

気候変動と 闘う道を開く

電力会社2社は
オープンソースを採用し
電力網の近代化を
いかにして加速させたか

2022年3月

著者: Shuli Goodman, Founder, Linux Foundation Energy

序文: Jean-Michel Glachant, Director,
Florence School of Regulation

翻訳: 工内隆・伊達政広 (The Linux Foundation)

目次

序文	3
エネルギーのデジタル化においてリーダーになるための9つの教訓	4
はじめに	5
コラボレーションの実践.....	6
RTEとAlliander：共通の課題との闘い.....	7
教訓：類似ケースのためのプレイブック	10
新たに求められるインセンティブ	15
付録A：グリッドを最新化するオープンソース プロジェクト	17
謝辞.....	20
免責条項	20

序文

ヨーロッパのグリッドリーダーであるAlliander（配電会社）とRTE（送電会社）が完全にインタラクティブで、脱炭素化された電力システム用のオープンソフトウェア インフラストラクチャーを構築するためにオープンソース ファウンデーションで提携したのは、偶然の出来事ではありません。「スマートメーター」と「スマートグリッド」が、この業界にいかんして革命をもたらしてきたかは誰もが知っています。急進的なデジタル イノベーションの新しい波は、AllianderやRTEのような「スマート企業」から始まります。

このようなイニシアチブは、世界中の人々の健康に不可欠です。また、そのために創造的なオープンソース ソリューションは必須です。産業革命以来、私たちは温室効果ガスを大気中に放出し、地球温暖化を助長してきました。この汚染の進行を早急に逆転させない限り、地球上の居住可能地域の多くが砂漠に変わるのを目にすることでしょう。現在、世界の食糧の多くを供給している国の大部分は荒れ地になります。モンスーン、ハリケーン、山火事の蔓延、増加を目にすることでしょう。これらの多くは予防可能です。地球を居住可能に保つことはまだ私たちの手の届くところにあります。石炭、石油、天然ガスなどの化石燃料の抽出と燃焼をやめなければなりません。

私たちの仕事は、緊急事態に機敏に、そしてコミュニティを通して対応することだと思えます。緊急事態を認識した時は、私たちは新たな機敏さで対応し、コミュニティ全体を巻き込んだ透明性のある決定を下します。このケーススタディは、地球上のすべての電力事業者が進むべき方向とその道筋を示しています。

1. 緊急性

欧州連合はすでに 2020 年に、最初に設定されたエネルギー転換目標「20-20-20」を達成し、現在は 2030 年目標達成を目指しており、最終的には 2050 年に「ネットゼロ」を目標にしています。世界中の他の多くの国も温室効果ガスの排出量をネットゼロにする野心的な目標を受け入れ始めています。主要国の中央銀行は、気候変動の緩和に向き合って、金融および銀行向け標準ツールを作成しています。EU のエネルギー事業者はこれを加速させるための最前線

にあり、2030 年までに電力出力の 3 分の 2 を脱炭素化し、化石燃料から脱却する必要があります。

2. 敏捷性

私たちの電力システムが、柔軟性に欠ける階層によって垂直統合された企業のみで構成されていた時代は終わりました。発電量はもはや需要を制御しません。「送電」はすべての発電量を輸送するわけではありません。分散されたリソース、顧客の電力生産と需要、電気自動車、および蓄電所が、「メーターの裏側」で意思決定を行います。配電は、もはや上位レベルの発電所が一方的に電力を生産および販売するという、受動的な一方向のパイプではありません。

3. コミュニティ

自己完結型のサイロ方式では、自分の種だけを植え、そこから生産されたものだけを収穫します。サイロ方式では、他と対話しないため、他のプレイヤーと協力しません。明確に区切られたあなたの壁の中で、あなた自身のためだけになることをします。一方で、コミュニティでは、植え付けも収穫も共有されます。これは、不公平なルールや一部組織のエゴを押しつけていては、誰も、すべてのメンバーを動かすことはできないからです。

Alliander と RTE は、発電および配電業界のオープンソース哲学により、多大な恩恵がすでに達成されていることを示してくれています。さらには、オープンソース コラボレーションで、いかに進歩を遂げることができるかを示します。このアプローチは、世界中の電力事業者でできるだけ早く採用されるべきものです。

Jean-Michel Glachant, Director of Florence School of Regulation

エネルギーのデジタル化においてリーダーになるための9つの教訓

共通の問題を見つける。

複数の企業が「同じ方向に進み、同じ問題に直面している」ケースはよくある。それらを解決するために協力する。



小さく始める、とにかく始める。

オープンソースにはカルチャー変革が必要。初期投資が小さいと、リスクも小さくなる。



時間をかけて良好なプラクティスを築く。

オープンソースは、典型的なサイロ方式のソフトウェア開発よりも多くのコミュニケーションを必要とする。



オープンソースプログラム オフィスを設置する。

OSPOを利用し、内部および外部のステークホルダーとのオープンソース コラボレーションをコーディネートする。

ガバナンスを導入する。

透明性のあるガバナンスは、ベンダー、電力事業者、さらには規制当局が、投資や開発に関する最適な意思決定を行うのに役立つ。



コントロールを手放す。

オープン コラボレーションを通して外部からの視点を受け入れることで、間違っただ道をたどるリスクが軽減される。



教育する。

オープンソースの経済的・効率的なメリットに関する洞察を企業や規制当局と共有する。



人材を引き付ける。

オープンソース イノベーションをリードする企業は、人材採用能力が向上していることに気づく。



コラボレーション スキルを備えたチームを育成する。

他者とうまくやりとりでき、建設的かつインクルーシブな方法で意思決定できる、多様なスキルセットを持つ人材を採用する。





はじめに

気候変動を阻止するための行動は、もはや、「する」、「しない」といった選択肢にはなりません。将来の世代のために地球を救うことは、「しなければならないこと」なのです。そのための鍵となるのは、化石燃料を再生可能エネルギー源に転換させることであり、それを経済の停滞や、私たちの生活そのものを破壊したりすることなく、実行していくことです。

