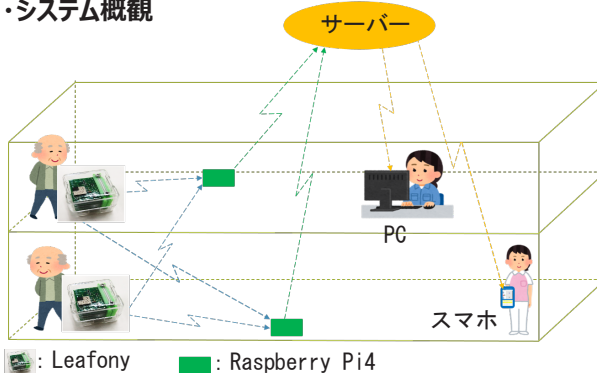
第2回ナノコン应用コンテスト 2021 奨励賞 受賞作品



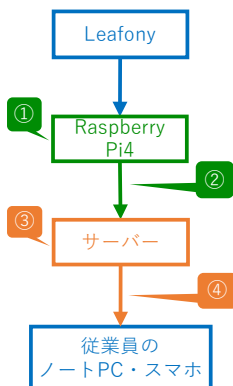
タイトル	「ナノコン」を用いた 在所者見守りシステム	団体名	日本電子専門学校 AIシステム科
用途	介護施設従業員の以下の要望をかなえることで日々の負担を軽減するシステム ・投薬や食事などのため在所者の居場所をすぐに知り探す手間を少なくしたい ・在所者が危険な場所に立ち上がったかどうかをすぐに知りたい ※在所者(ざいしょしゃ)：介護施設に入居されている方を指す介護現場で使われている用語		

概要・システム構成図

・システム概観



・処理の流れ



・従業員のノートPC・スマホ 表示画面

マップ情報：マーカー ●●●●
で在所者位置を明示

在所者 information			
在所者ID : 0003	名前 : 佐藤さん	場所 : 階段付近	マーカー : ●
在所者ID : 0001	名前 : 相澤さん	場所 : 部屋2	マーカー : ●
在所者ID : 0002	名前 : 中島さん	場所 : 部屋1	マーカー : ●

在所者情報：危険な場所への立ち入りは色付けで警告

ハードウェア構成

CPUコア：AVR MCUリーフ
 通信I/F：BLE Sugarリーフ
 電源：CR2032リーフ
 その他：RaspberryPi4(距離情報収集用)、PCサーバー(サブレット稼働用)

備考

動作の様子はこちらの動画で公開中

<https://www.youtube.com/watch?v=mZe9EjeqQEI>



ナノコン応用コンテスト 2020 最優秀賞 受賞作品

タイトル

傾斜3/1000

団体名

東海大学
地盤研究室チーム

用途

住宅の建築において、欠陥があった場合に買主と売主の間に係争問題が多く発生している現状があります。

タイトルの「傾斜3/1000」は、住宅の品質確保の促進に関する法律問題となる1mあたり3mmの傾斜を意味しており、角度にすると約0.17°となります。建設された住宅を常時監視し、傾斜の発生を検知することを目的に、Leafonyの加速度センサを用いて、このデバイスを開発しました。

概要・システム構成図

Leafonyのみでシステムを構築している。

Leafonyの高精度加速度センサーを利用して面（住宅）の傾斜角を定期的計測し、インターネットを通してGoogleスプレッドシートに送り、遠隔地から常時監視するシステムを構築した。傾斜角は0.2°程度の精度で検出できることを確認している。



傾斜角計測



Wi-Fiルータ



インターネット



Google
スプレッドシート

ハードウェア構成

CPU : ESP32 MCU
通信I/F : Wi-Fi (ESP32 MCUリブ内蔵)
センサ : 加速度センサ (4-sensorsリブ)
電源 : 2V~4.5Vリブ



備考

ナノコン应用コンテスト 2020 優秀賞 受賞作品

タイトル

Bo : Song

団体名

奈良先端科学技術大学院大学
ユビキタスコンピューティングシステム研究室

用途

近年、高齢者の転倒予防や健康増進という観点から棒体操が注目を集めている。我々は、音楽を用いて棒体操実施者を支援するBo:Songシステムを実現した。提案するシステムは、棒体操の動きに合わせて音楽を再生することで、ユーザが楽しく正しいリズムで棒体操を実施することを誘導する。

概要・システム構成図

Bo:Songは、棒体操と音楽を組み合わせることでユーザを支援するシステムである。例えば、体操の速度が速い場合音楽のリズムを速くし、その人にとって正しい速度を誘導するといったものである。Bo:Songのシステム構成と実際の利用シーンを以下に示す。システムは、Leafonyブロックを埋め込んだセンシング棒と音楽やテキストによる反応を返すフィードバックアプリケーション（JavaScriptを使用）で構成される。センシング棒とフィードバックアプリはBluetooth通信によって相互に接続されている。フィードバックアプリは、センシング棒から送信される加速度データから、棒体操の反復リズムを推定し、そのリズムに合わせて音楽を再生する仕組みになっている。また、棒の角度から腕の高さを推定し、「腕が下がってきているよ」などの姿勢に関するフィードバックも提供する。

