

# IoT/CPSの新しい応用やサービスをみんなで創る オープン・プラットフォーム「Leafony」の最新動向 — IoT/CPSアプリの開発効率を断然アップ —



トリリオンノード

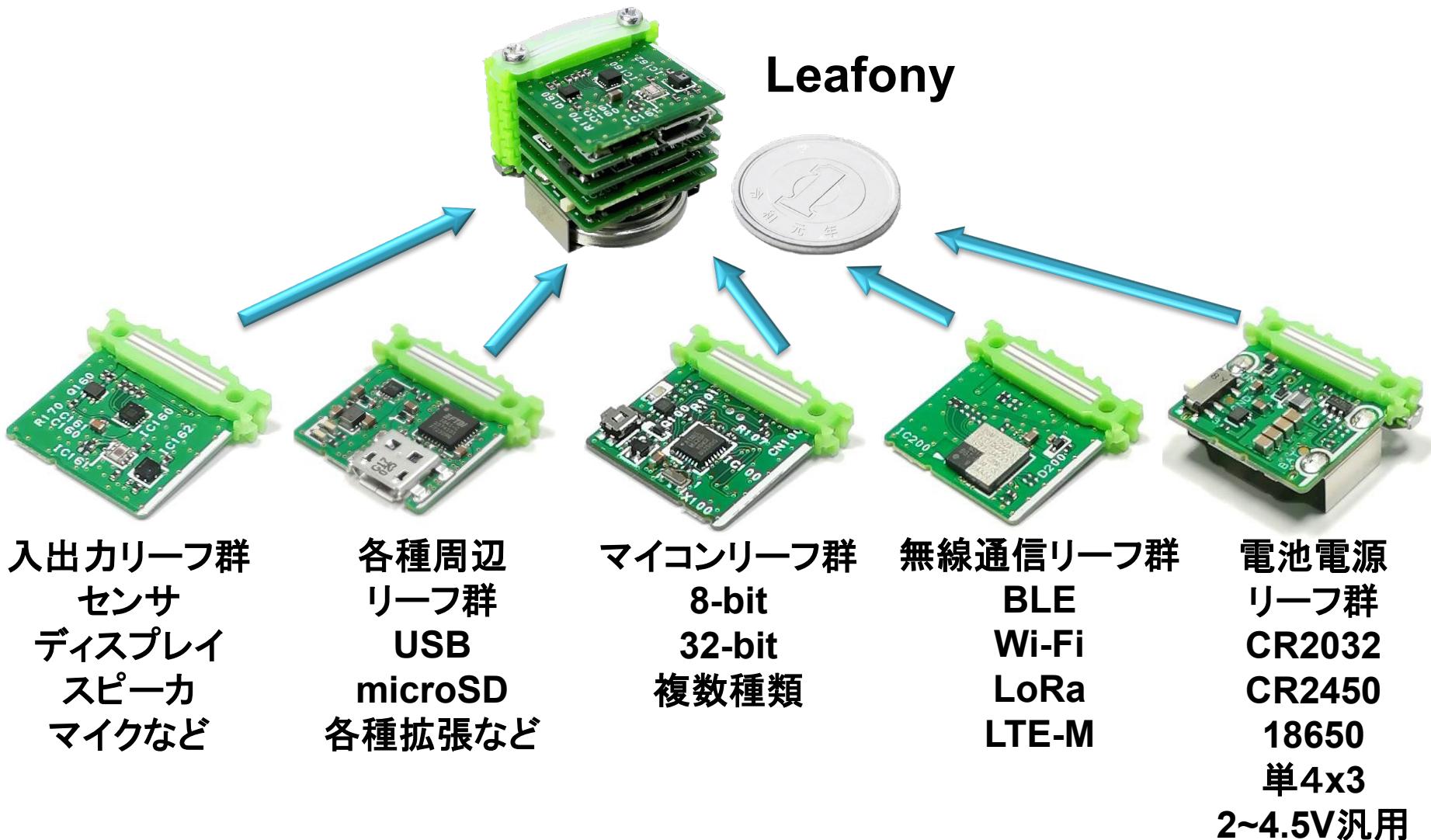
トリリオンノード研究会  
メニュー: Leafony

トリリオンノード研究会代表  
東京大学 名誉教授  
桜井貴康  
<https://www.trillion-node.org/>



この資料の一部は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
(NEDO) 助成事業の結果得られたものです。

# 機能リーフ(モジュール)を組合せて創る Leafonyプラットフォーム





# アウトライン

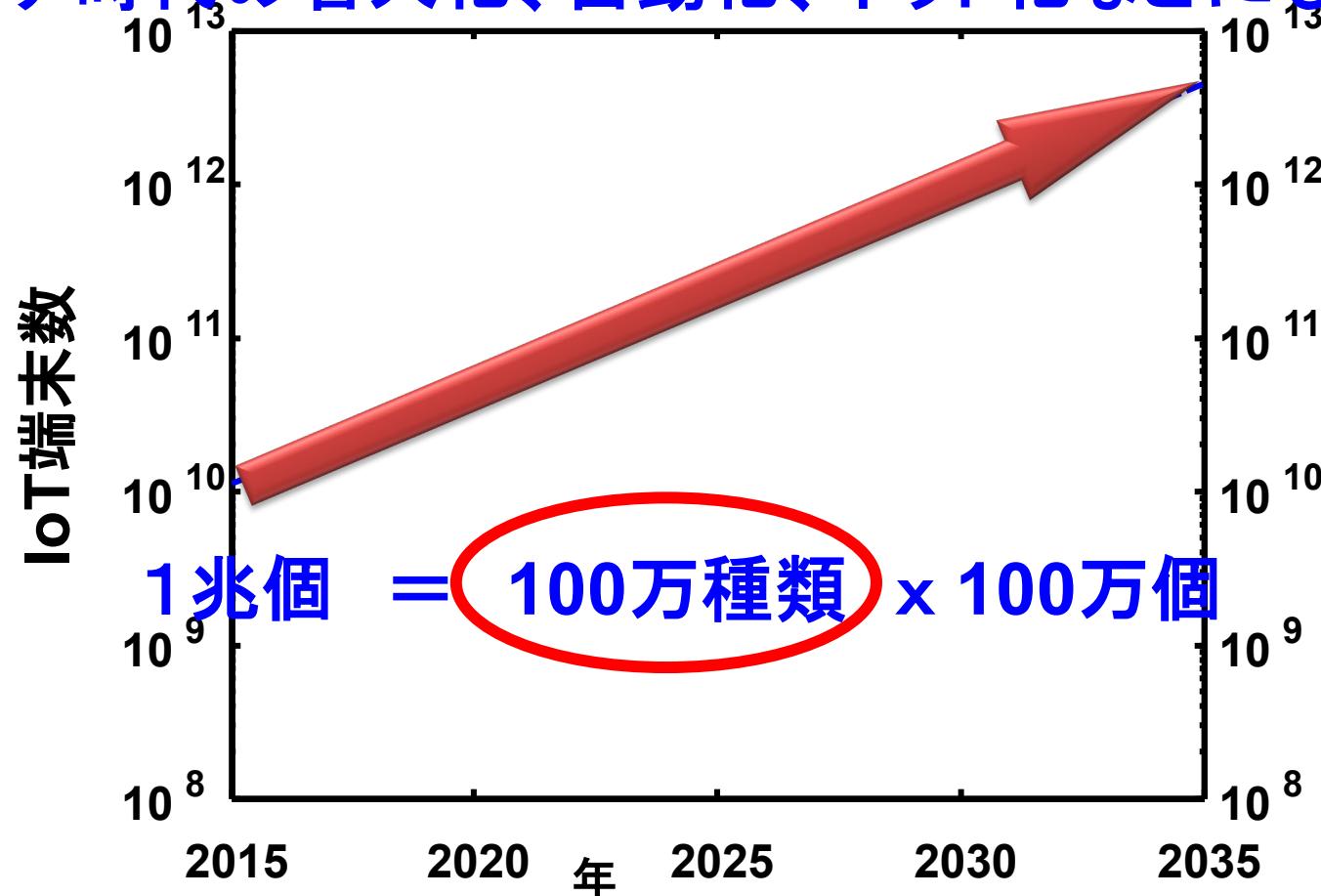
- 背景
- Leafonyとは
- 頒布リーフ群
- 利活用シーン
- Leafonyの進展



Leafony

# IoT: アプリ、サービスが大切

## コロナ時代の省人化、自動化、ネット化などにも効果



- 2020年に世界のIoT端末500億個、2030年に1兆個程度
- 農業、医療、産業用機器、民生機器、クルマなどに2030年まで経済波及14兆ドル
- アプリやサービス探索が重要。特に、電源線がなく、小型が新しいアプリを開拓。

# IoTアプリ開拓に向けたシステム開発の課題

- 構造物、工場、シティー、ウェアラブル用途などシステムは千差万別。  
最初は数が少ないかもしれない→開発効率の大幅アップ
- 電源線がなく、小型、軽量が新しいアプリを開拓  
H/W、S/W含めシステム開発が難しい→小型・低電力
- バリューチェーンが確立されていない→アプリと技術をつなぐ仕組み



# IoTアプリ開拓に向けたシステム開発の課題

- 構造物、工場、スマートシティ用途などシステムは千差万別。  
最初は数が少ないかもしれない→開発効率の大幅アップ
- 電源線がなく、小型、軽量が新しいアプリを開拓  
H/W、S/W含めシステム開発が難しい→小型・低電力
- バリューチェーンが確立されていない→アプリと技術をつなぐ仕組み  
**トリリオンノード研究会**

Leafony

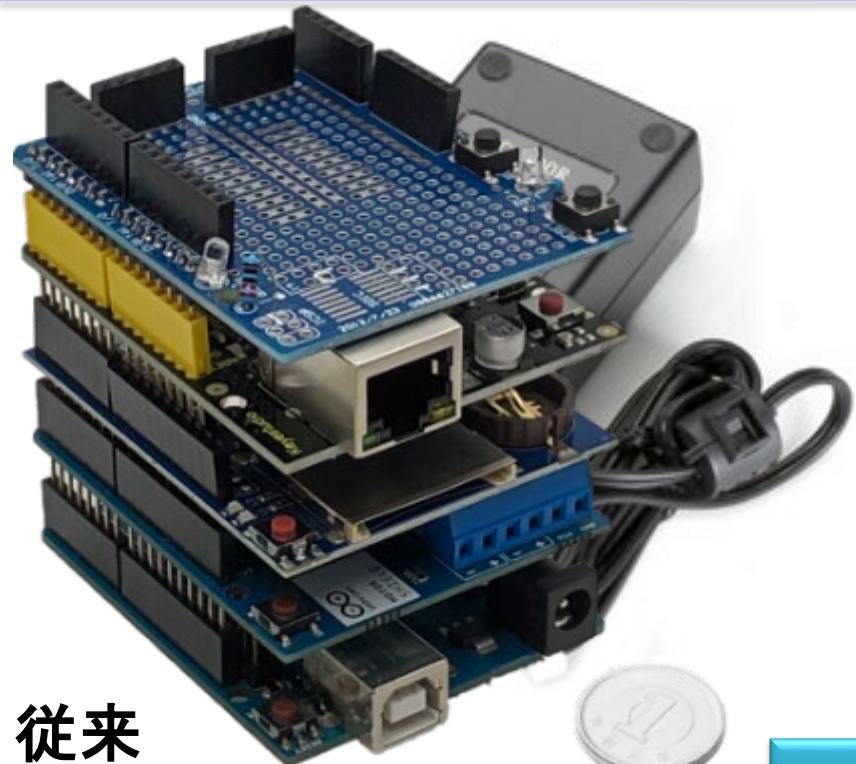


# アウトライン

- 背景
- Leafonyとは
- 頒布リーフ群
- 利活用シーン
- Leafonyの進展



# Leafony:簡単にアプリをトライできるプラットフォーム



従来

Ex. ~500cc、~300g、~200mW  
Standby不可



● 超小型で組立簡単

● 電池動作可能

● オープンソース・ハード／ソフト

● リーフ(電子基板)製作簡単



Leafony

Ex. ~10cc、~20g、  
~20mW (active時)  
~40μW (standby)