エネルギーはすべてのものに原動力を提供するので、エネルギー産業は変化の中心に位置しています。それは、現代の世界を回している地政学的な軸なのです。そして、エネルギー産業の中には、電力の供給事業と広大な電力網^(訳注)があります。「発電は、脱炭素化の観点から最も重要なセクターのリストのトップにあります」とYale School of the Environmentは述べています。好むと好まざるとにかかわらず、電力事業者は、エネルギーの供給を中断することなく、手ごろな価格で、これまで以上に多くの人々にこれまで以上の電力を供給しながら、いかにして、自分自身を変革するかという方法に対して、非常に大きく、かつ基本的な決断を迫られています。

*訳注：伝統的な「電力網」や「送電網」は、近年、日本でも「グリッド」と表記されることが多くなっており、本文書でも混用しています。

コラボレーションの実践

気候変動の急速な進行を考えると、従来のやり方では、私たちが行かなければならない場所にたどり着くことはできません。電力網の徹底的変革には、大規模なコラボレーション、迅速な変更、およびそれをサポートする規制が必要です。これは、従来、電力事業者が長い間運営してきたやり方に反するものです。公営であろうと投資家所有であろうと、電力事業は主に独占企業のサイロ化された事業として機能してきたので、[デジタルトランスフォーメーション](#)に関して[他の業界に遅れをとっています](#)。総じて、約 8,000 の配電会社および 250 の送電会社は、独立して運営されてきました。

プロジェクト紹介



CoMPAS

変電所の自動化強化のための構成設定を行い、再生可能エネルギーの効率的な導入とデバイスの相互運用性向上を可能とします。

プロジェクト紹介

SEAPATH

RTEとSavoir-faire Linuxによって開発された、グリッドのエッジ向けのオープンソースプラットフォームであり、より柔軟でスケーラブルで革新的な自動化とプロテクションを提供します。



そのような状況にあるために、電力事業者の動きは遅すぎて、現在の気候変動の課題に対応できません。それを変えなければいけませんし、また、変えることができます。電力事業者は、デジタルトランスフォーメーションに遅れをとるのではなく、リードすることができるし、リードしなければなりません。過去からのイナーシャを退け、私たちが転換期にあることを認識し、デジタルトランスフォーメーションを受け入れることでテクノロジー企業や他の業界のように動き出さなければなりません。その結果、電力事業者は持続可能な企業の最前線に立ち、世界は、気候変動を阻止するためにネットゼロエミッションで電力を供給しながら、需要と供給のバランスを適切にとる電力網を持つこととなります。

そのために、電力網を手始めに、電力セクターを脱炭素化するオープンソースソフトウェアの開発を促進するために LF Energy が Linux Foundation によって設立されました。これは、オランダで最大の配電システム事業者である Alliander と、フランスに拠点を置き、ヨーロッパで最大の送電網の事業者である RTE という 2 つのヨーロッパの電力事業者間のまれな業界パートナーシップを促しました。

LF Energy を介して、両社は SEAPATH と CoMPAS という 2 つの重要なプロジェクトでコラボレーションしています。どちらも、電力が高電圧から低電圧に変換される変電所を、よりモジュール化され、相互運用可能で、スケーラブルにすることを目的としており、予測が難しい再生可能エネルギー源に関連する課題に、より適切に対応できます。電力の需給が変化するにつれて、グリッドはより敏速に対応できる変電所により、より安定供給が可能となります。

Alliander と RTE は、さまざまな国のエネルギー供給システムのさまざまな部分で、使用されており、オープンソース コラボレーションを介して力を合わせることで、より多くのソフトウェア ソリューションを開発できることを発見しました。これは、プロプライエタリ ソフトウェア ソリューションとして単独で開発する場合よりも最大 10 倍も速くなります。

場合によっては、オープンソースを介してコラボレーションしているだけで最先端のソフトウェア イノベーションに取り組むことができ、これらのチームは、単独では対応できなかった作業も、パートナーを組むことでそれを行うことができます。

着実に、彼らはオープンソース チームを拡大してきました。Alliander には、オープンソースに専念する開発者は、3 年前には誰もいませんでしたが、今では 15 人になりました。RTE には、現在、7 つのコアビジネス オープンソース プロジェクトに関与する約 40 人の従業員がいますが、数年前は約 5 人と 1 つのプロジェクトだけでした。

「Alliander と RTE は、通常の業務では協力していないため、お互いを知りませんでした。つまり、私たちのコラボレーションは予想外でした。しかし、私たちが直面しているのは大きな変革であるため、今日、力と頭脳を共有することで、明日はより良い立場に立つことができると私たちは認識しています」と、RTE のオープンソース マネージャーである Lucian Balea は述べています。

これは彼らのストーリーですが、他の電力事業者がどのようにして、オープンソースでコラボレーションしてエネルギー転換をリードするかのロードマップを提供してくれています。

RTEとAlliander : 共通の課題との闘い

送電システムのオペレーターとして、RTE は高圧送電網を運営しています。近隣諸国との相互接続を管理し、リアルタイムで需給バランスを確保して、電力を長距離送電します。Alliander は、配電システムオペレーターとして、26,000 の企業と 300 万の家庭に電気、ガスを供給しています。

Alliander と RTE は、同じ問題に直面したために力を合わせました。課題は元々、再生可能エネルギー源向けには設計されていないインフラストラクチャーに、より多くの再生可能エネルギー源を受け入れ、それを必要な速度と規模で実現することでした。

RTE (TSO : 送電事業者) を高速道路、Alliander (DSO : 配電事業者) を地域に入る脇道と考えてください。Alliander と RTE は異なる地域で運用されているため相互接続されていませんが、TSO と DSO の関係は世界中の他の企業の状況と酷似しており、効率的で最新の電力システムにとって重要ものになっています。