Bo:Songの
システム構成と
実際の利用シーン

体操棒 with Leafony

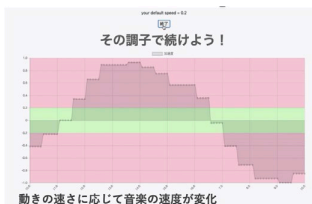


Leafonyで加速度データを測定

フィードバックシステム



加速度データをJavaScriptで処理
音楽と画面でフィードバック



ハードウェア構成

センシング棒には、Basic Kit に含まれているAC02 BLE Sugar、AI01 4-Sensors、AV01 CR2032、AZ01 USB、AP01 AVR MCUを組み合わせたリーフォニー・ブロックを使用した。

備考

研究室ホームページ : <http://ubi-lab.naist.jp/>



ナコン応用コンテスト 2020 優秀賞 受賞作品

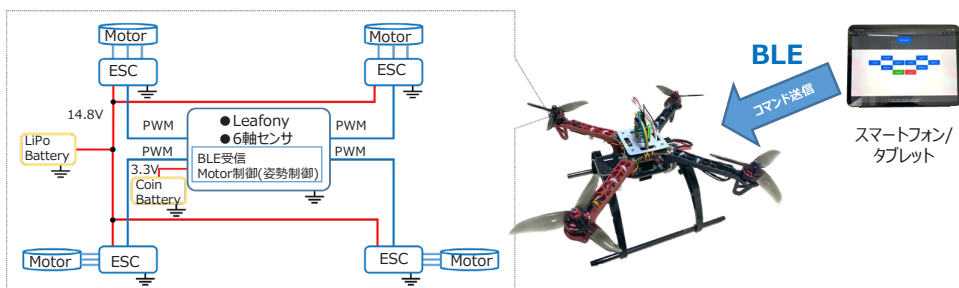
タイトル	ナコンをフライトコントローラとしたドローン	団体名	株式会社 NTTドコモ
------	-----------------------	-----	----------------

用途	ドローンの姿勢制御 <ul style="list-style-type: none"> • Leafony (ナコン) を利用してドローンの制御を行う。 • Leafonyの小型、低消費電力といった特性がドローン開発に適しており、ドローンのフライトコントローラとして活用できる。
-----------	--

概要・システム構成図

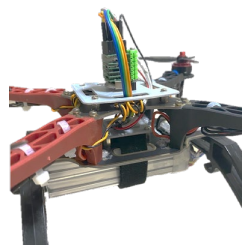
ドローンの姿勢制御をLeafonyで行い、スマートフォン/タブレットでの遠隔操作を実現した。スマートフォン/タブレットのドローン制御のためのアプリケーションから、ドローンに搭載したLeafonyにBLEでコマンドを送信する。Leafonyは、コマンドを受信するとドローンは受信したコマンド通りの操作を行う。ドローンは、本体に搭載した6軸センサの情報をもとにLeafonyにてブラシレスモータの制御を行い、姿勢制御を行う。

6軸センサのフィルタリングは、Madgwickフィルターを使うことでメモリの少ないLeafonyでも高精度のフィルタリングを実現した。ブラシレスモータはLiPoバッテリー、Leafonyと6軸センサはコイン電池から電源供給する。



ハードウェア構成

CPUコア : AVR MCU
 通信I/F : BLE Sugar
 センサ : MPU-6050(6軸センサ)
 電源 : コイン電池、LiPoバッテリー
 その他 : ブラシレスモータ、ESC、ドローンフレーム、プロペラ



備考

ドローンに搭載した、Leafonyやセンサ等は本体フレームに固定するための土台を3Dプリンタで作成し前後左右のバランスを均等になるようにした。今回は、大容量のバッテリーや大きいフレームを利用して開発したが、小型なLeafonyの特性を活かし、バッテリー、モータ、フレームをより小型・低量化することで総重量200g未満のドローンの実現も可能である。



ナノコン応用コンテスト 2020 優秀賞 受賞作品

タイトル	服薬管理&褒めシステムを考えよう！	団体名	たくろーどん
------	-------------------	-----	--------

用途	Leafony ESP32 Wi-Fi kit, SparkFun Simultaneous RFID Reader (M6E Nano)、RFIDアンテナ、RFIDタグ、そして、コミュニケーションロボット「 BOCCO 」を使用し、服薬管理そしてその服薬行為を褒めてくれるシステムを試作した。
----	--

概要・システム構成図

RFIDタグのついた薬をRFIDアンテナを仕込んだ台の上に置く。そして、これはRFIDリーダーによって10秒に1度センシングし、RFIDタグのついた薬がアンテナ上にあるか管理されている。そして、その薬がアンテナ上から取り出された時、RFIDリーダーがタグがなくなったことを判断し、そのタグIDをGoogle Apps Script (GAS) で書かれた簡易的なAPIにpostする。そして、Google Sheetsに取り出された時刻と薬の種類を記入する。タグIDと薬の名前の紐付けは、GAS上で行っています。さらに、BOCCO APIをつかってタグ取り出されたときに発話する(例:「お薬飲んだね、えらい!」)。

RFIDタグのついた薬 → 取り出し → RFID Antenna → RFID Reader → Leafony ESP32 Wi-Fi Kit → Wi-Fi → BOCCO

BOCCOが発話: お薬飲んだね、えらい!