- IoTシステムが容易に創れるプラットフォーム
- トリリオンノード・エンジンプロジェクトで研究開発が終了した部分を公開したもの→**Leafony** (=Leaf + Symphony)

# Leafonyとは

*Leafony*

みんなで創る IoT / CPS プラットフォーム



超小型・低電力  
オリジナルリーフも追加簡単





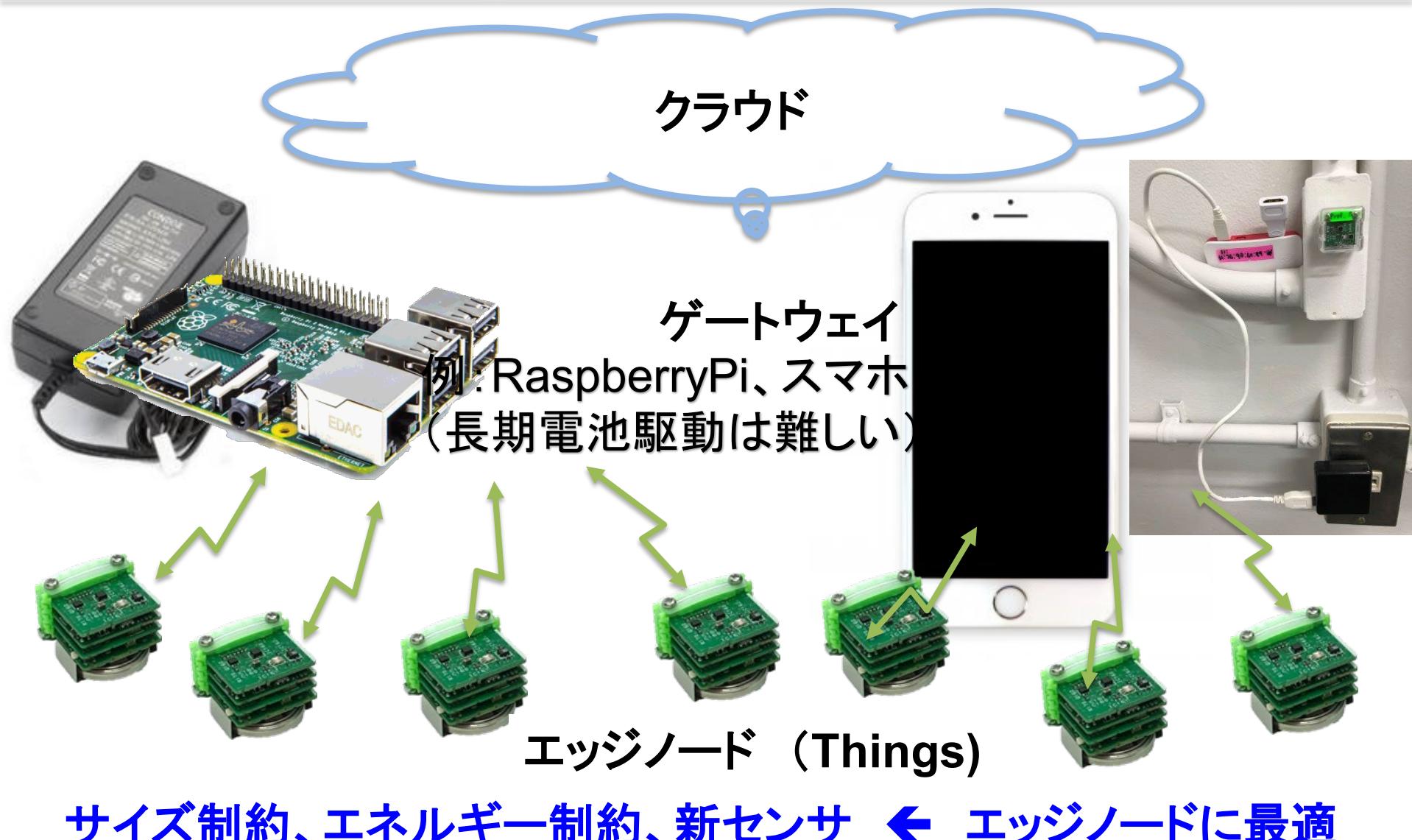
# 開発効率アップの仕組み

- Leafonyプラットフォームにある機能は開発不要  
開発期間の大幅短縮
- 独自リーフの作製容易  
バス仕様さえ守れば、接続可能  
半田不要のリーフ間コネクタ
- 機能単位でモジュール化、オープンプラットフォーム  
H/W、S/Wともにみんなで再利用が容易



**Leafony**

# 特にエッジノードに最適





# Leafony(リーフォニー)の技術 小型化



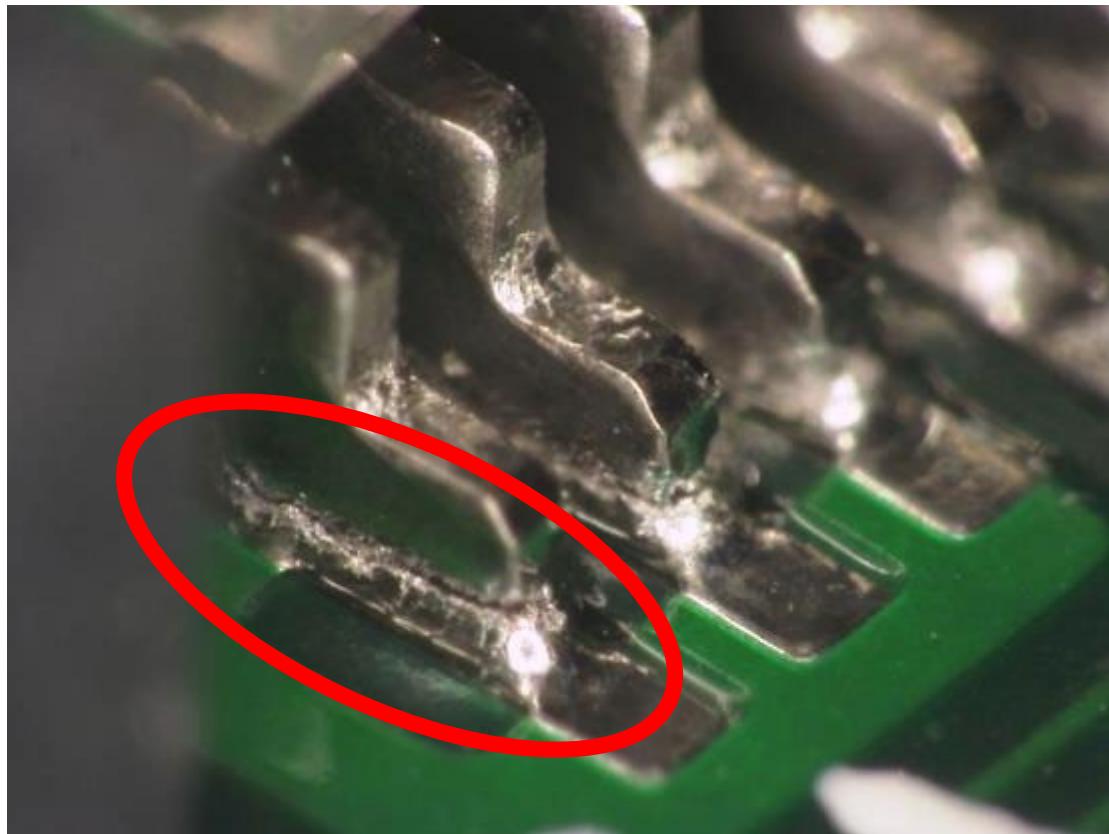
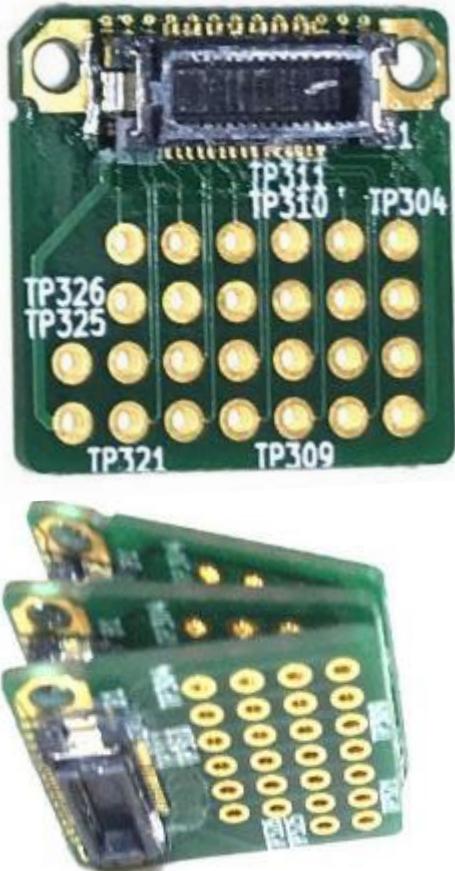
従来