これは、高電圧、中電圧、低電圧を調整、連動させる送電システムと配電システムの間インターフェイスが電力システムネットワークの未来において究極的に探究すべき目標となるためです。経済を変革するためには、送電と配電の関係をスムーズにし、市場の信号に敏感に反応するようにし、またソフトウェア技術 (まだ存在していませんが) によって主導されるようにする必要があります。

再生可能エネルギーの普及により、そのインターフェイスはより複雑になっています。過去には、エネルギーは一方に流れていました。石炭とガスの発電所から大きな TSO ライン、そして小さな DSO ラインに流れ、そこで家庭や企業に適した低電圧に変換されました。

今日、エネルギーは家庭や企業から、風力発電所や太陽光発電所から、DSO から TSO へ流れ、そしてまた逆の方向にも流れます。需要に対する応答性と柔

軟性は、供給と同様に重要です。このため、電力事業者が管理しなければならないシステムは、はるかに複雑になります。グリッドの安定性を確保し、再生可能エネルギーの普及に伴って発生する TSO と DSO 間のインターフェイスの増加に対処するために、新しいツールが必要になります。

Alliander と RTE は、同じ課題に直面したために力を合わせました。それは、元々、再生可能エネルギー向けには設計されていないインフラストラクチャーに、より多くの再生可能エネルギー源を受け入れ、それを必要な速度と規模で実現させることです。

「エネルギー転換は大きな課題です。両社は、ソフトウェア開発とオープンソースに対して同様のビジョン、考え方、アプローチを持っていることを発見しました。また、エネルギー転換に積極的に取り組む意欲があり、『これが現状であり、私は何もできません』と単に言うのではありません」と、Alliander の System Operations のディレクターである Arjan Stam は述べています。すぐに、会話は「これらのトピックでどのようなコラボレーションができるか」に変わりました。

当時、Alliander は、社内用に独自のソフトウェアを構築していました。気候変動と市場の課題に対応するには、ソフトウェア開発をスピードアップする必要があることを認識していました。彼らの選択肢は、以前のように単独で行うか、または、「オープンソース ソフトウェアとして、すでに存在しているものを改善して、使用する」であった、と Stam は述べます。

現在、Alliander と RTE は、LF Energy を介して、RTE の Balea が「共同配管 (the common plumbing)」、または多くのグリッド オペレーターに提供される共同ツールと呼んでいるもので協力しあっています。

「それが、このエネルギー転換を、求められるスピードで進捗させ、成功させるための鍵です。同じようなものを再開発するのではなく、利用可能なものを再利用し、その上に構築するのです」と Stam は述べています。

コラボレーションの広がり

幸運と必要性が2つの会社を結びつけました。

Alliander は、必要な容量を処理するための電力網の構築に100年を費やしてきました。2年前、Stam は、Alliander が従来通りの考え方で運用しては需要に追いつくことができないだろうという、最初の兆候に気づきました。供給可能な電力がなかったため、Alliander は、会社にとって初めて一部の新規顧客をグリッドに接続できませんでした。また、少数でしたが、グリッド上で輻輳を起しているエリアが急速に拡大し始めていました。

Alliander は、今後10年で、需要は2倍になると予想していました。「私たちは、それらを処理するためのソフトウェアを自身で開発していると、それよりも早く、より多くの輻輳問題に遭遇することを知っていました。また、この開発には、見つけるのも難しい専門的なスキルを持つ人材が必要でした。より高度な知識とスキルの人材にアクセスし、開発のスケールを拡大するには、別の解決策が必要でした。それができると考えた唯一の方法は、オープンソースにすることでした」とStam は述べています。

エネルギー転換のための機能を開発するビジネスユニットの責任者として、Stam はオープンソース ソフトウェアでコラボレーションするためのプラットフォームを探し始めました。「幸運なことに、私はエネルギー関連のオープンソースをGoogleで検索することから始めました」とStam は述べています。現れたのは、新しく創られたLF EnergyのWebサイトでした。「私が求めていたものがそこにあったという事実と、そのプロジェクトの達成目標の説明に感銘しました。私は、これを調査しなければならないと確信しました」とStam は述べています。

Stam は長年、オープンソースに興味を持っていました。6年前、彼はAlliander でオープンソース プロジェクトを試しましたが、Alliander のカルチャーが「これが進むべき道であるとは確信できなかった」ため、「まったく上手くいきませんでした。」Stam がLF Energyを見つけた時には、彼とAllianderの他のリーダーは、会社のデジタル化計画では「私たちの目標を達成するには不十分」であることを認識していました。

この時、Stam がAlliander の取締役会で、オープンソースのソフトウェア開発をより推進すること訴えたときには、「私はビジネスケースを作る必要さえありませんでした。誰もがオープンソースが前に進む唯一の方法であることを認識していました。」と述べています。

RTEは、いつの間にかオープンソースに参加していました。

2017年と2018年に、RTEは将来のエネルギー需要を見越したソフトウェアを開発していました。計画は公開で議論されたこともあり、RTEは、オープンソースの透明性は作業の信頼性を高めると判断しました。

「その後、オープンソースがコラボレーションのフレームワークとして他の業界で実際に使用されていることを知りました」とBaleaは述べています。RTEはこれまで、オープンソース ソフトウェアの開発には取り組んでいましたが、プロジェクトを中心にしたオープンソース コミュニティは構築していませんでした。

「次の問題は、RTEだけのものではないことを理解し、他のパートナーが自信を持って取り組むことができる重要なガバナンス フレームワークを構築する方法でした」とBaleaは述べています。

それを調査する中で、Baleaは、エネルギー パートナーのエコシステムを構築しているLinux Foundationや他の非常に成功したオープンソース イニシアチブも発見しました。たとえば、クラウド コンピューティングの爆発的な拡大を可能にするプラットフォームであるKubernetes、ブロックチェーン ベースのテクノロジーの成長をサポートするHyperledger、通信ネットワークのソフトウェア仮想化を促進し、ソフトウェア定義のネットワーク インフラストラクチャーの業界標準を設定したOpenDaylightプロジェクト、さらにはネットワーク オペレーター、クラウド プロバイダー、および企業向けのネットワークおよびエッジコンピューティング サービスのオーケストレーション、管理、および自動化のためのプラットフォームONAPなどです。