Google Sheets / Google Apps Script: 服薬時間と薬を記録

→ RFIDタグの情報

ハードウェア構成



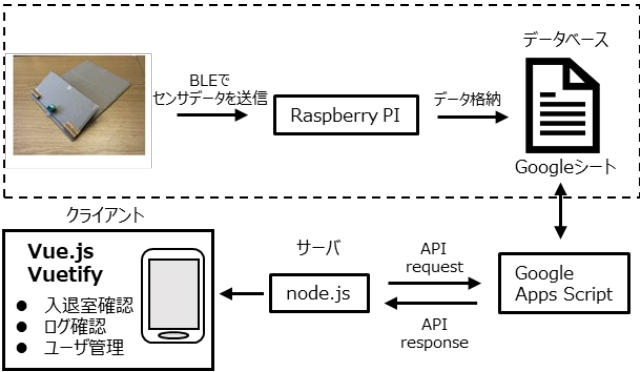
- Leafony ESP32 Wi-Fi kit
- SparkFun Simultaneous RFID Reader
- RFIDアンテナ
- RFIDタグ
- コミュニケーションロボット「**BOCCO**」

備考	<p>小規模な在庫管理にも応用可能。 動作の様子はこちらの動画から確認できる。 https://youtu.be/oQ5Xx4rdnOY</p>	
----	---	--

ナノコン应用コンテスト 2020 奨励賞 受賞作品

タイトル	Showbox 靴箱出席確認システム	団体名	九州大学 荒川研究室
------	-----------------------	-----	------------

用途	<p>大学の研究室のメンバの在不在の情報をリアルタイムに把握し、効率的に行動できるようにする。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 在室頻度からメンバーの進捗状況を把握 • 直接話したい相手が研究室に来ているか把握 • 密を避ける行動
----	---

概要・システム構成図	<p>靴を置くことで角度が変わる装置にLeafonyを設置し角度を算出。角度により外出と在室を判定。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <p style="text-align: center;">データベース</p>  <pre> graph TD subgraph Client [クライアント] V[Vue.js Vuetify] V --- M[Mobile Phone] end subgraph Server [サーバ] N[node.js] end subgraph DB [データベース] GS[Google シート] end subgraph Script [Google Apps Script] GAS[Google Apps Script] end S[センサー] -- BLEで センサデータを送信 --> RP[Raspberry PI] RP -- データ格納 --> GS GS <--> GAS GAS -- API request --> N N -- API response --> GAS N <--> V </pre> </div>
------------	---

ハードウェア構成	<p>段ボールで作成した角度検出装置に、Leafony Basicキットに含まれる AP01 AVR MCU、AC02 BLE Sugar、AI01 4-Sensors、AV01 CR2032 を組み合わせたリーフォニー・ブロックを使用。</p>
----------	---

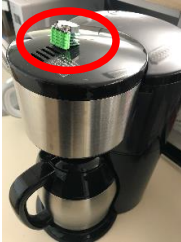
備考	<p>GitHubにてソースコードを公開中 https://github.com/Rtakaha/showbox_sample</p>	
----	--	--

ナノコン応用コンテスト 2020 奨励賞 受賞作品

タイトル	Mrs.HotCoffee	団体名	九州大学 荒川研究室
------	---------------	-----	------------

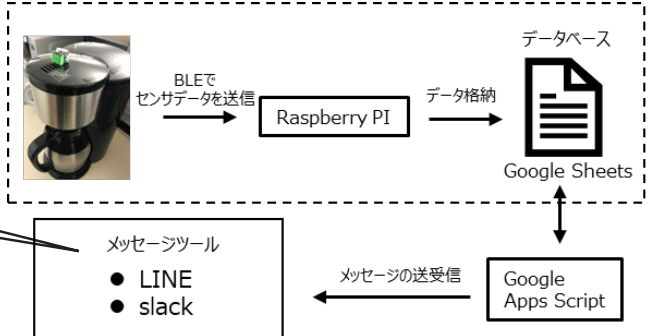
用途	自動で珈琲が出来上がった事や備品の在庫状況を教えてくれるシステム <ul style="list-style-type: none"> • 出来立て熱々の珈琲を飲みたい • 珈琲が出来上がったことを共有したい • 自動で備品の在庫を管理したい
----	--

概要・システム構成図



- 稼働時にコーヒーマーカー 上部の温度が変化するものを想定
- コーヒーマーカー 上部にLeafonyを設置
- 温度センサでコーヒーマーカーの温度変化を取得し珈琲の出来あがりを検知

