

ローカルVPP トークンエコノミーを牽引する ブロックチェーン技術、その解説と実証 国土強靱化 と 再エネの経済的自立の新たな関係

スマートエネルギー研究所 ファウンダー
社団DELIA 代表理事
芝浦工業大学 電気工学科 非常勤講師

分散エネルギー推進プロデューサー



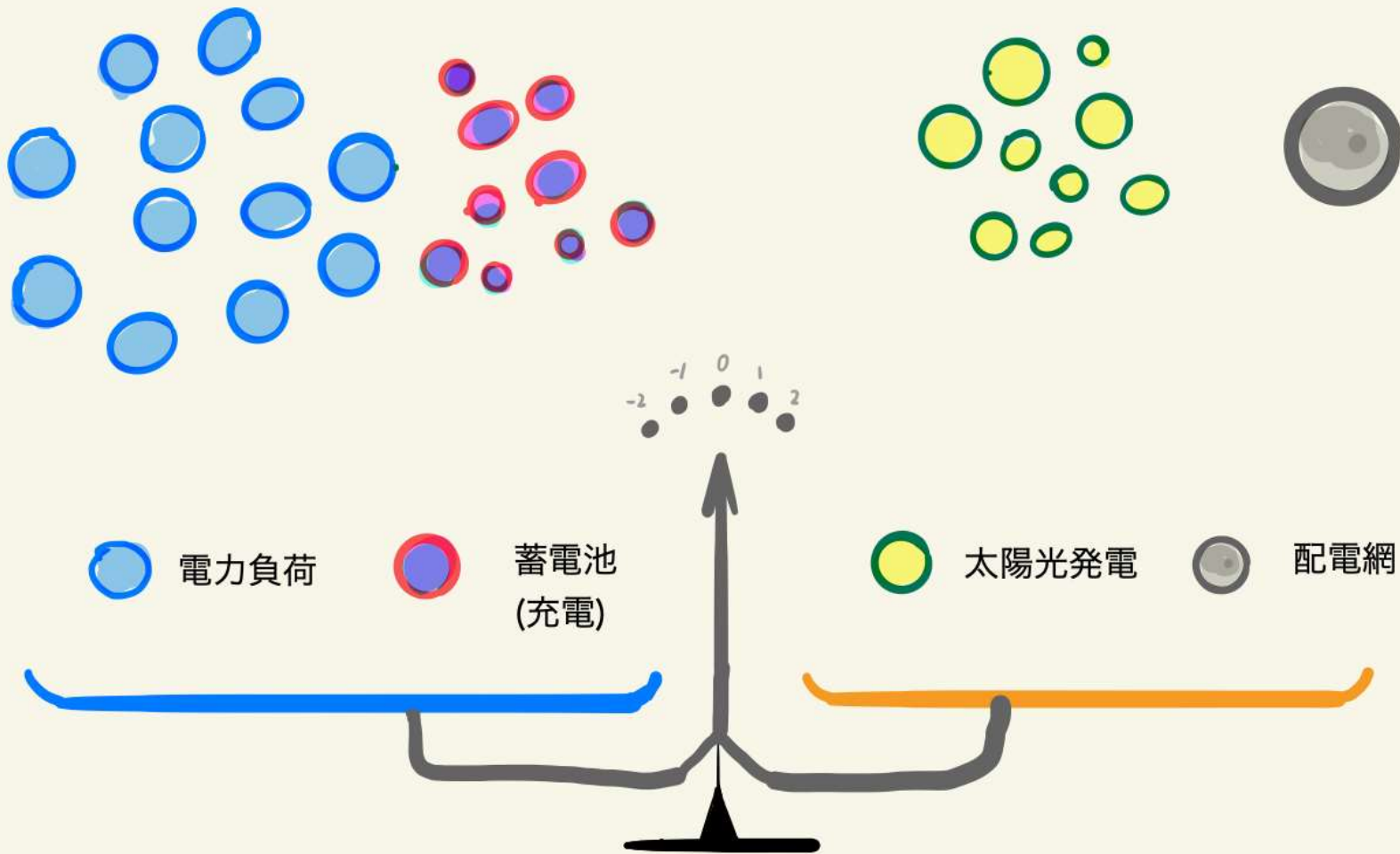
中村良道

2019年2月15日

絶えず変化する 電力需要と供給 そして 調整

需要家と調整

電力供給



目的[1]：頼りになる分散エネルギーの実現

「日本として進めるべきこと」

国土強靱化

電力の瞬時融通



蓄電池システムの
大量導入

停電しないリビング

電力需要ピークへの対応

再エネ発電のピークへの対応

目的[2]：分散エネルギー市場創造

再生可能エネルギーの
経済的自立

再生可能エネルギーの経済的自立

エネルギー ↔ トークン

本日の中心テーマ（期待）

ブロックチェーン技術を活用して

**ブラックアウト起こさないための
分散エネルギーシステムの実現は可能か？**

November 29, 2018 Meeting

1章

私の信条

自然に学ぶ

分散エネルギーの真実を探して

スマートタウンのような珊瑚たち



Kerama Islands in Okinawa

慶良間諸島 渡嘉敷島 1998 中村撮影

海に潜り サンゴの秘密を学ぶ

私たちは分散エネルギーに囲まれている



植物を観察して
私たちのエネルギーの行方について考えるとき
環境からエネルギーを得て
そこで消費する地産地消型へと向かうことはとても自然なことと思える