「ひらめきのようなものでした。これらの業界がオープンソースをそのように活用しているのであれば、エネルギー セクターでも何か大きなことができることに気づきました」とBaleaは回想しています。



プロジェクト紹介



OpenSTEF

より正確な負荷予測を提供し、拡大する消費者需要とバランスを取りながら、新しい給電ソースからの再生可能エネルギーの供給を可能にします。

OpenSTEF : コラボレーションが機能する方法と理由の例

Short Term Forecasting、または OpenSTEF と呼ばれるプロジェクトで、Alliander と RTE が LF Energy を通じて行ったコラボレーション方法は、共通の問題に取り組む上での、オープンソースコラボレーションの利点を示しています。

「短期予測は私たちの存在価値の核心です。グリッドで起こること予測する必要があります。これが、電力の流れを管理し、顧客のニーズを満たすようにグリッドを構成する唯一の方法です。」

— Arjan Stam, Director of System Operations, Alliander

「同じことが RTE と世界中のすべてのグリッド オペレーターにも当てはまります。」

— Lucian Balea, Open Source Manager, RTE

現在、Alliander には OpenSTEF の専任者が 5 人、RTE には 2 人います。

「自分たちで 5 人以上のチームを編成する手段がないため、既存のプロジェクトに参加することが最も効率的な方法です」と Balea は述べています。

Balea は、力を合わせなければ、OpenSTEF の開発は相当に遅延し、RTE がそのようなソリューションを短期的に提供することは不可能であったかもしれない、と述べています。

短期予測の改善が進むことは、両社にメリットがあります。両社は競争関係がないので、競争力が失われることはありません。同じことがすべての電力事業者に当てはまります。「私たちは非常に厳しく規制されたビジネス環境にあり、共有しないことには何のメリットもありません」と Stam は述べました。

教訓：類似ケースのためのプレイブック

オープンソース コラボレーションの経験を踏まえて、BaleaとStamは、オープンソース パートナーシップをより実りあるものにするために、類似ケースに関わる人たちに次のことを提案しています。

共通の問題を見つける。

複数の企業が「同じ方向に進み、同じ問題に直面している」ケースはよくある。それらを解決するために協力する。



AllianderとRTEのコラボレーションは、最初から理にかなっていませんでした。なぜなら、Stamが言うように、両社は「同じ方向に」向いていて、同じ問題に直面していたからです。Stamはさらに、「まったく同じである必要はありませんが、少なくとも同じ方向である必要がある」と言います。AllianderとRTEに共通する問題は、より多様な再生可能エネルギーを受け入れ、増加する電力需要に対応すること、そして、それらを気候変動の増大なしに、限られた開発者資源と予算で実行することでした。

小さく始める、とにかく始める。

オープンソースにはカルチャー変革が必要。初期投資が小さいと、リスクも小さくなる。



オープンソースの利用にカルチャー変革が必要であることにAllianderは最初の段階で気づきました。小規模に始めることで、一部の組織がオープンソースを信頼するようになります。1つの強い声、Stamの言う「創造的破壊者」によって変革が始まります。投資が小規模であるため、失敗した場合のリスクも小さくなります。成功すれば、より多くのことを始めることに、誰もがすぐに賛成します。これには、リスクと戦略的な方向性を管理する当該企業の取締役や幹部も含まれます。RTEは当初、開発者リソースのわずか1%をオープンソース コラボレーションに投入し、2つのプロジェクトで開始しました。現在、どちらもコアビジネス オペレーションに使用されています。

時間をかけて良好なプラクティスを築く。

オープンソースは、典型的なサイロ方式のソフトウェア開発よりも多くのコミュニケーションを必要とする。



オープンソースは、一般的なサイロ型ソフトウェア開発よりも多くのコミュニケーションを必要とします。オープンソースにおいて、プロジェクトのオーナーは、彼らの行った選択についてよりたくさんの説明を行い、議論する必要があります。従来のソフトウェア開発チームには「これが負担と見なされる可能性がある」とBalealは述べています。RTEは、ディスカッションとガバナンスをオープンにし、ミーティングを生産的にするために優れたプラクティスを採用し、その上で、オープンなミーティングを開催し、誰かが良いと考えたアイデアが、なぜ良いのかについて議論するために、より多くの時間を費やすように社員を指導しました。また、社員が行っていることをドキュメントにする時間を増やしています。「最初は、社内においてさえも、物事により多くの時間がかかることに対する批判がでるでしょう。しかし、このようにすることで、あらゆる部署から上がってくる良いアイデアをキャッチすることができる」とBalealは述べています。



オープンソースプログラム オフィスを設置する。

OSPOを利用し、内部および外部のステークホルダーとのオープンソース コラボレーションをコーディネートする。

OSPO ([Open Source Program Office](#)) は、「変革の戦略的柱」とであるとStamは述べています。OSPOは、オープンソースが企業文化の一部であることをフォーマルに示すものであり、また、企業内外を問わず、ソフトウェア コンプライアンスを管理するためのコンテナです。Allianderでは、OSPOは当初「単なるレッテル」だったとStamは述べています。しかし、オープンソースのコンセプトがより頻繁に話題になるようになったため、社内のソフトウェア開発チームは、より頻繁に組織的なコラボレーションを行い、最初から作り直すのではなく、再利用可能なコードを探すようになりました。これは「内部ソース」対オープンソースの競合フェーズでした。その後、Allianderでは、法務業務やエンタープライズ アーキテクチャーなどの担当者をOSPOに追加しました。OSPOは、他のパートナーとのオープンソース コラボレーションを調整し、オープンソース モデルの利点について社内の人々を教育しています。また、さまざまなオープンソース プロジェクトについて助言し、ハッカソンやウェビナーなどのイベントを開催し、特定プロジェクトを中心にオープンソース コミュニティの構築を支援しています。