※ 在庫管理はデータベースとメッセージツール間の情報で実現




```

                graph LR
                A[Coffee Maker] -- "BLEで  
センサデータを送信" --> B[Raspberry PI]
                B -- "データ格納" --> C[データベース  
Google Sheets]
                D[Google Apps Script] -- "メッセージの送受信" --> E[メッセージツール  
● LINE  
● slack]
                E --> A
                C <--> D
            
```

熱々の珈琲が入ったみたいですよ！

* 点線枠内は<https://github.com/Leafony/leafony-beacon>を参考にしました



ハードウェア構成	コーヒーマーカー 上部にLeafony Basicキットに含まれるAP01 AVR MCU、AC02 BLE Sugar、AI01 4-Sensors、AV01 CR2032を組み合わせたリーフォニー・ブロックを設置
----------	--

備考	
----	--

ナコン応用コンテスト 2020 奨励賞 受賞作品

タイトル	ロストアラーマー	団体名	島根職業能力 開発短期大学校
------	----------	-----	-------------------

用途	外出する際にロストアラーマーとスマートフォンとをBluetooth接続してもらい、子供が持ち運びしやすいぬいぐるみなどに組み込んでもらい、迷子防止用として使用してもらう。
----	---

概要・システム構成図	<p>1. スマートフォンとロストアラーマーをBluetooth接続をする。</p> <p>2. Bluetooth接続が途切れるとアラームが鳴る。</p> <p>Bluetooth接続</p> <p>スマートフォンの母親</p> <p>ロストアラーマー</p> <p>子供</p> <p>アラームが鳴る</p> <p>接続が途切れる</p> <p>母親</p> <p>子供</p>
------------	---

ハードウェア構成	<p>CPUコア : AVR MCUリーフ</p> <p>通信I/F : BLE Sugarリーフ</p> <p>電源 : CR2032リーフ</p> <p>その他 : 29 pinリーフ、Passive Buzzer</p>
----------	---

備考	<p>私たちは工夫した点として、子供に違和感なく喜んで持ってもらうためにぬいぐるみに組み込むことを考え、実際に子供に持ってもらった結果、喜んでもらえた。</p>
----	--

タイトル	指紋認証デバイスを用いた Web決済デモシステム	団体名	株式会社USEN
用途	安全なネット決済の実現を目指し、Leafonyを用いた指紋認証デバイスによる本人確認を行った上で、ECサイトで決済を実行するデモシステム		
概要・システム構成図			
<p>開発プラットフォームとしてifLink®を活用</p>  <p>The diagram illustrates the system flow: 1. A person uses a fingerprint device. 2. The device connects to an Android phone via BLE. 3. The phone sends data to the ifLink platform (IF THEN logic). 4. The ifLink platform sends data to an AWS server. 5. The AWS server processes the data. 6. The AWS server sends data to a laptop, which displays the payment completion message.</p> <p>① IF「指紋認証デバイスで指紋が一致したら」THEN「決済を完了する」というルールをiflinkアプリがインストールされたAndroid端末に送信 ② 指紋認証デバイスとAndroid端末をBLE接続し指紋認証実施 ③ 指紋が一致したという結果をAndroid端末が受信し、THENモジュールを発動 ④ 決済完了指示をサーバーに通信 ⑤ 決済完了処理 ⑥ サーバーから決済完了を受診し、画面に決済完了と表示</p>			
ハードウェア構成			
CPUコア：AVR MCUリーフ 通信I/F：BLE Sugarリーフ 電源：CR2032リーフ その他：指紋センサーリーフ（試作品） セキュアエレメントリーフ（試作品）			 BISCADÉ™デバイス
備考			
東芝インフラシステムズ(株)が試作開発した指紋認証デバイス(BISCADÉ™デバイス)は、デバイス内で指紋照合による本人確認を行い、その認証結果をBLE等でスマホなどのシステム側に通知できます。また、指紋情報を耐タンパ性の高いセキュアエレメントで保持しているため指紋情報の漏洩の心配もありません。			

2019年度活用事例

タイトル	ナノワイヤガスセンサを用いたウェアラブル呼気検出デバイス	団体名	慶應義塾大学 石黒研究室
------	------------------------------	-----	-----------------

用途

将来的にウェアラブルな端末で、呼気中の水素やアンモニア等様々な分子を検出し、それらの情報から人々の健康状態を測定するためのシステムを目指し、そのプロトタイプとして開発した。

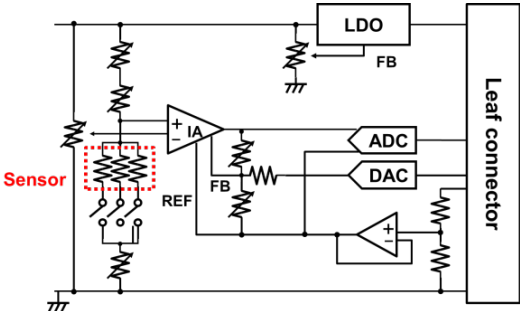
概要・システム構成図

3種類の抵抗変化型ガスセンサの信号を読み取るアナログフロントエンドリーフを開発した。使用するセンサの種類で抵抗値が大きく異なるため、センサ切り替え時に自動でブリッジのバランスをとり、さらに、計装アンプ(IA)の利得やLDOの出力電圧の最適値設定を行ったうえで、測定が行われる。