- 超小型で組立簡単
- 電池動作可能
- オープンソース・ハード／ソフト
- リーフ(電子基板)製作簡単



Leafony

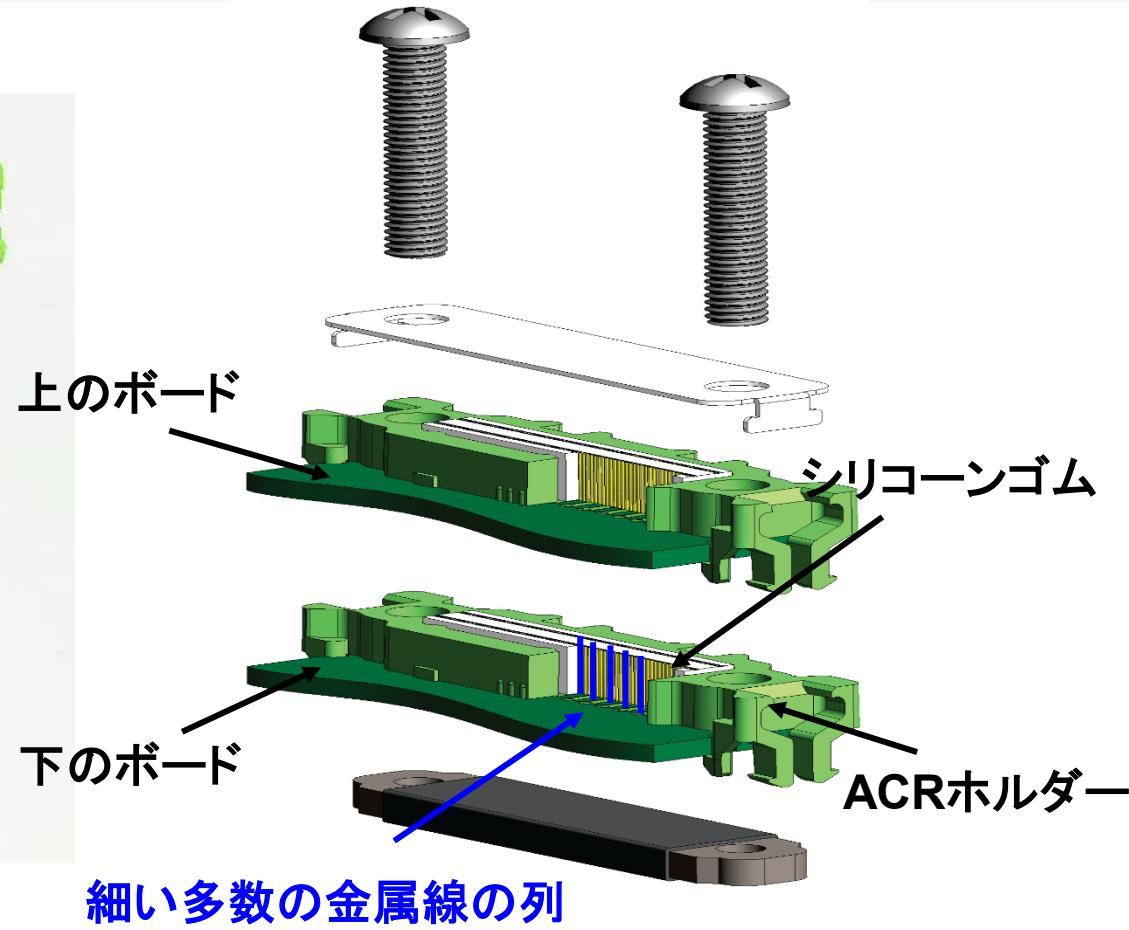
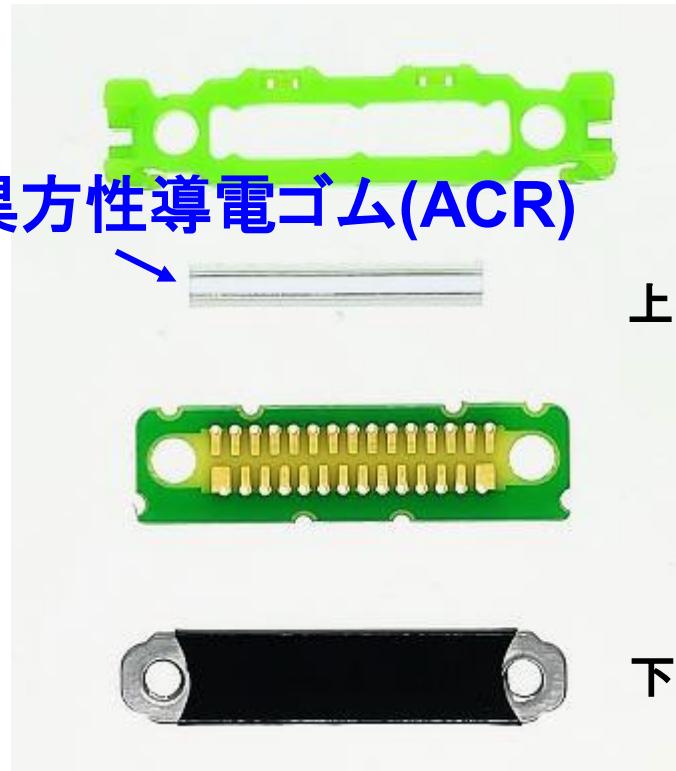
# 小型化のためのコネクト技術



- 不安定
- ボード作製段階で特殊コネクタ必要

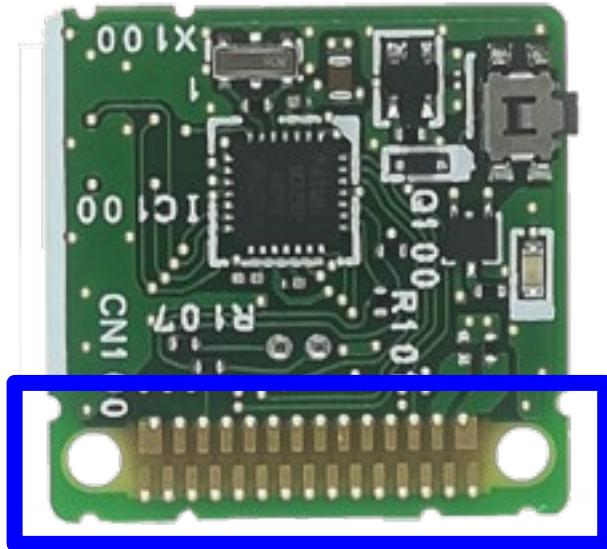
→ 堅牢性向上のため、コネクタとねじ止めを同時に行うとハンダにクラック  
→ 異方性導電ゴムを利用したコネクト方式

# 独自開発の半田を使わないコネクト技術



- ブロック玩具のように組立簡単
- リーフを設計、作製する上でコネクタは不要 → リーフ製作簡単

# Leafonyバスの仕様だけ守れば接続可能



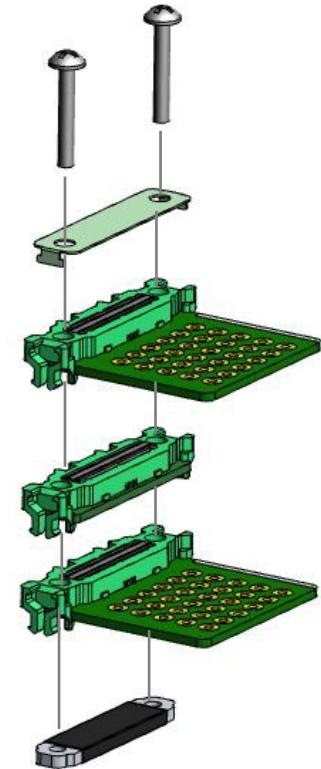
スペーサを入れれば高さも自由

この29ピン部分のみ  
電気的／形状的仕様あり

大きさ自由  
層数自由  
高さ自由  
どこでもできる設計ルール  
どこでも誰でも作れる技術



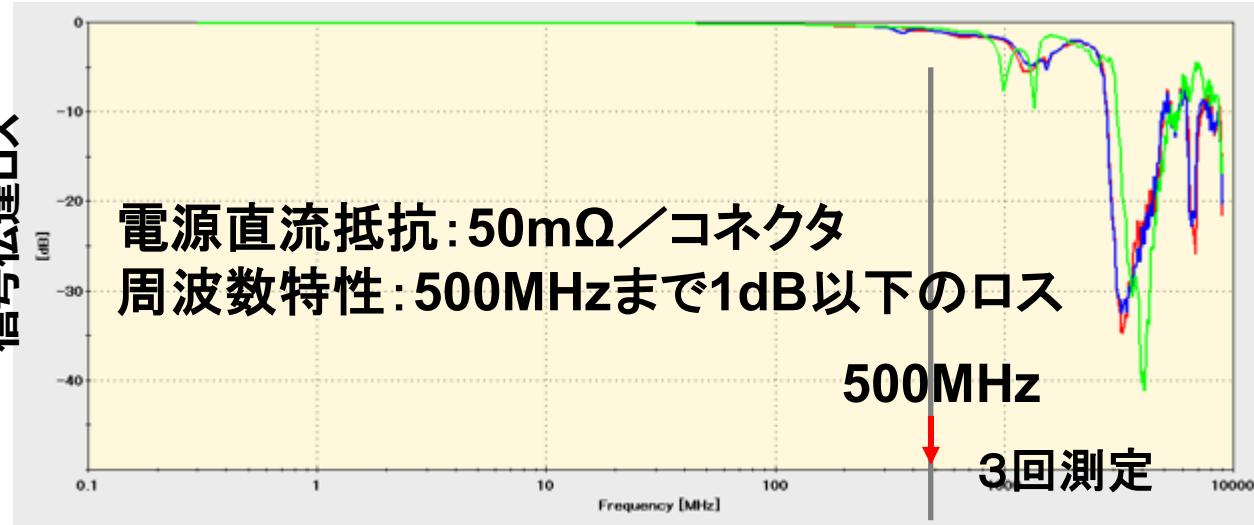
ホルダー  
異方性導電ゴム  
スペーサ  
ナット



- リーフを作製する時にコネクタは不要→リーフ製作簡単
- ブロック玩具のように組立簡単

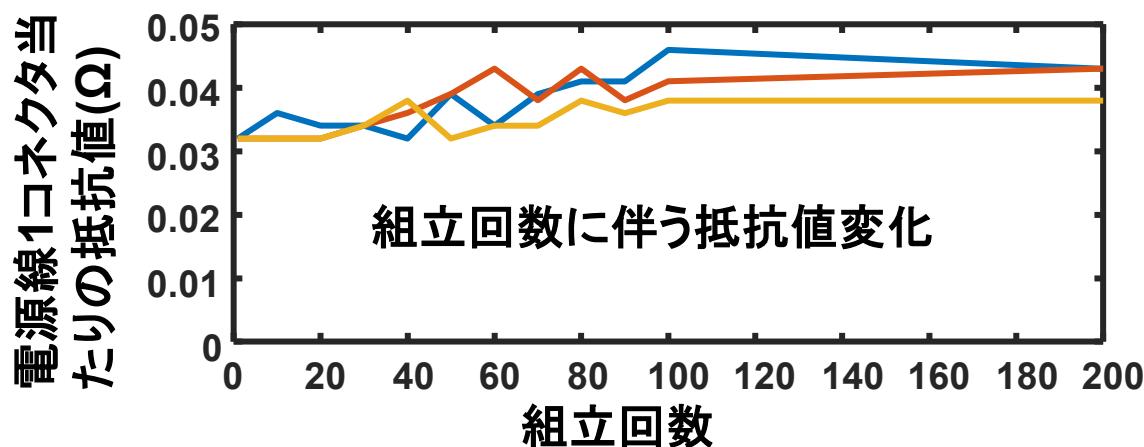
# コネクタの電気的特性

## はんだを使わないコネクション方式



1枚目から4枚までの伝達特性  
赤: コネクタ中央  
青: コネクタ中央  
(組みなおし)  
黄: コネクタ端

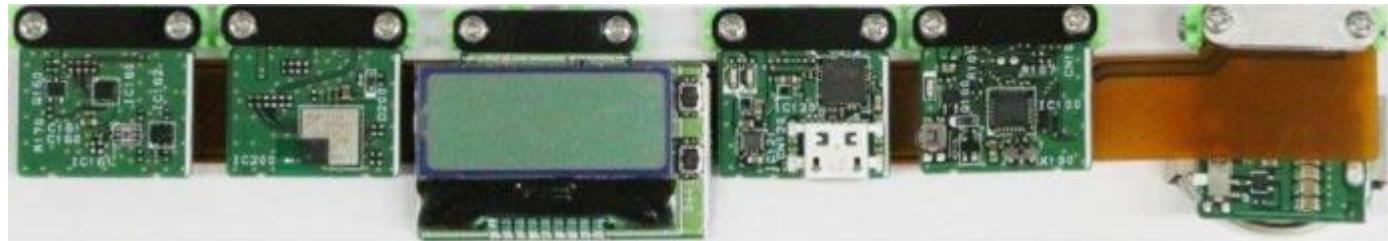
## 200回の組立直し、電源線ピン50mΩ以下



# リーフ接続例



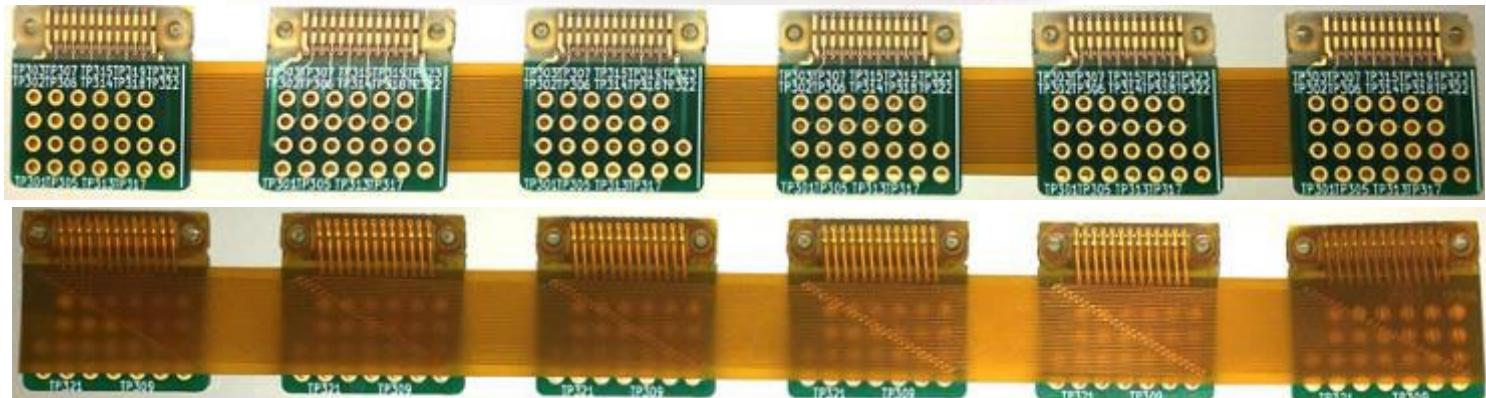
積層接続



平置き例(フレキ接続)