ガバナンスを導入する。

透明性のあるガバナンスは、ベンダー、電力事業者、さらには規制当局が、投資や開発に関する最適な意思決定を行うのに役立つ。



オープンソースが登場する前、電力事業者は、必要なものを自ら構築するか、あるいは製品を購入してその上にそれらを構築するかという選択に直面していました。どちらにも問題がありました。それらの企業では、グリッドを近代化するために必要とされるものを単独で構築するには開発者が不足していました。市販の製品を購入し、その最後の仕上げ部分をカスタマイズすることは、しばしばプロプライエタリなソフトウェア サプライヤーにロックインされることにつながります。このロックインにより、サプライヤーを変更したり、より良い製品を探し求めたりすることが困難で、かつ費用が掛かるようになり、イノベーションは制約されます。近年のグリッドでは、状況はこれまで以上に急速に変化しています。これに対応するために、電力事業者は製品を自由に変更できることが必要です。オープンソースにより、電力事業者は、他の製品をグリッドに組み込むことが可能となるような、グリッドを結ぶ「共通配管」が、オープンで相互運用可能であることを保証したソリューションからメリットを得ることができます。良好なガバナンスは、オープンソース コードの利用に際して、相互運用性とプロプライエタリな知的財産を保護します。また、オープンソース ガバナンスにより、企業は自社製品が他社製品と連携することを意識します。しばしば障害を引き起こすプロプライエタリなソリューションとは大違いです。透明性につながるガバナンスは、ベンダー、電力事業者、さらには規制当局による最適な投資と開発の意思決定をたびたび助けます。

コントロールを手放す。

オープン コラボレーションを通して外部からの視点を受け入れることで、間違っただ道をたどるリスクが軽減される。



電力事業者はすべてを制御することに慣れていますが、「グリッドを制御する企業は、知的財産も制御したいと思うでしょう。私の見方では、オープンソースへの移行は制御を手放すことです」とBalealは述べています。ひとたびコミュニティを構築すれば、当該企業はもはや完全な制御権を握ることはできません。「Allianderは、私たちが進まない方向に進むことを決定することもあり得ますし、その逆もあるかもしれません」とBalealは述べています。結局のところ、RTEは、オープンソース製品を使用し、オープンソース開発を追求すれば、より効率的で生産性が高くなると信じています。これは、特定のオープンソース プロジェクトが行うすべての決定や方向を完全に制御できない場合でも同じです。外部の視点を受け入れることで、誤った道を進むリスクも軽減されます。

必要性がなければ、何らかの物事に対する制御を手放したいと思う人は誰もいません。気候変動に関して何も行動しないことの代価は、今や企業や市民が常にビジネスのリスクとして認識しなければならない段階にあります。「私たちは制御を手放す必要があります。そうすることで、私たちはより大きなイノベーションの恩恵を受けることになるからです。私たちが十分に活動していないにもかかわらず、すべての物事を制御し続けるのはいっそう悪いことです」とBalealは述べています。

教育する。

オープンソースの経済的・効率的なメリットに関する洞察を企業や規制当局と共有する。



私たちは皆、オープンソースの経済性について他の人たちを教育する必要があります。Stamによると、「オープンソース戦略を採る方が費用対効果が高くなります。なぜなら、プロプライエタリなソフトウェアにずっと実施してきたすべてのカスタマイゼーションを置き換える必要がなくなるからです」。

「オープンソースの利点について教育を必要とするのは企業だけではありません。規制当局もそれによって、オープンソースや革新的な取り組みに満足するようになる」とRecurveのPolicy & Emerging MarketsのVPであるCarmen Bestは述べています（同社は、エネルギー需要の柔軟性のためのプラットフォームを提供）。規制当局は、オープンソースの中核的価値、その透明性、そしてオープンソースが説明可能であるという特質を保持していることで、どれほどそれらが実現する監視機能の能力とクリーンエネルギー市場を拡大する能力が高くなっていくかを理解する必要があります。



人材を引き付ける。

オープンソース イノベーションをリードする企業は、人材採用能力が向上していることに気づく。

電力事業者は最先端の職場とは見なされないことが多く、人材獲得のための戦いは特に困難です。オープンソース イノベーションをリードすることで、RTEとAllianderはともに、人材を獲得する力が向上していることを実感しています。「(候補者には)、あなたはオープンソースの世界で、エネルギー転換のために働くことになる、とすることができます。それは、仕事のポジションとして大きな意味を与えます。私たちは、エネルギー転換のためにオープンソースの活動を行っているという事実に基づいて、何人かを採用しました。」とBalealは言います。Allianderも、正規採用を含む人材のプールを初めてオランダ国外にまで拡大しました。パンデミックはまた、Allianderがリモートワーク容認へと移行することを可能にしました。

コラボレーションスキル を備えたチームを育成 する。

他者とうまくやりとりでき、
建設的かつインクルーシブな
方法で意思決定できる、多様な
スキルセットを持つ人材を採用する。



AllianderのStamのチームは約150名ですが、彼が6年以上前にオープンソースを推進し始めたときにはわずか3名でした。オープンソースには、新しいスキルが必要になります。「優れた技術開発者だけでなく、他の人々と交流してさまざまな用途について議論し、対応したり、妥協する方法を見つけたり、建設的でインクルーシブな方法で意思決定を行うことができる人も必要である」とBaleaは言います。適切な人材を見つけるための最大の課題の1つは、チームで働き、自律的に行動しながら、より大きなビジョンにフォーカスできる人を見つけることだとStamは言います。また、チームダイナミクスを管理するには、より多くの努力が必要です。「人々がグループとしてどのように調和し、時間の経過とともにチームに何が必要かを継続的に見ている」とStamは言います。



