

IoT エッジプラットフォーム “トリリオンノード・エンジン”プロジェクト

近年、IoT 端末の急速な広がりが期待されており、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。一方 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だけでなくカスタマイズ性に優れているプラットフォームが必要となる。このようなプラットフォームの研究・開発を目的とし、2016 年から新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）委託事業である「トリリオンノード・エンジンの研究開発」を受けて、東京大学、株式会社 図研、株式会社 ディー・クルー・テクノロジーズ、株式会社 SUSUBOX とともに本プロジェクトに参加。本書では本プロジェクトにおける、当社の活動について紹介する。

1. はじめに

近年、IoT 端末の急速な広がりが期待されており、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。この状況を実現するには、多くのアプリケーションが生み出される必要があり、そのためには電子機器開発に携わる人々以外にも、Fig1 の図で示すように個人やメーカー（もの作りをする個人事業主）と呼ばれる人々が自分たちのアイデアを容易に IoT 端末に活かすことができ、IoT 市場をより拡大・発展できるようにすることが重要である。また IoT 向けセンサノードなどの端末は、設置場所の制限から、小型・低消費電力が求められるため、小型・低消費電力と、容易に機能を実現できるカスタマイズ性を両立したプラットフォームが必要である。本プロジェクトでは、Fig2.に示すような MCU やセンサといった個々の機能を実現するリーフと呼ばれる約 20mmx20mm サイズの基板と、それを組み合わせて機能を実現するモジュール構造を採用し、それぞれのリーフの接続にはゴムコネクタを利用したはんだを使わない接続方式を考案。HW アーキテクチャは、市場に広く普及している Arduino 互換とし、ソフトウェアについても Arduino IDE の開発環境で開発可能なものとした。また本プロジェクトでは様々な機能をもったリーフを開発、その実用性や信頼性について検証を進めてきた。本書では、当社が本プロジェクトにて実施してきた、実用性と信頼性に関する検証結果について報告する。

Fig1. Future of IoT Market

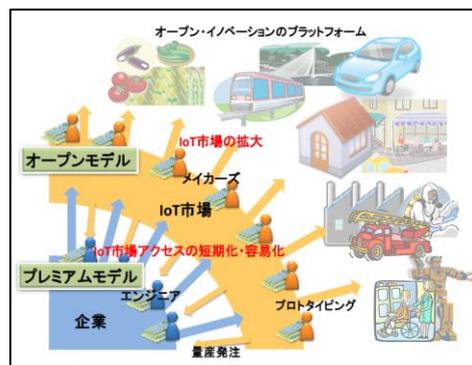
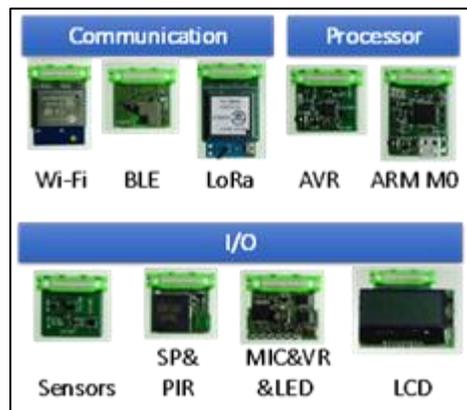


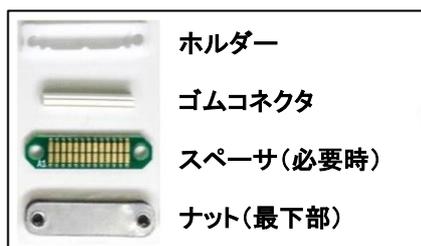
Fig.2 リーフ基板の例



2. トリオンノード・エンジンの実用性と信頼性

トリオンノード・エンジンのモジュール接続の構造を Fig.3 に示す。図左側の枠線で囲まれた、ゴムコネクタやそのホルダー、ナット、ネジを用いて、右側の枠線で囲まれたようにリーフを積み重ねねじ止めることでリーフ同士の接続を固定する。

Fig.3 接続構造



実用性の検証として、本プロジェクトとは無関係な被験者を選定し、組立からアプリの操作まで実施する組立性試験を実施した。被験者の属性は Fig.4 に示す通りで、年代、性別の異なる 5 名を選定。また組立課題として、Fig.5 に示す通り組立だけでなく、アプリの操作、無線による通信まで含めたものとした。

Fig.4 被験者の属性

	年齢	性別	職種
被験者 1	60 代	男性	システムエンジニア
被験者 2	30 代	女性	商品企画
被験者 3	50 代	男性	品質
被験者 4	40 代	男性	製造
被験者 5	20 代	男性	営業

Fig.5 試験課題

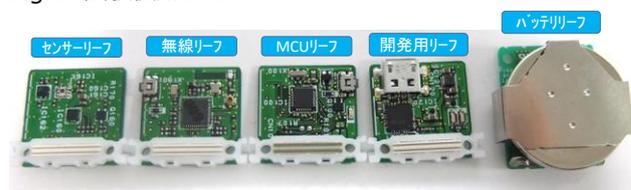
課題 1	MCU リーフと開発用リーフを用いて、LED が点滅するアプリを動作させる。また LED の点滅周期を変更する。
課題 2	課題 1 で使ったリーフにセンサーリーフと、無線リーフを追加し、センサーから取得したデータをスマホに表示させる。
課題 3	課題 2 で使ったリーフにバッテリーリーフを追加しバッテリー駆動でセンサーデータをスマホに表示させる。

本試験を実施する事前準備として、MCU リーフで動作させる Arduino のサンプルスケッチと、スマホにセンサーデータを表示させるスマホ用アプリケーションソフトは事前にインストールしておいた。