平置き例の応用  
腕巻き  
ベルト



熱圧着技術を使えばこんなに薄く



# Leafony(リーフォニー)の技術 低電力



従来

- 超小型で組立簡単
- 電池動作可能
- オープンソース・ハード／ソフト
- リーフ(電子基板)製作簡単

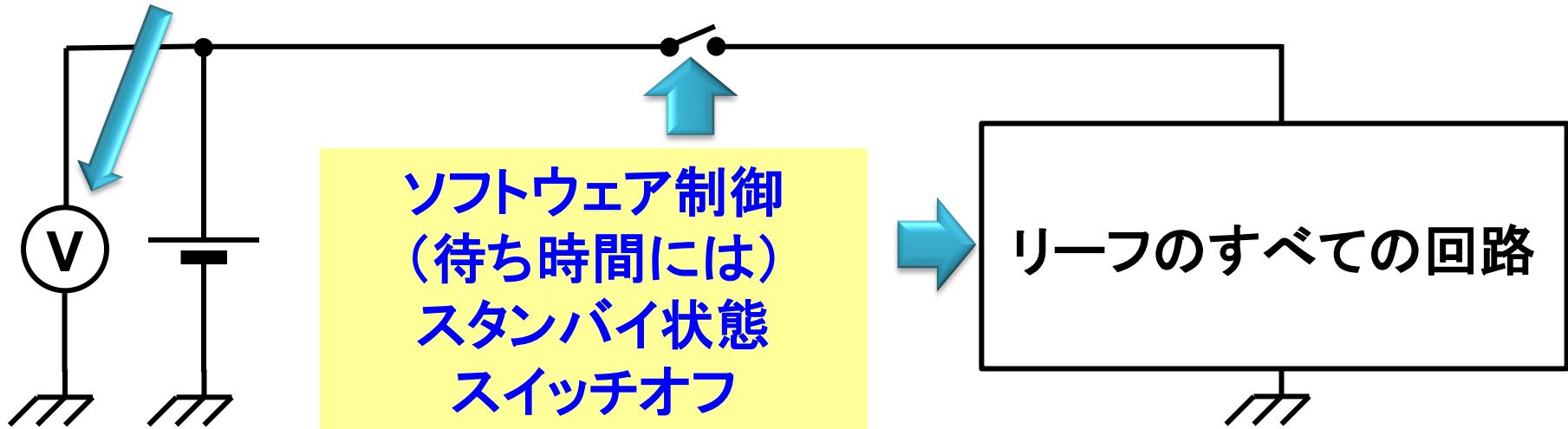


Leafony

# 低消費電力アーキテクチャ

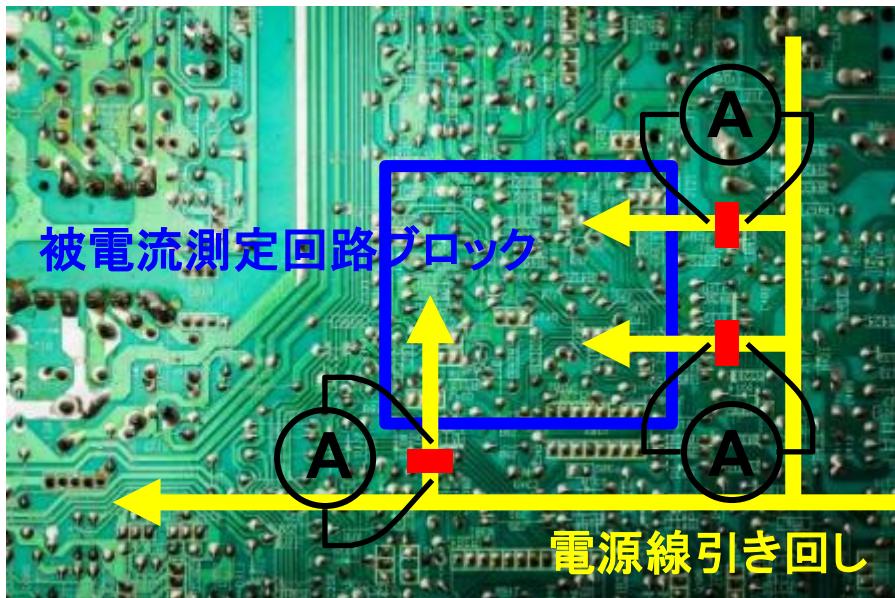
- すべてのリーフにスタンバイモード付加  
不使用の時にソフトで低消費電力化が可能
- 必要な時に測れる電池電圧モニターを付加

## 電池電圧モニター付き

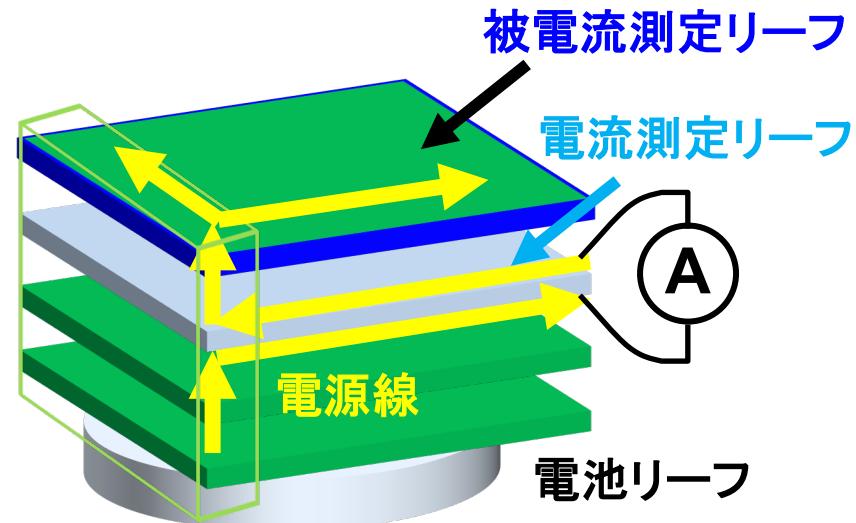


# 個々のリーフの消費電力を容易に測定可能

従来:回路ブロックの電流測定が困難



Leafony



■ 電源線の切断必要部分

- 電流測定リーフを入れるだけで個々のリーフの電流測定が容易
- 低消費電力システムのデバッグが可能→電池システムの開発加速

# 低消費電力システムのデバッグ例

- Bluetoothシステムの例:  
電流測定リーフを使ってデバッグは容易に

対策前

対策後

## ハード・ソフトによる低電力化

Leaf	送信時の電流[mA]	待機時の消費電流[mA]
AVR(μP)	3.6	0.112
BLE	3.3	0.009
Sensor	0.1	0.002
USB	10	10
合計	17	10.1
電池寿命	約3日	

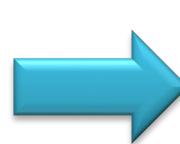
Leaf	送信時の電流[mA]	待機時の電流 [mA]
AVR(μP)	3.6	0.005
BLE	3.3	0.009
Sensor	0.1	0.002
USB	0.001	0.001
合計	7	0.017
	約1年	

- 電池はCR2540(610mAHr)、60分に30秒だけ活性化すると仮定。

# Leafony(リーフォニー)の技術 ソフトウェア



- 超小型で組立簡単
- 電池動作可能
- オープンソース・ハード／ソフト
- リーフ(電子基板)製作簡単



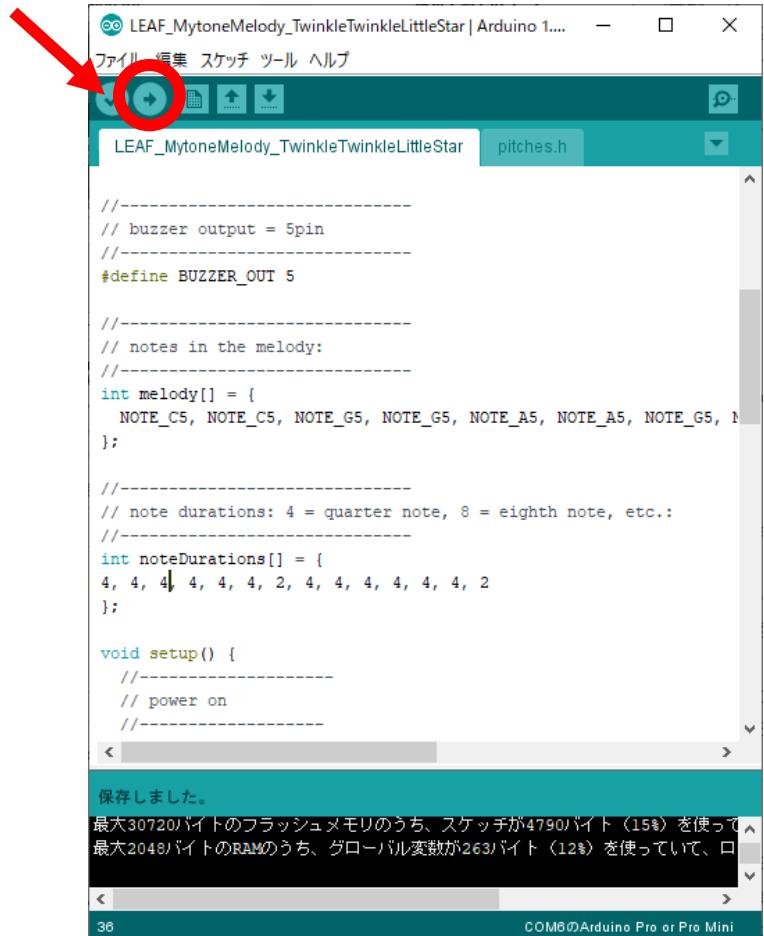
Leafony

従来

# ソフトウェア開発も容易

このボタンを押すだけで、コンパイルやフラッシュメモリへの書き込みなどが自動的に行われる

- ソフトウェアはArduinoコンパチ、数万本のソフトがダウンロード可（ミュージシャンやアート系の方も自らプログラムして利用）
- CPUリーフを変更すれば、その他のソフトウェア開発環境でも使用可能。例：mbedなど



```
//-----  
// buzzer output = 5pin  
//-----  
#define BUZZER_OUT 5  
  
//-----  
// notes in the melody:  
//-----  
int melody[] = {  
    NOTE_C5, NOTE_C5, NOTE_G5, NOTE_G5, NOTE_A5, NOTE_A5, NOTE_G5, NOTE_A5,  
};  
  
//-----  
// note durations: 4 = quarter note, 8 = eighth note, etc.:  
//-----  
int noteDurations[] = {  
    4, 4, 4, 4, 4, 2, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 2  
};  
  
void setup() {  
    //-----  
    // power on  
    //-----  
}
```