新たに求められるインセンティブ

電力事業者は単独で経営している訳ではなく、厳しく規制されています。米国では、ほとんどすべてがサービス費用規制 (COSR:cost-of-service regulation) の下で運営されています。簡単に言えば、電力事業者は何かを構築することでお金を稼いでいます。これは、それぞれの地域で、電力事業者に変電所、変圧器、メーター、送電線などを拡張してもらう必要があるときには有効でした。

しかし今、世界は、機敏に進化するシステムをつないだ、それほど大規模ではない新しいハードウェアと、ソフトウェア定義のインフラストラクチャーを必要としています。継続的にアップグレードできる簡便で安価なインフラストラクチャーです。電力セクターが直面する課題は、2050年までに需要を少なくとも50%増加させると同時に、各社のサービスをより環境に優しくスマートにすることです。

Alliander と RTE はこの点で有利なポジションに位置しています。欧州のエネルギー政策は、国を越えて「調和的行動」を目指していると Balea は述べます。「これは、電力事業者が同じツールを必要としているという事実を強く示しています」。したがって、RTE と Alliander は、オープンソースのニーズをより具体的に説明することにより、ベンダー間でオープンソース開発を推進する上で大きな影響力を持つようになると Balea は言います。

「これは、ベンダー コミュニティやソリューションを開発する企業に対して、オープンソースの方向に進むように示唆することになる」と Balea は述べます。オープンソースはハードウェア プロジェクトでも考慮すべきだと Stam は述べます。Alliander はすでに、新しい超高度スマートメーターに関するオープンソース ハードウェア プロジェクトを作ることを議論しています。Stam によると、このようなイノベーションが実現すれば、新たな、おそらくは小規模なベンダーがビジネスで競争することになるとのことです。

公的規制はまた、電力事業者がより素早く動き、スマートテクノロジーと柔軟なグリッド構成の利点を活用することを容認する必要があると Stam は述べます。現在、顧客が Alliander に1メガワットのサービスを注文した後、それを使用しない場合、顧客はグリッド上の予約を保留します。これは、Alliander がその容量を他の顧客に向けて提供できないことを意味します。また、Alliander が数年前に指摘した輻輳ポイントの数は10件程度でしたが、今では900件以上に拡大しています。既存の規制は「より多くの人々をグリッドに接続させるのに役立たない。」と Stam は述べます。「我々はそれを行うためのソフトウェア、ソリューション、知識を持っていますが、規制が信頼できるソリューションの適用を制限しています。」

また、オープンソースの研究開発を奨励するために規制が変化する可能性もあるとBalealは述べています。公的資金による研究開発プロジェクトは、成果が非公開であるために、一般の人々に十分な利益をもたらさない場合や、研究者が活動内容を共有していないために同じ問題を解決しようとしている場合もあります。公的資金を得るのに「オープンソース ファースト」を要件とすることで、一般の人々はその研究からより多くの利益を得ることができます。

適切なインセンティブ

米国では、「不適切なインセンティブ」や「透明性の欠如」も、効率的な省エネルギーを阻害しています。

たとえば、顧客の省エネルギーを支援している企業は、効率性指標の達成に対して一定額が支払われるため、より良い結果を出すための方策を考えません。これでは、さらなる省エネルギーを目指すプロジェクトを見つけ出し、協調するのではなく、コスト削減で利益率を向上させる方にインセンティブを与えることになる、とRecurveのCEOである[Matt Golden](#)は述べています。

挑戦の意欲

将来の経済の原動力を化石燃料から、無公害のエネルギーと無公害の輸送手段へと拡げていくことは、単なる技術革命ではなく、意識の転換です。化石燃料への依存を急速に低下させるために必要な前例のない行動(まず2030年までに50%の脱炭素化を達成し、その後2050年までに100%にする)には、技術投資に対するガバナンスの協調的な枠組みが必要です。

すべてのプレイヤーがエネルギー転換に向けて自らの利益に基づいて行動するためには、オープンソース技術スタック、寛容な知的財産権、およびオープンソース ファウンデーションが必要です。それによって、透明で協調的なガバナンスを提供でき、関係者は将来のデジタル ビルディングブロックの一部として、自由に投資、サポート、利用ができるようになります。

LF EnergyとThe Linux Foundationは、共通ソリューションを構想し、開発し、利用するために協力すれば、私たちはより迅速に、さらに前進するであろうことを確信しています。その共通ソリューションは、営利企業が「共通配管」で協力しつつ、その上で最も効率的でエレガントな個別ソリューションを提供するために競争することを可能にします。

オープンソースは正しい道です。過去30年の間に、オープンソースはソフトウェア開発の辺境域から中心域へと移行し、[通信産業](#)などを再構築し、クラウド コンピューティングを可能にしました。クラウド コンピューティングは、あいまいなアイデアでしたが、わずか15年で現代ビジネスの中心へと成長しました。

エネルギー産業でも同じことが起きるに違いありません。細分化された業界には正しい道を導く800ポンドのゴリラは存在しませんが、AllianderとRTEは他の企業が従うべき道を照らし続けています。

付録A:グリッドを最新化する オープンソース プロジェクト

わずか2年間で、[LF Energy](#)のプロジェクト数は3倍になりました。LF Energyのポートフォリオは、他の企業・業界のオープンソースと組み合わせて、独立性の高いデジタル エネルギー市場に、競争力があり、オープンで、持続可能で、安全なビルディングブロック方式のソフトウェア サプライチェーンの基盤を提供する、重要なものとなっています。それらのプロジェクトは次のとおりです。

アプリケーション



[OperatorFabric](#):さまざまなアプリケーションからの通知や警報を1つの画面に集約します。ワークフロー マネージャーと修復スケジュールが含まれています。OperatorFabricはJavaで記述されており、コーディングとコードの統合の簡素化のためにSpring Frameworkを使用しています。継続的なライフサイクル管理のために最新のCI/CDツール上に構築しています。



[PowSyBl](#):電力網をモデル化するためのオープンソース ライブラリです。開発者は、PowSyBlを使用して、ネットワーク上での動的パワーフロー (電力流動) シミュレーションとセキュリティ分析を行うアプリケーションを構築できます。Javaで記述され、Mozilla Public License 2.0の下で利用可能なPowSyBlは、さまざまなデータ形式を処理し、また、開発者が拡張またはカスタマイズすることもできるものです。