開発したセンサフロントエンドリーフの構成は下記のとおりである。

- ・電源
- ・各種デジタルポテンショメータ、スイッチの制御 (I2C通信)
- ・ADC,DACとの通信 (SPI通信)
- ・計装アンプ (IA)


取得したセンサデータは、BLE Sugarリーフを介して、タブレットに転送され、グラフ化される。



センサフロントエンドリーフ

ハードウェア構成

CPUコア : AVR MCUリーフ
 通信I/F : BLE Sugarリーフ
 センサー : ガスセンサおよびAFEリーフ (独自開発)
 電源 : 2V~4.5Vリーフ



備考

ナノ構造を有する超低電力ガスセンサ素子はJST CRESTプロジェクトの一環として、東京大学 内田研究室、および九州大学 柳田研究室にて開発されたものを使用した。

タイトル	モノのIoT化からデータ計測を簡単化する 超小型マルチセンサボードSenStick	団体名	九州大学 荒川研究室
用途	<p>SenStickは、8種類の代表的なセンサとBLE、リチャージャブルバッテリー、フラッシュメモリを搭載した超小型マルチセンサボードである。</p> <p>身の回りのモノにセンサと通信機能がついたらどんなことができるのだろうかというPoCを誰もが簡単に試せるプラットフォームとして開発した。活用事例として、杖に装着して高齢者の歩行診断、体に複数装着して筋トレの支援、竹刀に装着して剣道のセンシング、頭部に装着して観光時の興味センシングなどがある。</p>		
概要・システム構成図			
ハードウェア構成	<p>CPUコア：Nordic nRF52 (Cortex-M4F) 通信I/F：BLE センサー：9軸、温湿度、気圧、照度、UV 電源：LiPo その他：データ記録用Flash (32Mb) 搭載</p>		
備考	<p>SenStickは、総務省SCOPE若手ICT研究者等育成研究費の支援によって開発されたものである。研究期間終了後、オープンソースとして、回路図やアプリケーションが公開されており、2017年には東京の企業から研究者向けに限定販売された。</p>		

2019 年度活用事例

タイトル	工作キット ブルドーザーの遠隔操作	団体名	富士通コネクテッドテクノロジーズ(株)
------	-------------------	-----	---------------------

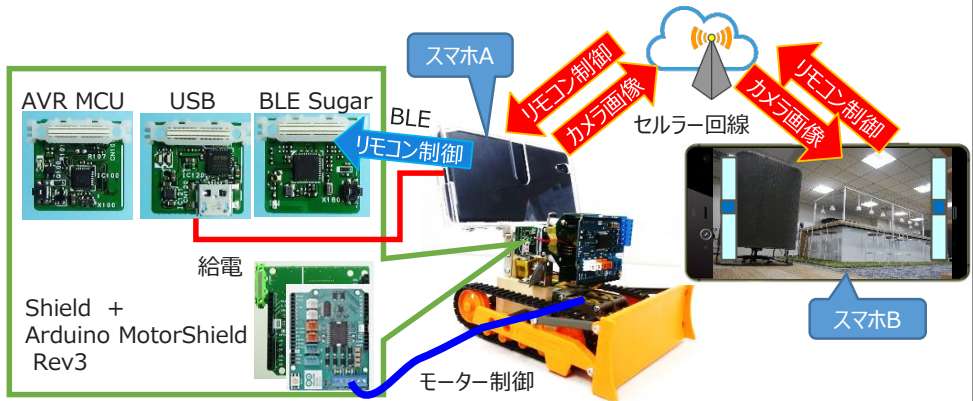
用途	工作キット ブルドーザーの遠隔操作
----	-------------------

概要・システム構成図

工作キットのブルドーザーのモーター制御をArduinoのモーターシールドとLeafonyプラットフォーム(以下Leafony)で行い、スマートフォン(以下スマホ)を組み合わせることで遠隔操作を実現した。

ブルドーザーにスマホAを装着し、ブルドーザーの視点をカメラ画像としてストリーミング送信する。スマホBは、ストリーミング映像を確認しながら、ブルドーザーの操作をするアプリを実装した。スマホBの操作情報をスマホAにコマンド送信し、更にスマホAからLeafonyにBLEでコマンド送信する。スマホAB間通信にセルラー通信を使用し、遠隔操作を実現した。

また、USBホスト機能をサポートしているスマホAから、Leafonyとモーターシールドに電源を供給し、モーターの駆動部には9V角電池から給電する。



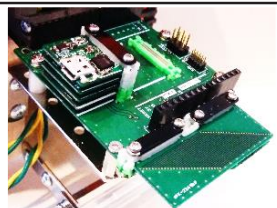
ハードウェア構成

CPUコア： AVR MCUリーフ
 通信I/F： BLE Sugarリーフ
 電源： USBリーフ + スマートフォン
 その他： Shieldリーフ、Arduino MotorShield Rev3