保存しました。  
最大30720バイトのフラッシュメモリのうち、スケッチが4790バイト（15%）を使って  
最大2048バイトのRAMのうち、グローバル変数が263バイト（12%）を使っていて、口

# Leafonyのオープン性

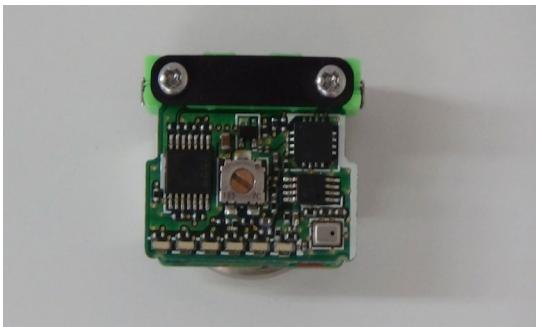
- 仕様書、回路図、パターン図、応用例、ソフトウェア\*などオープン、商業的にも自由に無償で使用可  
ライセンス関係の詳細は
- Leafony <https://docs.leafony.com/docs/license/>
- Leafonyは商標登録。  
リーフ上にLeafonyという表示は  
Leafony Systemsだけ
- Leafonyバス  
20mm x 5.5mmのバス領域。アートワークはCC-BYライセンスで公開。使用の際は、Leafonyバス準拠などと表示をお願い致します。その他のリーフのアートワークの著作権は主張しません。



\*MITライセンス

# アプリ例などビデオ化とドキュメント化して公開

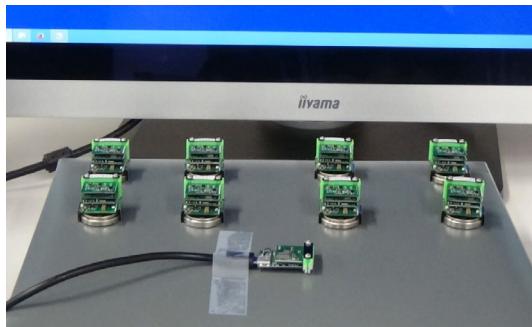
- 教育用(LED&Mic&Vol)  
デバイスとソフトウェアの関係を知るには好適



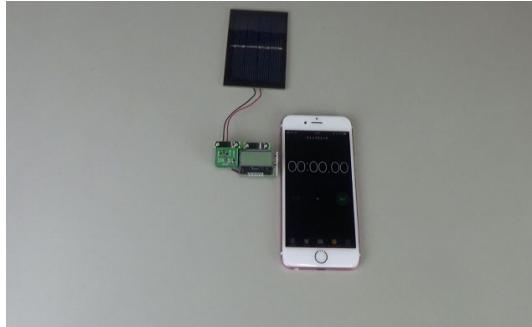
- 人が近づくと音が鳴る  
人感センサを利用したCPS、冷蔵庫に子供が近づくと音が鳴るとか



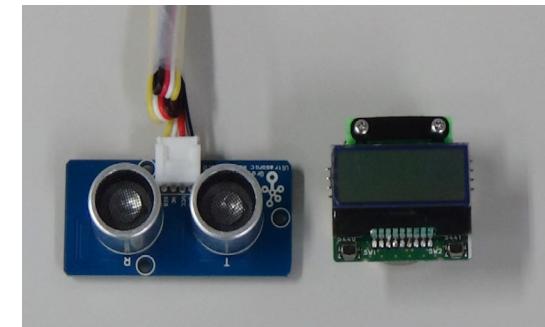
- よくあるIoTの例  
8エッジデバイスをPCにBLEで繋いでロギング



- エナジーハーベスティング  
太陽電池を使って、昼に充電、夜も動くIoT



- 外販のセンサを接続  
標準的になっているGroveコネクタを使って簡単に接続



- LoRa  
ドローンに載せて、11.8Kmまでデータ100%通信可能



# アウトライン

- 背景
- Leafonyとは
- 頒布リーフ群
- 利活用シーン
- Leafonyの進展



# 公開リーフ／キット一覧

Basic Kit 2

Extension Kit

ESP32 Wi-Fi Kit 2

## 通信



Bluetooth



LoRa



ESP32  
Wi-Fi

## マイコン



AVR  
マイコン



STM32  
マイコン



CR2032  
コイン電池



2~4.5V  
一般電池



CR2450  
コイン電池

## その他



USB  
電源



RTC &  
microSD



温度・湿度・  
照度・加速度  
センサ



スピーカ  
人感センサ



Var. R  
マイク



ディスプレイ

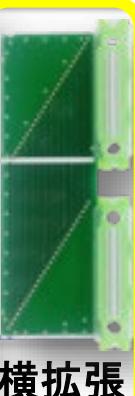


単三電池

## 各種接続



Arduino  
シールド



縦拡張



29ピン  
ピンヘッダ  
付き



29ピン  
信号  
取り出し



電流測定  
スペーサ



Grove  
コネクタ



コネクタ  
x 10



ナット  
プレート  
x 10

無線通信: BLE, Wi-Fi, LoRa, LTE-M

# 頒布キット 3種類

## Basic Kit 2

コイン電池でも動くセンサ、BLE基本キット



トリリオンノード 検索

## ESP32 Wi-Fi Kit 2

ESP32(32bit CPU)、Wi-Fi対応パワフルキット  
(コイン電池では動作不可)



## Extension Kit

各種の拡張機能リーフを集めたキット



# 外部機関からのリーフ例

Nexty



32bit MCU1



32bit MCU2



超低電力  
加速度センサ



センサ



BLE



USB

日清紡マイクロデバイス



太陽電池電源



電源

Keio1



NO<sub>x</sub>センサ

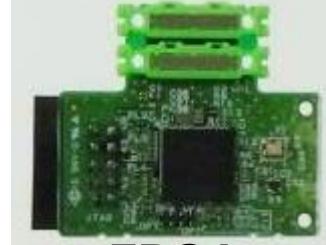


CO<sub>2</sub>センサ

Keio2



H<sub>2</sub>センサ  
国際学会でデモ賞



FPGA  
Sony

Toshiba

KDDI



指紋センサ



セキュアエレメント



セルラー無線LTE-M



自社プラットフォームとの連携

青字: Chip1Stopで頒布中

# エナジーハーベスティング向けリーフ

日清紡マイクロデバイス

- 外付け太陽電池電力を昇降圧電源回路により3.3Vに変換、各リーフに供給

- 最大電力点制御機能

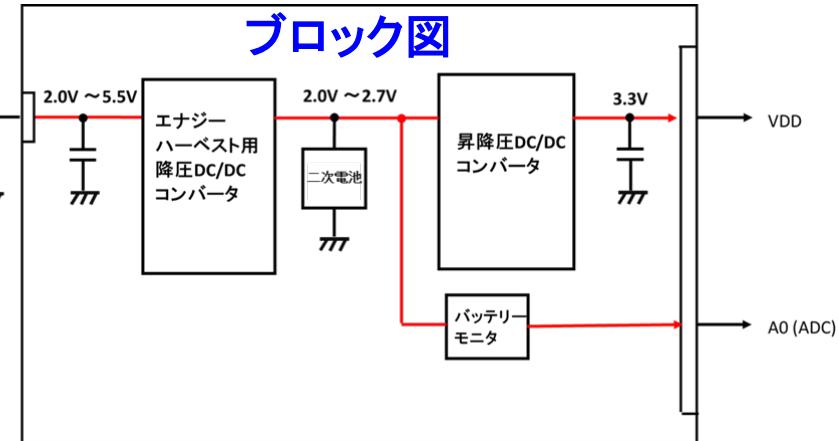
- 余剰電力をリーフ内の二次電池へ充電

- リーフ搭載主要部品

降圧DC/DCコンバータ: R1800シリーズ  
 昇降圧DC/DCコンバータ: RP604シリーズ  
 LDO+バッテリーモニタ: RP124シリーズ  
 ボルテージディテクタ: R3117シリーズ

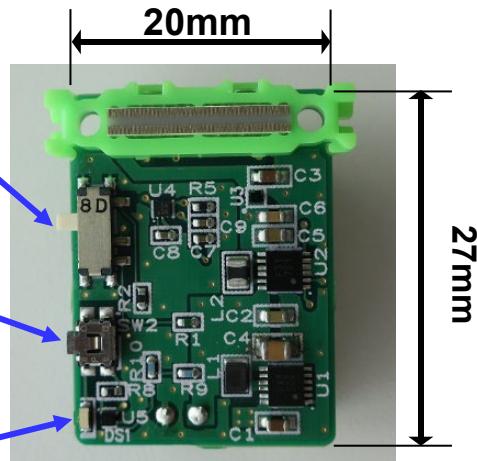
## REDC-EH01

### ブロック図



## → 高機能太陽電池ソリューション

表面



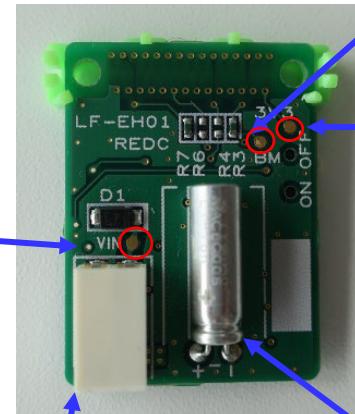
裏面

- 電源スイッチ
- 充電チェックスイッチ
- 充電チェックLED

Chip1Stopで頒布中

太陽電池パネル電圧TP

二次電池電圧1/3モニターTP



3.3V TP

二次電池

## (株)ネクステイ エレクトロニクスでのリーフ開発事例

### 概要

Analog Devices Inc.(ADI)製加速度センサADXL362を搭載したLeafonyプラットフォームのNEXTYオリジナル基板

### 特徴

#### ● ウルトラローパワー

- 1.8 $\mu$ A (100Hz ODR測定時)
- 270nA (wake-upモードスリープ)
- 10nA (Standby時)

#### ● パワーセーブ用機能

- モーション検知向けスリープ/ウェークモード
- 自律型割り込み出力で、MCUをスリープから復帰

#### ● SPI制御

#### ● 温度センサ内蔵



Chip1Stopで頒布中

# アウトライン

- 背景
- Leafonyとは
- 頒布リーフ群
- 利活用シーン
- Leafonyの進展



# Leafony利用シーン

- 一般

- IoTのProof of Concept (PoC)