[SOGNO](#):グリッドの自動化と監視機能を、モノリシックの閉じた環境からモジュラーシステムに再構築します。クラウドネイティブのマイクロサービスベースのアーキテクチャーを使用して構築されているため、スケールアップが容易にできます。ネットワーク運用のためのサービスベースのオープンソース グリッド自動化プラットフォーム (Service-based Open-source Grid automation platform for Network Operation) の略であるSOGNOの構想としては、既存のSCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) システムと統合し、それらのシステムの機能を徐々にマイクロサービス構造に書き直そうとしています。これにより、監視および制御システムは、よりスケーラブルでデータ駆動型に重点をおいたものになります。



[OpenSTEF](#):グリッドが新しい発電ソースから再生可能エネルギーを受け取り、より多くの消費者の需要を処理するためには、より正確な負荷バランスが重要になります。予測は、輻輳を先読みして安全性分析を行うために必要になるだけでなく、スマートグリッドが必要と供給のバランスを取ることも可能にします。OpenSTEF (Open Short-Term Forecasting) は、機械学習を使用して、消費者システム、市場、および発電所からの膨大な量のデータを処理しています。これらの測定値を天気や市場価格などの外部データと組み合わせて、負荷を予測します。予測は、オープンなアプリケーション プログラミング インターフェイス (API) を介してグラフィカル ユーザーインターフェイス (GUI) で出力され、デジタル市場の他の製品やサービスで使用できるようにしています。



[OpenEEMeter](#):正規化されメーターで計測されたエネルギー消費量 (NMEC: Normalized Metered Energy Consumption) を計算するための標準的な方法を実装および開発するためのツールキットです。ライブラリには、メーターでエネルギー節約量を推定する、CalTRACK^{**}(訳注)メソッドを実装しています。

**訳注:原文ではCalTRACK5となっているが、CalTRACKの間違いと思われる。

OLF ENERGY GRID CAPACITY MAP

[Grid Capacity Map](#) : 公共情報を使用して、グリッドの容量と消費者および市場参加者への接続コストを示します。

OLF ENERGY SHAPESHIFTER

[Shapeshifter](#) : スマートエネルギー プロジェクトと同テクノロジーを効率的に繋ぐことにより、エネルギーの取引、供給に関する一般的なアプローチを提供するプロジェクトです。Shapeshifterは、[Universal Smart Energy Framework](#) を実装し、供給業者間の市場でのインタラクションを表示し、輻輳とグリッド容量を管理し、供給問題発生を回避します。その市場構造、役割、ルールとツールは、フレキシブル エネルギー利用のコモディティ化と取引拡大を支援します。

OLF ENERGY FlexMeasures

[FlexMeasures](#) : このプロジェクトは、フレキシブル エネルギー サービスの導入をリアルタイムで行うために考案されました。Seita BVによって開発され、Apache 2.0ライセンスの下で利用可能です。FlexMeasuresは、リアルタイムのデータ統合、不確実性モデル、アプリケーション プログラミング、およびユーザーインターフェイスを使用して、これらのサービスの構築に伴う開発コストと複雑さを軽減させることを目指しています。FlexMeasuresは、リアルタイムでデータを統合する手段を提供し、さまざまなソースのセンサーおよび環境データをモデル化するために[timely beliefs library](#)を使用し、一連の開発者向けツールとリソースを備えています。FlexMeasuresは、本報告書の発表時点では、LF Energyで立ち上げ準備中でした。

OLF ENERGY OpenGEH

[Green Energy Hub](#) : このプロジェクト (本報告書の発表時点では、LF Energyの下で新しい名前での立ち上げ準備中であった) の目的は、ソフトウェア エンジニアが事象データを確実に交換する一連の相互運用可能なビジネス システムやテクノロジー システムとして、デジタル エネルギー市場を構築するのを支援するこ

とです。エンジニアは、ビジネス プロセスのワークフローや作業規範に惑わされることなく、作業ができます。プロジェクトは、一連のサブドメインを持つ2つのトップレベルのドメインで構成されています。これらは、計測や課金などのビジネス プロセスと、ログの蓄積や機密事項の共有などのテクノロジー機能にまたがった領域をカバーします。ハブを小さな独立したドメインに分割することで、デジタル市場を段階的に構築できるようになります。

データとサービス

OLF ENERGY GXF

[Grid eXchange Fabric \(GXF\)](#) : 現場のデバイスと通信するためのソフトウェアプラットフォームです。GXFはサーバー、データセンター、またはクラウド上で実行され、タブレット、スマートフォン、PCなどのフロントエンドを介してシステム情報にアクセスできます。ベンダーロックインがない、拡張性が高く、安全でオープンな設計であり、つまり、パートナーが採用および開発するのに十分な柔軟性があります。GXFは、マイクログリッド、スマートメータリング、公共照明など、多くのプロジェクトで使用されています。

OLF ENERGY CoMPAS

[CoMPAS](#) : 主要な目標は、電力業界の保護・自動化・制御システムのプロファイル管理と構成設定のためのオープンソース ソフトウェア コンポーネントを開発することです。CoMPAS (Configuration Modules for Power industry Automation Systems) は、クラウドなどのデジタル インフラストラクチャで使用されるオープンソースのDockerコンテナ システム上に構築されたマイクロサービス アーキテクチャを使用しています。また、軽量のブラウザ クライアントを採用しており、そのインターフェイスとコントロールはさまざまなプログラミング言語でサポートされ、他のオープン システムと統合されます。