備考

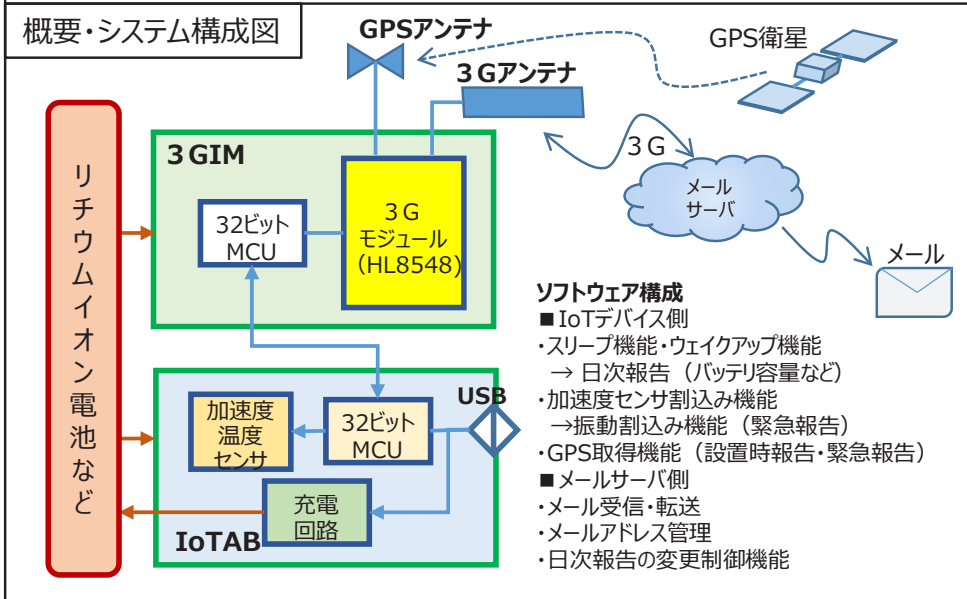
MotorShieldに搭載しているモータードライバは5Vで駆動するため、LeafonyにVBUSの供給が必要である。スマートフォンのUSBホスト機能(*)の代わりに、モバイルバッテリーから給電することも可能。スマートフォンはarrows NX F-01Kを使用した。
 (*)USBホスト機能をサポートしているスマートフォンは一部の機種に限られる。



*MotorShieldの下のLeafony

タイトル	追跡トラッカーと振動警報IoTデバイス	団体名	株式会社 タブレイン
------	---------------------	-----	---------------

用途
GPS機能を持つ3G通信モジュール（HL8548-G）を搭載した3GIMと、加速度センサを搭載したArduino Zero互換機のIoTABボードとを組み合わせ、振動感知による追跡トラッカーを実現したもので、害獣罠に取り付けたり、盗難感知・追跡に利用できるコンパクトで省エネタイプのデバイスとなる。すでにイノシシの罠に組み込んだ製品が実用として稼働中。
（3GIMおよびIoTABボードはタブレイン製品）
（参考資料：<http://tabrain.jp/data/tabrain-business.pdf>）



ハードウェア構成

CPUコア：SAMD21G18A
 通信I/F：3G通信（次LTE-M対応予定）
 センサー：GPS、加速度、温度他
 電源： バッテリ駆動
 （リチウムイオン・ニッケル水素等）
 その他： Arduino互換機ボード

ボードサイズ：3.5×2.5×1.5cm

備考
3GIM（又は4GIM）とIoTABボードを利用した事例は、これまで河川の水位監視デバイス（カメラや超音波距離センサ利用）や、積雪高観測デバイス（レーザ距離センサ利用）、農業用観測デバイス（CO2センサなど利用）、その他Sigfoxと加速度センサを組み合わせた住宅保有耐力診断デバイスなどにも技術転用を行ってきている。新たにLPWA（LTE-M）版の通信モジュールとMCUボードを一体化したMGIM（3.5×2.5cm）の開発も着手。1枚のボードでアナログ・デジタル・シリアル通信（UART/I2C）などが制御できるLTE-M版となる。

2019年度活用事例

タイトル	LTE-Mに対応したIoTユニット	団体名	京セラ株式会社 コミュニケーションシステム研究開発部
------	-------------------	-----	-------------------------------

用途

センサーモードでは7つのセンサー（温度、湿度、気圧、照度、加速度、角速度、地磁気）による測定や内蔵GPSによる位置測位が可能であり単独で環境・状態の観測ができる。一方、モデムモードでは、UART接続したセンシング機器のデータをLTE-M通信を用いてクラウド等に送信することができ、汎用的なモデム通信機として利用できる。

概要・システム構成図

小型の筐体（約70 x 37 x 11 mm）にすべての部品を内蔵、リチウムイオン2次電池やアンテナを搭載することで単独で長時間使用できる構成とした。

センサーモード時、センサー制御や測定はController CPUで行われ、LTE-Mモジュールを通してクラウドに送信される。専用に開発されたダッシュボードを使い、データのグラフ化や解析、地図情報との連携ができる。

モデムモードでは、UARTで接続されたセンシング機器からのコマンド操作により、任意のクラウドやサーバーにデータを送信することができる。

主な構成要素

- ・LTE-Mモジュール
- ・Controller CPU
- ・リチウムイオン2次電池
- ・各種センサー
- ・内蔵アンテナ

The diagram illustrates the internal components and their interconnections. At the top, the RF (LTE/GPS) and LTE-M Module are connected to a USIM card. The LTE-M Module is linked to the Controller CPU via GPIO and USB. The Controller CPU is connected to a Li-ion battery through a PMIC and a charging control circuit. It also interfaces with a Sensor via I2C, an LED, and an operation switch. For external connectivity, it features a 16-pin connector for sensor devices, a Micro USB port, and a standard USB port. Internal memory components like ROM, RAM, and RTC are also shown connected to the CPU.