- IoTシステム試作サービス

- 技術の販売ツール

- ICなどのレファレンスマodel作製

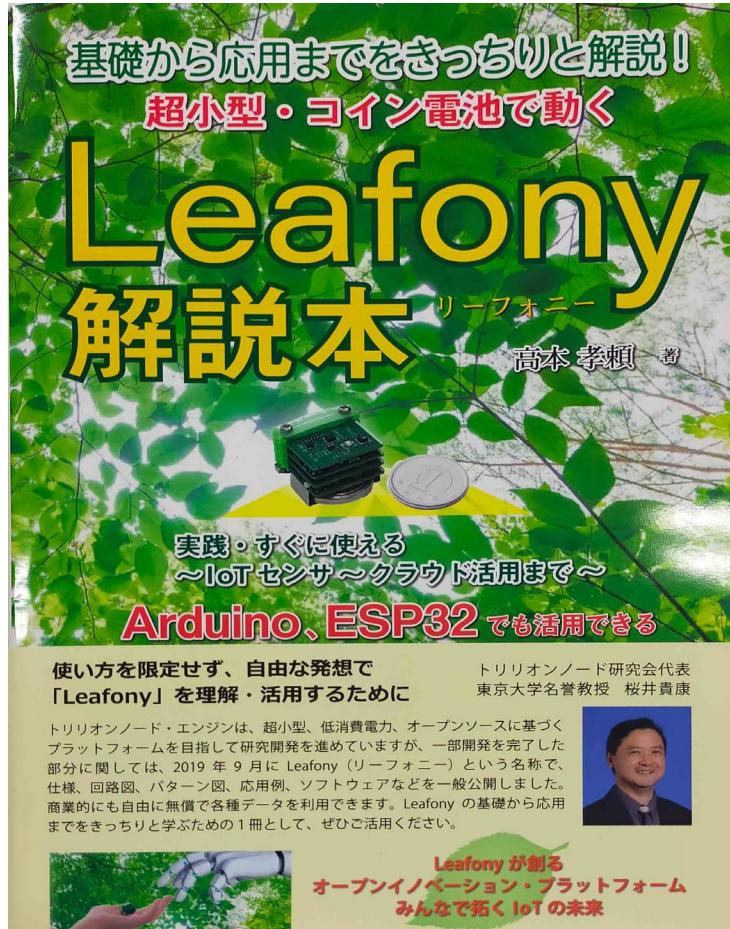
- 研究／教育

- IoT教育

- 実験システム構築



# 職業能力開発総合大学校、教育にLeafony採用 北海道から沖縄まで約90校、約300キット利活用



## Leafony解説本

# 研究教育現場からの声

- 当方は、Wi-Fi 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す。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〉



- 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。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 AI システム科 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ー 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ン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を感じています。〈愛知工業大学 准教授 内藤 克浩 先生〉

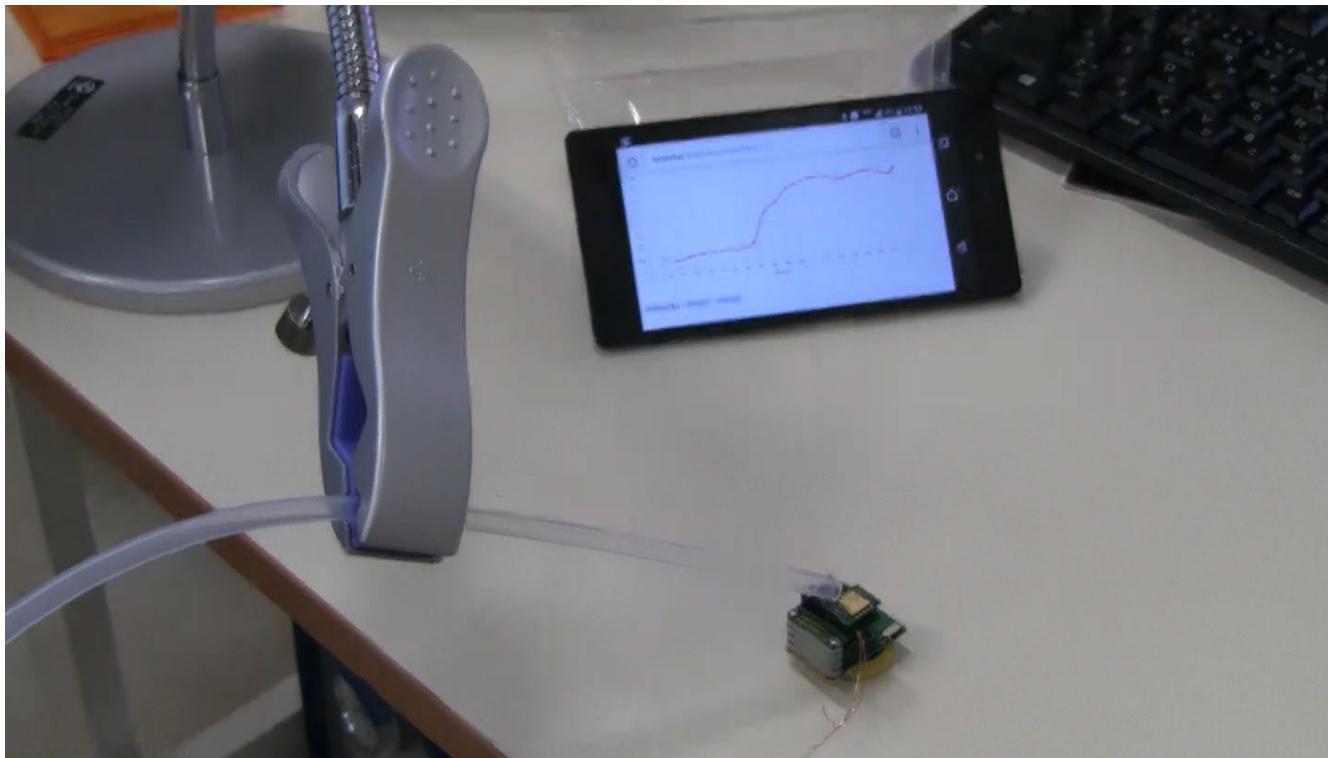


# 小型化デモなどで技術の価値をアピール 実用化を加速(大学)



慶應義塾大学、内田教授(当時)、石黒教授:人の呼気向け水素センサ端末  
(JST ナノエレCRESTの成果)

Leafonyでセンサリーフのみおこし、権威ある**国際学会**で**デモ賞受賞**  
実用化を加速



# 人材育成とLeafony

## ● 企業社内 ハッカソン IoT教育



## ● 埼玉大学 enPiT IT教育授業



## ● MCPCコンテスト ハッカソン

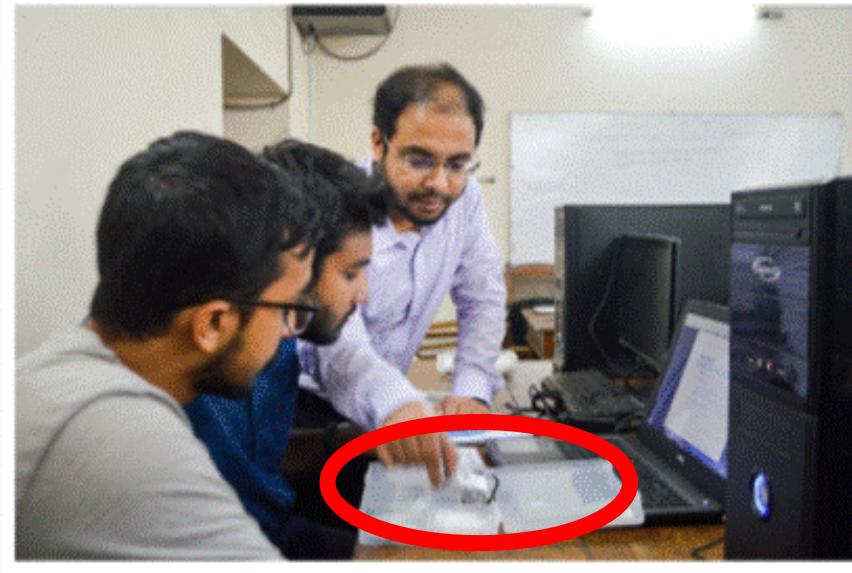


トリリオンノード特別賞  
(トリリオンノード研究会提供)

2021年受賞：日本電子専門  
学校チーム

<https://www.jec.ac.jp/collgenews/183/>

# 国際展開も容易: ダッカ大学の例



言語によらない汎用性



Leafonyでウェアラブル  
→IEEE論文



st subject with the data logger and protective

# LoRaリーフのドローンへの活用例(企業)



JASA & MCPC ドローンWG @石川県 手取川



# Leafonyを使ったシステム構築サービス提供

- HAL engineering  
@ET展2019



- ELECOM  
@ET展2019



- IoT-EX  
@COMMAハウス

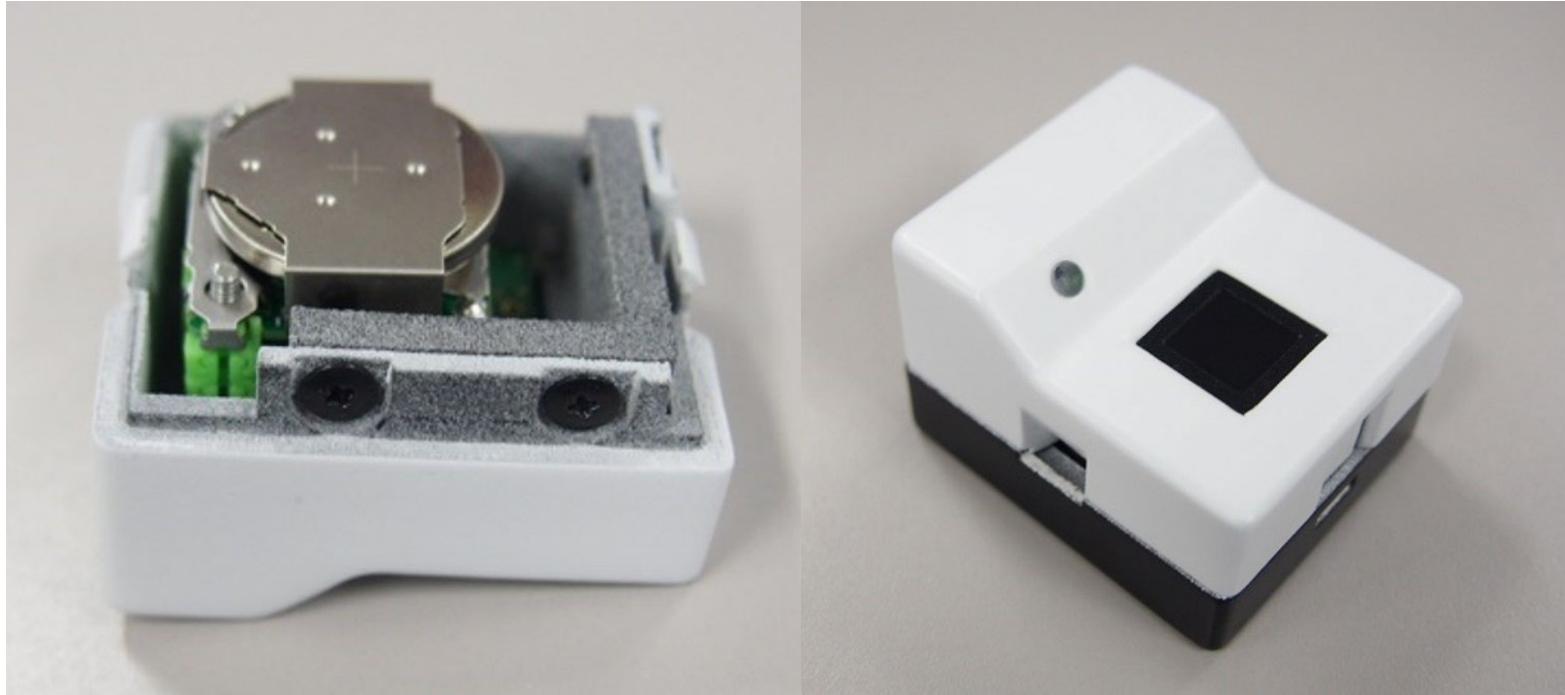
[https://www.youtube.com/watch?v=pL0QEK2C\\_U](https://www.youtube.com/watch?v=pL0QEK2C_U)