インフラストラクチャー



FledgePOWER: 持続可能な発電への移行には、電力オペレーターは新しいインフラストラクチャー機器とレガシーインフラストラクチャー機器を組み合わせる必要になります。電力システムは、メーターの前後にある家庭や職場のさまざまな新しい機器やデバイスを監視し、インタラクションする必要があります。これらは、さまざまなプロトコルを用い、効率的で堅牢かつ安全な通信を使用して実行される一連の大量・高速トランザクションを通じてインタラクションします。FledgePOWERは、柔軟で軽量な、業界で使用可能なレベルのゲートウェイを提供することにより、複数のプロトコルの複雑さを克服します。



Everest: 電気自動車充電のための標準化されたソフトウェアスタックであり、異なる標準規格、インターフェイス、およびシステムでの作業の複雑さを取り除いてくれます。Everestはモジュール式でカスタマイズ可能で、AC家庭用充電器から公共のDC充電ステーションまであらゆるデバイスで動作します。



openLEADR: 電力事業者、アグリゲーター、エネルギー管理および制御システム間でデマンドレスポンス情報を交換するために使用されるOpenADRのオープンソース実装です。デマンドレスポンス（需要応答）とデマンドサイドの管理は、電力の使用を規制してグリッドを安定させるのに役立ちます。openLEADRは、電力事業者が化石燃料と車載分散型エネルギーソースの消費量を調整するのに役立ちます。



Hyphae: DCグリッド上に存在するローカルな再生可能エネルギーの発電拠点を効率的かつ自動的に表示し、ACグリッドに接続します。



SEAPATH: 変電所の管理と保護を自動化するために、仮想化アーキテクチャーを使用して構築されたオープンソースプラットフォームとそのためリファレンスデザイン（参照設計図）を開発することを目的としています。仮想化は、デジタルインフラストラクチャーのテクノロジービルディングブロックの1つです。オープンソース上に構築されることで、オープンマーケットパートナーはアプリケーションをSEAPATH (Software Enabled Automation Platform and Artifacts(Therein)の略)に簡単にプラグインできるようになり、それによって新しい機能がもたらされ、イノベーションの出発点が提供されます。

オープン スタンドダード



Carbon Data Specification Consortium: エネルギーの生産と消費から発生する炭素排出量を測定および追跡するためのシステムで使用するための、未加工データ形式および、標準フォーマットのディクショナリを作成します。これらデータの分類基準を確立して、グリッドの運用と脱炭素エネルギーシステムへの移行の計画をサポートします。フレームワーク（上記）には含まれていませんが、Carbon Data Specification Consortiumは、本報告書の発表時点では立ち上げ準備中でした。



謝辞

このプロジェクトは、コンテンツ作成と貴重なインタビューを主導したJulie Schmit (Speakeasy) の貢献なしでは実現することができなかつたでしょう。また、本報告書への計り知れない貢献、さらにはLF Energyエコシステム内外におけるリーダーシップに対してArjan StamおよびLucian Baleaに感謝いたします。

免責条項 (原文および参考訳)

This report is provided “as is.” The Linux Foundation and its authors, contributors, and sponsors expressly disclaim any warranties (express, implied, or otherwise), including implied warranties of merchantability, non-infringement, fitness for a particular purpose, or title, related to this report. In no event will the Linux Foundation and its authors, contributors, and sponsors be liable to any other party for lost profits

or any form of indirect, special, incidental, or consequential damages of any character from any causes of action of any kind with respect to this report, whether based on breach of contract, tort (including negligence), or otherwise, and whether or not they have been advised of the possibility of such damages. Sponsorship of the creation of this report does not constitute an endorsement of its findings by any of its sponsors.

本報告書は、「現状有姿(as is)」で提供されます。The Linux Foundation (LF)、その著者、コントリビューター、およびスポンサーは、本報告書に関連した、商品適格性、非侵害、特定の目的への適合性、または権原に関する暗黙の保証を含む一切の保証（明示的なもの、黙示的なもの、その他）を明示的に否認します。また、いかなる場合も、The Linux Foundation、その著者、コントリビューター、スポンサーは、本報告書に関連したいかなる種類の訴訟原因による利益の滅失、またはあらゆる形態の間接的、特定の、不随的、あるいは結果的な損害について、他者に対して一切の責任を負いません。契約違反、不法行為（過失を含む）、またはその他に基づくかどうか、およびそのような損害の可能性について知らされていたかどうかに関わりません。本報告書のスポンサーであることは、スポンサー企業による調査結果の承認を意味するものではありません。

 twitter.com/linuxfoundation

 facebook.com/TheLinuxFoundation

 linkedin.com/company/the-linux-foundation

 youtube.com/user/TheLinuxFoundation

 twitter.com/LFE_Foundation

 facebook.com/LFEnergyFoundation

 linkedin.com/company/lf-energy-foundation

 youtube.com/c/LFEnergyfoundation

LF ENERGY

[LF Energy](#) は、脱炭素化にフォーカスしたオープンソース ファウンデーションで、Linux Foundationの中で主催しています。LF Energyは、中立的で協調的なコミュニティを提供し、世界中のエネルギーに対する関係を変革するため、デジタル投資を共有するための基礎を築いています。



2021年に設立された [Linux Foundation Research](#) 2021年に設立されたLinux Foundation Researchは、オープンソース コラボレーションの規模拡大について調査し、普及の兆しのある技術のトレンド、ベストプラクティス、およびオープンソース プロジェクトが世界に与えるインパクトについて考察を提供しています。プロジェクトに関する各種データベースやネットワークの活用と、定量的・定性的手法におけるベストプラクティスの尊重を通じ、Linux Foundation Researchは、世界中の組織のために、オープン ソースに関する知見を集約したライブラリを構築しています。



Copyright © 2022 [The Linux Foundation](#)

本報告書は、[Creative Commons Attribution-NoDerivatives 4.0 International Public License](#)に基づいて使用を許諾されます。本資料はCreative Commonsライセンスの文言のもとに複製・配布ができます。

本資料への参照は以下を用いてください。

ShuliGoodman, "Paving the Way to Battle Climate Change: How Two Utilities Embraced Open Source to Speed Modernization of the Electrical Grid," foreword by Jean-Michel Glachant, March 2022.