ハードウェア構成

Controller CPUコア：Arm Cortex-M4
 通信モジュール：京セラ製LTE-Mモジュール
 センサー：温度、湿度、気圧、照度、加速度、角速度、地磁気
 測位：GPS、GLONASS
 電源：リチウムイオン2次電池
 外部接続：UART

サイズ：約70 x 37 x 11 mm

備考

詳細は、以下URLを参照
<https://www.kyocera.co.jp/prdct/telecom/office/iot/products/index.html>

3 Leafony の紹介

3.1 特長

<p>超小型</p>  <p>1円玉と同サイズ (2cm角)</p>	<p>低消費電力</p>  <p>コイン電池でも 動作可能</p>	<p>簡単</p>  <p>組み立てやリーフの 製作が簡単</p>	<p>オープン</p>  <p>仕様書、回路図などの プログラミングも公開</p>
---	--	--	--

Leafony は、超小型・低消費電力の電子基板モジュール（リーフ）を組み合わせ、様々な IoT/CPS システムを創れるオープンイノベーション・プラットフォームを構築しています。これにより、省人化、ネット化、自動化のためのシステムやサービスの開発を大幅に効率化するなど、デジタル・トランスフォーメーションを加速します。

詳細は、こちらをご覧ください。 <https://trillion-node.org/>



公開リーフ（一部）



AP01 AVR MCU

プロセッサ
ATmega328P を使用
した 8bit MCU リーフ



AP03 STM32 MCU

プロセッサ
STM32L452RE シリーズを
使用した 32bit MCU リーフ

その他のリーフは、
以下からご覧頂けます。

[公開リーフ一覧](#)



3.2 活用事例

Web Bluetooth を使った IoT アプリ入門



このアプリは、Basic Kit 2 にプレインストールされています。Bluetooth LE を使って、スマートフォンやパソコンにセンサの情報を送信するほか、LED をコントロールすることができます。スマートフォンやパソコン側の Web Bluetooth というアプリは、プラットフォームを問わず、インストール不要で、Bluetooth 接続が出来ます。

詳細は、以下をご覧ください。

- Quick Start

<https://leafony.com/quick-start/>



- Web Bluetooth を使った IoT アプリ入門

https://docs.leafony.com/docs/examples/advanced/1_p/basic/webbluetooth_iot/



3.3 トリリオンノード研究会の紹介

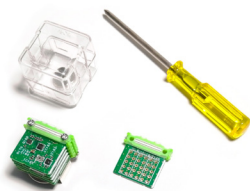
研究開発効率を向上させるオープンイノベーション・プラットフォームである「トリリオンノード・エンジン」を使って、IoT/CPS 市場の開拓・攻略に取り組む研究会です。トリリオンノード・エンジンの仕様が確定したものを「Leafony」と呼び、その最新情報をお伝えし、将来方向を一緒に考えるとともに、応用例や関連企業の各種情報などを発表しています。ニーズサイドとシーズサイドのIoT/CPS 関連の企業や団体が集まっていますので、バリューチェーンが未だ出来上がっていない環境で、企業や団体のマッチングを、懇親会などで活発に行っています。

トリリオンノード・エンジン・プロジェクトが研究開発した Leafony を製造、販売する唯一の会社が、LEAFONY SYSTEMS 社です。LEAFONY SYSTEMS 社では、Kit の販売を行っており、下記サイトより購入可能です。

<https://shop.leafony.com/>



Leafony Kit



Basic Kit 2

Bluetooth LE、4つのセンサ、AVR マイコンと STM32 マイコンを搭載。小型でコイン電池駆動可能な開発キットです。



ESP Wi-Fi Kit 2

Wi-Fi と Bluetooth LE 内蔵の ESP32-WROOM-32 を搭載した乾電池やリチウムバッテリーで駆動可能な開発キットです。



Extension Kit

開発キットと組み合わせで使える、人感センサやマイクなどを搭載したリーフキットです。

MCPC 技術委員会 ナノコン応用推進 WG

ナノコン ハンドブック 第3版

～ 指先にのる小さなデバイスで IoT を始めよう! ～

<ナノコン応用推進 WG メンバー>

主査	利光 清	東芝インフラシステムズ株式会社
副主査	濱田 圭	富士通クライアントコンピューティング株式会社
オブザーバー	森 時彦	東京大学
メンバー	黒田 圭	株式会社 NTT ドコモ
	斎藤 充治	KDDI 株式会社
	村山 隆志	LEAFONY SYSTEMS 株式会社
	佐藤 道章	シャープ株式会社
	光井 隆浩	スキルマネジメント協会
	高本 孝頼	株式会社タブレイン
	黒田 舞	東京大学
	山下 誠	株式会社東芝
	伊藤 健二	東芝テック株式会社
	大石 禎利	東芝テック株式会社
	南日 俊彦	東芝テック株式会社
	小熊 堅司	日本電気株式会社
	田島 俊宏	日本ノーベル株式会社
	山崎 徳和	公益財団法人日本無線協会
	春藤 和義	FCNT 株式会社
	森本 裕之	三菱電機株式会社