# 小型デモなどで顧客に技術紹介

● (株)東芝インフラシステムズ

指紋認証システムを、独自の指紋認証リーフとLeafonyを使って  
3Dプリンタで作成(外形:40×35×27(H)mm)



# エレクトロニクス3Dプリンタでリーフを作る

- 株式会社FUJI FPM-Trinity  
エレクトロニクス3Dプリンタを使って、IoTのPoCが1.5日で完成

製造



組立



アプリ検証



3Dプリンタ製造 1.5日  
(3D設計・データ作成を除く)

# Leafonyを使ったリモート・モニタリング

## ● 青葉電子株式会社（横浜市）

- ・集合住宅の共有スペースを活用したスマート菜園
- ・緑で繋ぐコミュニティ（ITOP横浜実証実験採択）
- ・都市緑地から始める食の地産地消
- ・栽培方式は土壤を使わない水耕栽培
- ・国産のIoTプラットフォーム「Leafony」とLPWA（LTE-M）を採用し小型・省電力を実現
- ・温度、湿度、日照量、土壤水分量などの計測データなどにクラウドを介して、いつでもアクセス可能



## ● 慶應大学 厳先生 都市を計るプロジェクト



- ・都市を計測するIoTノード
- ・温湿度、照度、振動、気圧など
- ・KDDI LTM-Mリーフを利用
- ・小型化を検討中



# 超低電力で遠方郵便箱監視(活用中)

- 傾きセンサで投函感知
- Wi-Fi接続→投函をLINEで通知
- ~20μAスタンバイで18650電池で数年

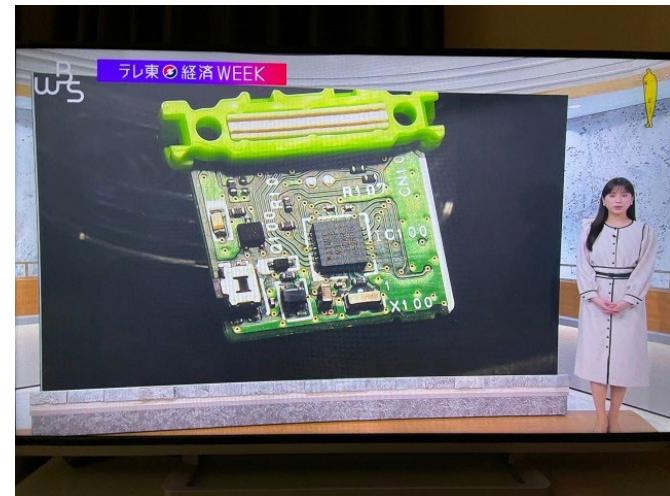


# メディアカバーなど

- 2021年6月23日  
日本経済新聞  
1円玉大の基板でモーター制御
- 2021年6月23日  
日経クロステック  
日本生まれの超小型ボード「Leafony」



- 2021年12月15日  
テレビ東京、WBS



# メディアカバーなど

● テレコミュニケーション  
(雑誌:リックテレコム)

2022年5月、6月号

IoTを「ブロック玩具」のように

Arduinoを追い越せ、超小型IoT

多様なIoTビジネスを生み出すうえで、従来はIoTデバイス開発がハードルとなるケースが少なくなかった。しかし「ナノコン」の登場が状況を変えようとしている。

文◎利光清、濱田圭(MCPC技術委員会 ナノコン応用推進WG)

超小型・低消費電力のIoTデバイス「ナノコン」の代表格が、ArduinoやRaspberry Piよりも小さく、さらに省電力のLeafonyだ。LTE-M対応等、Leafonyの最新動向を後編では紹介する。 文◎森 時彦(東京大学)、斎藤充治(KDDI)







## 電波新聞：「IoTを拓くLeafonyの応用」シリーズ

2021年9月3日  
リコー電子デバイス社

(5)



電子デバイス・材料

<https://trillion-node.org/forums/topic/20210820/>

<https://trillion-node.org/forums/topic/20210820/> © 2022 Trillion-Node RG 50

2021年9月7日  
トリリオンノード研究会

<https://dempa-digital.com/article/226976>

# オンラインで事例報告 トリリオンノード研究会、意見 交換

# 電子デバイス IoT 企業動向 先端技術 技術動向

有料会員限定  
東京大学の桜井貴康名誉教授が中心となり、企業などと連携して進めている「トリリオンノード研究会」はこのほど、研究会をオンラインで開いた。オープンプラットフォームとして開発しているキット「Leafony(リーフォニー)」を軸に、IoTに取り組んでいる会員企業や大学研究者らが、最近の事例を報告するとともに、意見を交換した。

リーフォニーについては、仕様や回路図、パターン図、応用例、ソフトウェアなどが一般公開され、商業的にも自由に無... (つづく)

2021年9月23日  
SUSUBOX社



アーフワードで自動化など IoT 支援回路を受託開発のベンチャー・SUSUBOX



# 電波新聞：「IoTを拓くLeafonyの応用」シリーズ

● 2021年12月29日

「ナノコン」で社会課題解決をMCPCがコンテスト、見守りやペット管理



指先に乗る小さなIoTデバイス「ナノコン」で社会課題を解決する。そんなアイデアコンテスト「MCPCナノコン応用コンテスト」が今月、開かれた。趣向を変えながら2019年から続いており、今回で3回目。ナノコンの代表例で、1円玉大のLeafony(リーフオニー)を活用して、生活の支援や機器類の効率的な稼働を図るアイデアが多数寄せられた。時節柄、コロナ禍を踏まえた作品、高齢者・子どもなど社会的弱者のサポートにつながる提案も目立った。

<https://dempa-digital.com/article/267132>

● 2021年12月29日

トイレの「こもりスマホ」防止や、ジムのマシーンモニターも「ナノコン」活用し、東大でIoTアイデアコンテスト(Yahoo News)



指先に乗る小さなIoTデバイス「ナノコン」で、社会を便利にし、ビジネスを支援する。そんなアイデアコンテストが今月、東大であった。主催は、NTTドコモやKDDI、ソフトバンク、日立、東芝などが加わる、モバイルコンピューティング推進コンソーシアム(MCPC)。ナノコンの代表例で、1円玉大のLeafony(リーフオニー)を活用した案が、企業や学生らから提案された。

トイレの「密対策」とともに、用を足した後も長居する「こもりスマホ」対策になるソリューションや、トレーニングジムの機械の利用状況モニターなど、ユニークなアイデアがさまざま。時節柄、コロナ禍を踏まえた作品や、高齢者・子どもなど社会的弱者のサポートにつながる作品も目立った。

<https://news.yahoo.co.jp/articles/cd5b43e293db16568ee0b1f4e240e578266e2f87://dempa-digital.com/article/267132>

<https://dempa-digital.com/article/267116>

● 2021年12月30日

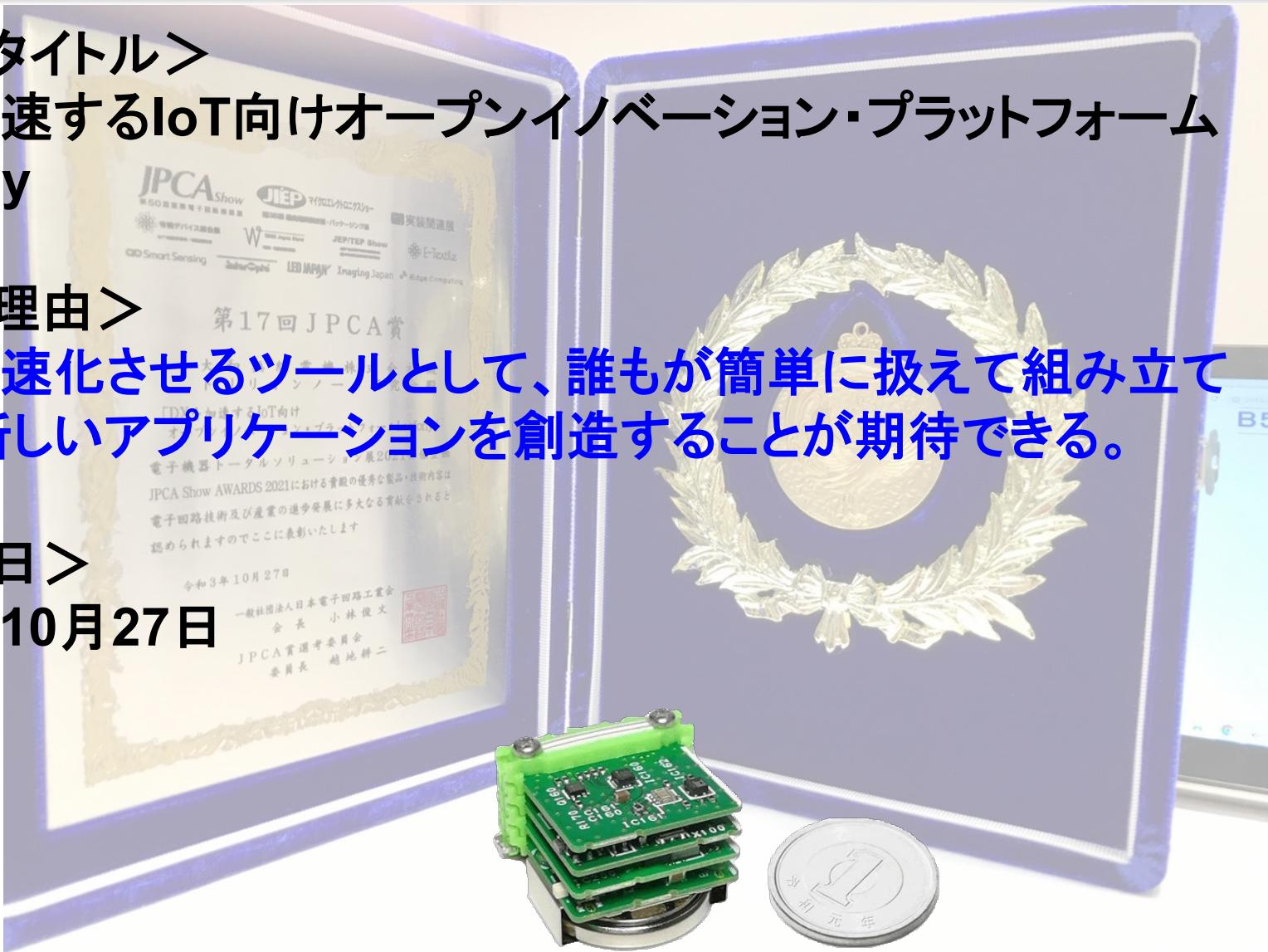
「ナノコン」で社会課題解決を

The screenshot shows a news article from Dempa Digital. The main headline reads "「ナノコン」で社会課題解決を" (Solve social issues with Nanocon). Below the headline, there's a sub-headline "「ナノコン」が見守りやペット管理" (Nanocon for monitoring and pet management). The article text discusses the competition where various IoT solutions were presented, including one for preventing people from staying in the toilet for too long and another for monitoring gym equipment usage.