また、組立方法についてのビデオを作成し、評価の前に被験者に視聴させることとした。

今回使用したリーフは、Fig.6 に示す 5 種類のリーフで、無線リーフとしては、当社製 2.4 GHz 無線通信 Bluetooth® V4.2 low energy 規格に準拠した IC TC35678 を搭載したリーフを使用した。

Fig.6 試験使用リーフ



試験結果については、Fig.7 に示す通り、組立については全ての被験者が 4 分以内で組立が終わり、アプリを動作させるのに 6 分以内と、一つの課題に対し 10 分以内で動作させることができた。

また、組立のやり直しが全体で 1 回、ねじの増し締めも 1 回のみと、被験者が初めてトリオンノード・エンジンに触れたことを考えると、全員が全ての課題を達成できたことは、実用性が高いことを裏付けるものとする。

Fig.7 組立時間測定結果

		(sec)				
課題		被験者 1	被験者 2	被験者 3	被験者 4	被験者 5
課題 1	組立時間	151	238	138	141	228
	実行時間	168	119	114	107	138
課題 2	組立時間	111	141	141	103	200
	実行時間	215	234	317	171	145
課題 3	組立時間	190	191	195	168	220
	実行時間	92	116	57	67	48

信頼性の検証としてはゴムコネクタの接続抵抗の信頼性試験を実施した。本件については、論文「IoT エッジプラットフォーム「トリオンノード・エンジン」におけるゴムコネクタ接続構造の研究」(2018 年 9 月、第 28 回マイクロエレクトロニクスシンポジウム 阿川他)の結果より、高温高湿試験(85℃、85%)、低温試験(-40℃)、温度サイクル試験(-40℃~85℃、2 時間かけて変化)の条件での接続抵抗の安定性について、3 種類のゴムコネクタの内、2 種類のゴムコネクタにおいては接続抵抗の上昇は見られず良好な結果となった。

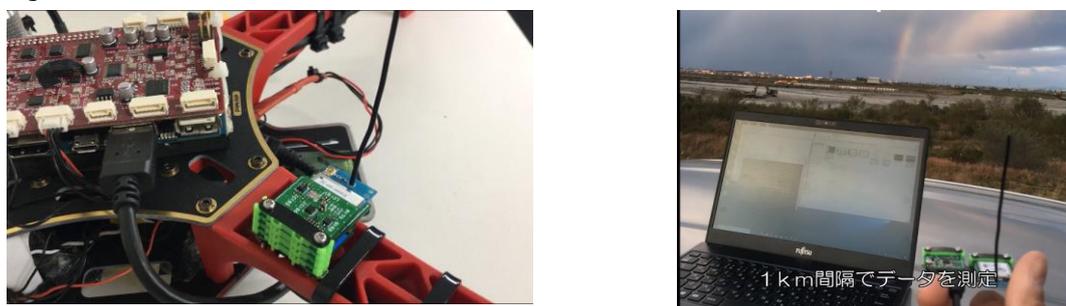
3. 最後に

本プロジェクトでは、研究成果の普及を目的としたトリオンノード研究会を2016年より立ち上げ、研究開発状況の報告に加え、実際に開発したリーフの提供を行っている。[\(https://www.trillion-node.org/\)](https://www.trillion-node.org/) その結果トリオンノード・エンジンを使った実証実験については、プロジェクトメンバーではない会員も実施するようになり、2019年2月1日に開催された研究会では7件の事例発表が行われた。

その中の事例として Fig.8 に示すように、トリオンノード・エンジンの小型・低消費電力を生かし、ドローンにリーフを搭載、無線性能の検証実験を実施した事例や、Fig.9 に示すような、ハッカソンで活用した事例についても紹介が行われた。

今後は、このプラットフォームを広く普及させるとともに、当社製品の有用性をアピールできるツールとしても活用できるよう、機能強化や使いやすさを追求して行きたい。

Fig.8 LoRa リーフのドローンへの活用例 (JASA & MCPC ドローン WG @石川県 手取川、 KES)

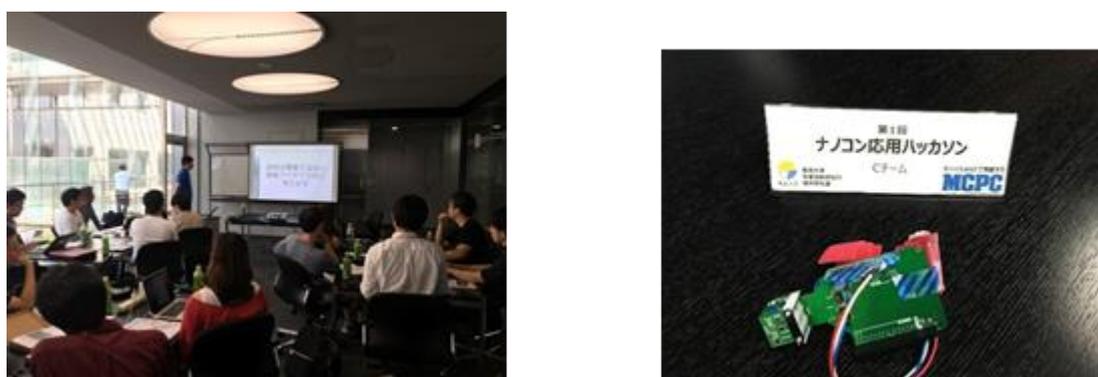


JASA:組込みシステム技術協会

MCPC:モバイルコンピューティング推進コンソーシアム

KES : 金沢エンジニアリングシステムズ

Fig.9 ハッカソンでの活用事例 (MCPC ナノコン応用推進WG)



謝辞

本研究の成果の一部は、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) の委託事業において得られたものである。