事務局	前島 幸仁	モバイルコンピューティング推進コンソーシアム
	宮坂 敏樹	モバイルコンピューティング推進コンソーシアム

※ WG メンバーは 2022 年 3 月現在のメンバーです。

【MCPC について】

ワイヤレスデータ通信とコンピューティングシステム（モバイルシステム）の普及を促進するために、1997 年我が国を代表する移動体通信会社、コンピュータハードウェア / ソフトウェア会社、携帯電話、システムインテグレータなどにより組織化されました。現在、世界をリードするワイヤレステクノロジーで最先端の IoT・AI ソリューション追求し飛躍的發展を目指しており、そのための技術課題への対応、運用課題の調査・研究、開発の推進、標準化、相互接続性検証、普及啓発活動、人材育成などの活動を行っています。さらには、米国姉妹組織の USB-IF、Bluetooth SIG などと連携を図りながら、モバイル利活用の IoT・AI ソリューションの市場拡大と利用環境の高度化に務めています。

(2022 年 3 月現在 会員会社数 178 社)

※ナノコンは、MCPC がライセンスしている商標です。

※ Leafony は、Leafony Systems 社の商標です。

※ BISCAD E は、東芝インフラシステムズ株式会社の商標です。

※ LTE は、ETSI の商標です。

※その他社名および商品名は、それぞれ各社の登録商標または商標です。

- 当研究室では、IoT サービスとしてヘルスケア機能を持つ RFID タグやスマートフォンと連携可能なセンサモジュールなどの開発を進めてきましたが、デバイスの大きさや既存マイコンの消費電力の高さが課題でした。2015 年頃から消費電力が低い ARM 系マイコンへの実装環境を変更しましたが技術的ハードルの高さも実感していました。Leafony は小型・低消費マイコン等を簡単に利用できる環境を準備されており、サービスを短期間で実現できる点は大きなメリットと感じています。

（愛知工業大学 准教授 内藤 克浩 先生）

- 当校 AI システム科では Edge AI を含めた IoT をテーマとした授業も展開しており、これまで他の製品を利用して授業を進めて参りましたが、今回参加したナノコン応用コンテストで初めて Leafony に触れましたが、基本性能の高さ、機能拡張の豊富さ/容易さ、開発環境の完備、ドキュメント/利用事例の豊富さ... などにより、学生さんのアイデアをととてもスムーズに形にすることができたと思います。

（日本電子専門学校 専任講師 安中 悟 先生）

- 当研究室では、地盤の上に構造物を建て、その上で安心して人々が生活するために、それを支える地盤の特性（強度・変形）を調べる研究を行っています。これまで傾斜の経過を簡易的にモニタリングする技術がありませんでしたが、Leafony の活用により、地盤がどのように傾斜していくかを 0.2 度の高精度で観測できるセンサを開発することができ、研究室の成果に繋がりました。（東海大学 教授 杉山 太宏 先生）

- 当方は、WiFi と BLE の電波を計測する混雑度センサを開発し、九州大学伊都キャンパス内のバス停と食堂、さらに、昭和バスの車両に搭載しています。これまで Raspberry Pi に、LTE モジュールを追加する形であったため、サイズおよび電源確保の観点で問題がありました。今回、LTE-M と ESP32 が搭載された Leafony によって、体積で 1/10 程度になるとともに、バッテリー駆動も可能となり、どこでも手軽に混雑度センサを設置できるようになりまして、研究室としても非常に大きな成果となっています。

（九州大学 教授 荒川 豊 先生）

D X を 推 進 す る

MCPC

ナノコン ハンドブック 第3版

～ 指先にのる小さなデバイスで IoT を始めよう！ ～

発 行 元 モバイルコンピューティング推進コンソーシアム (MCPC)

発 行 日 2022 年 3 月 (初版)

製作/編集 MCPC 技術委員会 ナノコン応用推進 WG

問合わせ先 MCPC 事務局

〒 105-0011 東京都港区芝公園 3-5-12 長谷川グリーンビル 2 階

TEL : 03-5401-1935

FAX : 03-5401-1937

E-mail : office@mcpc-jp.org

URL : <https://www.mcpc-jp.org/>



本冊子の一部あるいは全部について、モバイルコンピューティング推進コンソーシアム (MCPC) から文書による承諾を得ることなしに、いかなる方法においても無断で複写・複製・転載することを禁じます。