# JPCA賞 受賞

- <論文タイトル>  
**DXを加速するIoT向けオープンイノベーション・プラットフォーム  
Leafony**
- <受賞理由>  
**DXを加速化させるツールとして、誰もが簡単に扱えて組み立てられ、新しいアプリケーションを創造することが期待できる。**
- <受賞日>  
**2021年10月27日**



# トリリオンノード研究会(企業・法人向け)

- インフラ系、プラント系、システム系、通信キャリア、商社、総合電機、半導体、部品、実装系など(次のトリリオンノード研究会は2022年2月ごろ)



年2回開催  
参加費75,000円



<https://www.trillion-node.org/>



- いち早くLeafony詳細情報にアクセス
- IoT関連アプリ／シーズの事例紹介
- 市販されていないリーフの貸し出し  
(LoRa, LTE-Mなど)

# トリリオンノード研究会 参加団体

1	IoT-EX株式会社	29	金沢大学振動発電開発グループ
2	KDDI株式会社	30	慶應義塾大学SFC研究所ソーシャルファブリケーション・ラボ
3	LEAFONY SYSTEMS 株式会社	31	慶應大学SFC
4	Mouser Japan GK	32	計画工学研究所
5	Quest7	33	埼玉大学
6	STマイクロエレクトロニクス株式会社	34	三菱ケミカルエンジニアリング株式会社
7	エイミー株式会社	35	新光電気工業株式会社
8	システムニコル株式会社	36	新日本無線株式会社
9	セイコーホールディングス株式会社	37	青葉電子株式会社
10	ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社	38	川崎重工業株式会社
11	ディー・クルー・テクノロジーズ株式会社	39	大和無線電機株式会社
12	パナソニック株式会社	40	地方独立行政法人東京都立産業技術研究センター
13	日清紡マイクロデバイス株式会社	41	中部電力パワーグリッド株式会社
14	リンテック株式会社	42	長野県工業技術総合センター
15	夏目光学 株式会社	43	東京エレクトロンデバイス株式会社
16	株式会社AOKI	44	東京大学 工学系研究科
17	株式会社FUJI	45	東京大学協創プラットフォーム開発株式会社
18	株式会社SUSUBOX	46	東芝インフラシステムズ株式会社
19	株式会社アド・ソアー	47	東芝テック株式会社
20	株式会社エイチアイ	48	東芝デバイス&ストレージ株式会社
21	株式会社ジェイエスピー	49	東芝デベロップメントエンジニアリング株式会社
22	株式会社チップワンストップ	50	東電設計株式会社
23	株式会社ネクスティ エレクトロニクス	51	日昭無線株式会社
24	株式会社リサシステム	52	日本ガイシ株式会社
25	株式会社岡研	53	日本航空電子工業株式会社
26	株式会社創成電子	54	富士通クライアントコンピューティング株式会社
27	株式会社椿本チェイン	55	明光電子株式会社
28	株式会社東和テック	56	有限会社ケイ・ピー・ディ

(エクセル降べき並び替え順)

# アウトライン

- 背景
- Leafonyとは
- 頒布リーフ群
- 利活用シーン
- Leafonyの進展



# Leafonyの進展:更なる低電力化・小型化



## STM32リーフ

Leafony省電力化マニュアル公開

Leafony省電力化ライブラリ公開

(コンソール画面で電力デバッグ可能に)



## ESP32リーフ

スタンバイ電流ほぼ2桁低減し25μAに

ESP32 Wi-Fi Kit 2販売開始



## LTE-Mリーフ by KDDI

超小型:面積約1/8

低電力:約1/2

(Leafony従来比)

トリリオンノード研究会で貸し出し

# 電池のおおよその寿命日数(計算値)

無線通信	送信間隔	BLEビーコン	Wi-Fi	LTE-M
マイコン種類		STM32	ESP32	STM32
センサ		4-sensors	4-sensors	4-sensors
活性時間		1s	10s	15s
電池種類		CR2032	18650	18650
送信間隔	10秒	12	2	1
	1分	54	8	3
	10分	186	67	25
	1時間	241日	354日	135
	2.4時間	250	721	290日
	1日	256日	2174日	1092日

数値はすべて現在の参考値、ソフトウェアなどで電力低減余地あり。

電池種類	CR2032	450mAh LiPo	NiH 単4x3	NiH 単3x3	18650
18650を1とした電池寿命ファクタ	0.1	0.2	0.2	0.6	1
CR2032を1とした電池寿命ファクタ	1	2.5	4.1	10.4	16.8

# STM32リーフ 頒布開始

- ARM系の32bitマイコン: STマイクロ、STM32L452RE  
(80MHz、512kB flash、160kB SRAM)、Arduinoで開発可能
- 低消費電力(チップとして)活性時:36 $\mu$ A/MHz , st'by:<0.5 $\mu$ A  
Ex. AVRマイコン 活性時:5.2mA@8MHz、st'by:4.7 $\mu$ A



**STM32 MCUリーフ(32bit)**  
高性能、Arduinoでの開発可



**AVR MCUリーフ(8bit)**  
簡便、Arduino互換性最大

# Leafony Basic Kit 2 頒布開始

- 現在のBasic Kit + STM32リーフ
- AVRマイコンでも、STM32でもArduinoでソフトウェア開発可能

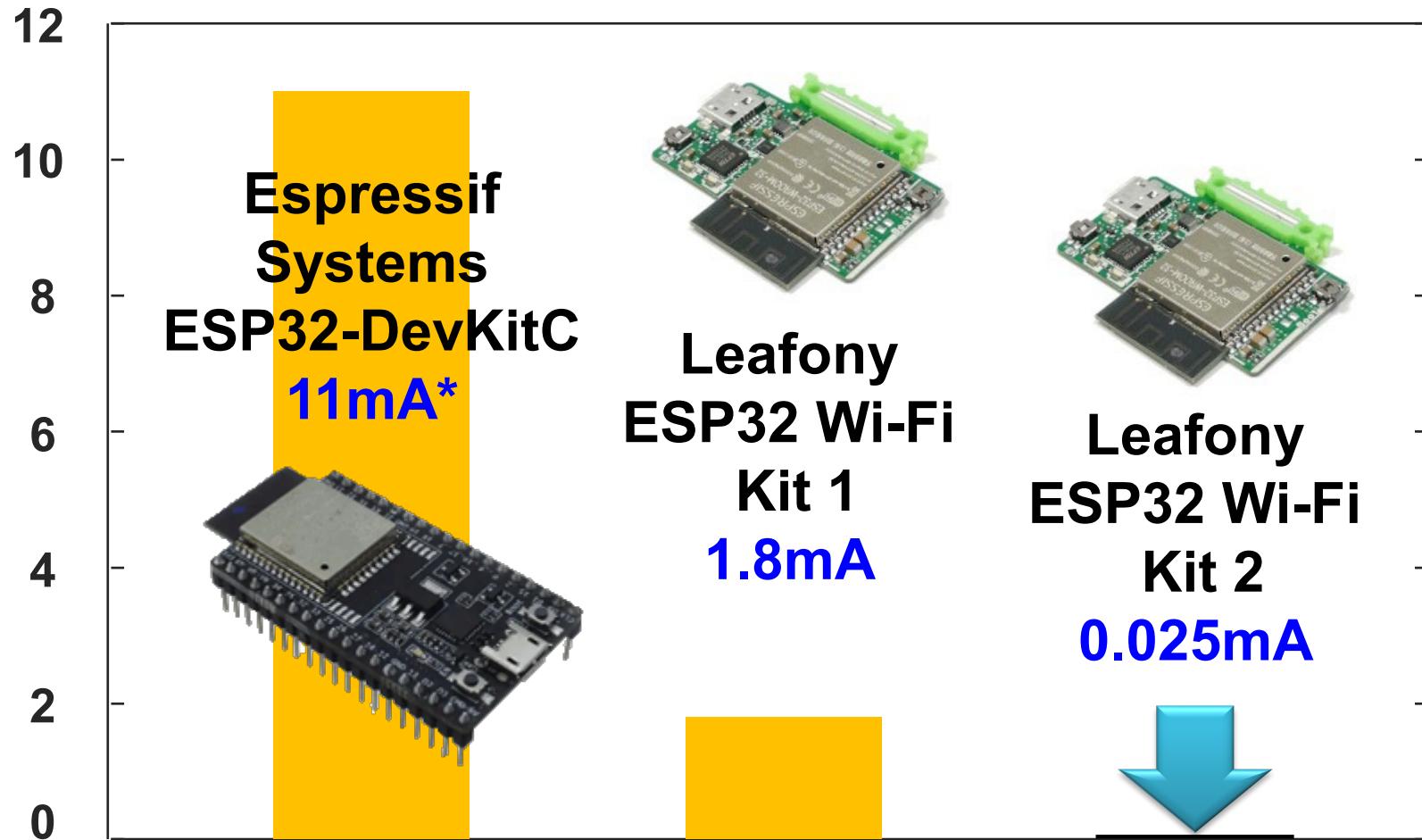


**Basic Kit 2**

# エッジAIの例：STM32リーフで顔検知



# ESP32リーフのスタンバイ電流を激減



- 回路変更でESP32リーフのスタンバイ電流が $25\mu\text{A}$ に減少  
Wi-FiベースのIoTアプリも電池でカバー

\*) <https://kohacraft.com/archives/202104231107.html#toc1>

# ESP32 Wi-Fi Kit 2 頒布開始

- 現在のESP32 Wi-Fi Kit + 18650電池ボックス、新しいケース
- ESP32 MCUリーフ スタンバイ電流低減の回路変更  
(1.8mA → 0.025mA)
- 汎用2次電池18650リチウムイオンバッテリーを容易に使用可能  
(18mmΦ x 650mm)、**1日1回間隔Wi-Fi送信で電池容量6年**



# モーターリーフ デモ



モーターリーフ デモ



# IoTアプリ開拓に向けたシステム開発の課題

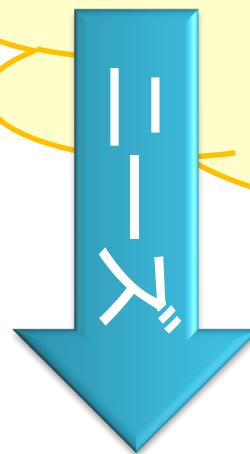
- 構造物、工場、スマートシティ用途などシステムは千差万別。  
最初は数が少ないかもしれない→開発効率の大幅アップ
- 電源線がなく、小型、軽量が新しいアプリを開拓  
H/W、S/W含めシステム開発が難しい→小型・低電力
- バリューチェーンが確立されていない→アプリと技術をつなぐ仕組み  
**トリリオンノード研究会**

Leafony



# 技術をサービスまでつなぎDXを加速する プラットフォーム Leafony

アプリ／サービス SDGs Society5.0  
世界の課題を解く



優れたIoT/CPS向けテクノロジー

# IoTデモ Leafony→BLE→PC→クラウド→PC

The image shows two side-by-side browser windows on a Windows desktop. Both windows have the URL [tk2-258-38976.vs.sakura.ne.jp/notification](http://tk2-258-38976.vs.sakura.ne.jp/notification).

**Left Window (4-Sensors Edge):**

- Buttons:** Disconnect (red), Sleep Mode (switch).
- Device Information:**
  - Device Name: Leaf\_A\_#05308
  - Unique Name: Leafony\_AC02
  - 日時 (Date & Time): 2019/08/24 12:05:48
  - 温度 [°C] (Temperature): 31.0
  - 湿度 [%RH] (Humidity): 124.3
  - 照度 [lux] (Illuminance): 69
  - 傾き [deg] (Tilt): 30
  - 電圧 [V] (Voltage): 2.66
  - サイクロの日 (Cycle Day): 1

**Right Window (4-Sensors Client Chart):**

- Buttons:** Connect (blue).
- Graph:** A line graph showing Temperature (度) over time. The temperature fluctuates between approximately 27°C and 33°C.
- Notification:** A pop-up message from Leafony stating: "気温が30度を超えました。体調に気をつけてください。" (The temperature has exceeded 30 degrees. Please take care of your health.)
- Device Information:**
  - Device Name: Leaf\_A\_#05308
  - Unique Name: Leafony\_AC02

Demo