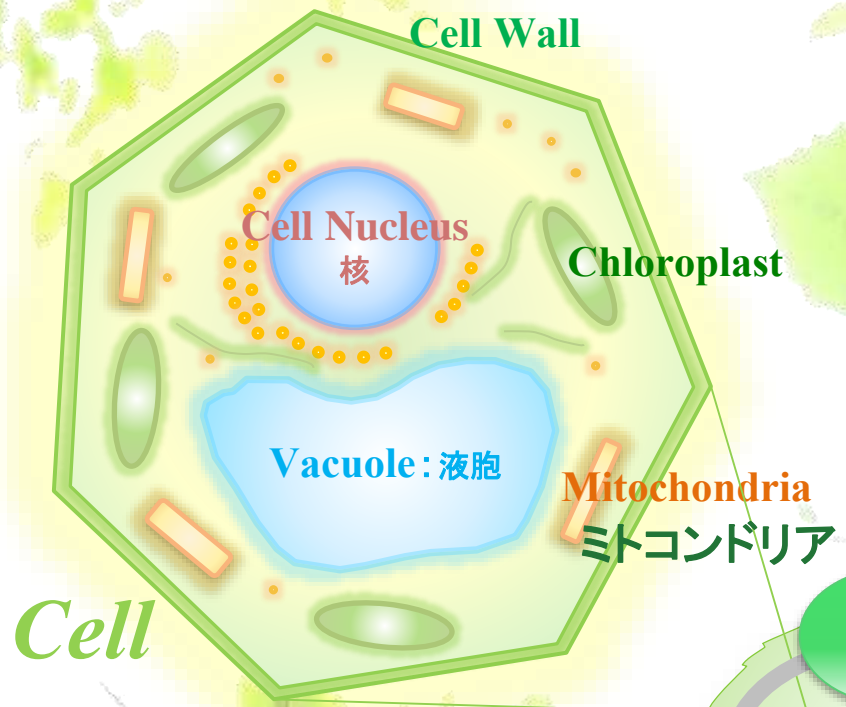
分散エネルギーの真実を探す旅
中村良道

自然本性に学ぶ

自然観とは

自律
疎結合
同期

群れ



自然に学ぶ

自律
疎結合
同期

1. 環境からエネルギーを得る
2. 細胞は自律的であり、
高効率なエネルギー変換が可能
(ミトコンドリア)
3. 各個体が互いに同期する(情報の共有)

中央で権限のある

群れ

4. 特定の**管理者**、**指揮者**はいない

高速で同期するには

群れ

情報を**瞬時**共有

2章

ローカルVPPコンセプト誕生

身近なマイクログリッドの発見



ヨーロッパ視察

分散エネルギーの
ビジネス哲学の旅



中村撮影 2015年

シュタットベルケ 視察(2015年6月)から
フライブルク

ドイツ フライブルク スマートタウン

町の真ん中に
地域発電所



住居(長屋構造)



駐車場



(地域発電所)

中村良道 撮影 2015

不易流行

「変わらないもの」と「変わるもの」がある

距離

変わらないもの

「エネルギーを創るところ」と「消費するところ」が近い距離にある(隣に配置されている)



変わるもの

その場所の環境への適応し多様性を生む

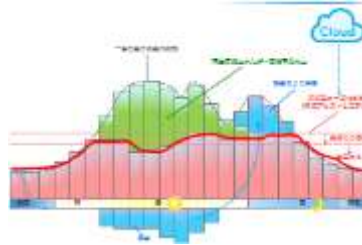
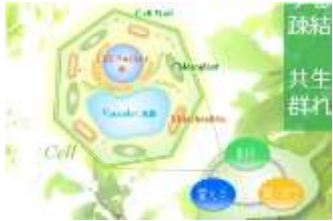


不易流行: 芭蕉が**旅**(奥の細道)で到達した世界観である

俳人 長谷川 権 (解説)

いつまでも変わらない本質的なものを観つつも
絶えず変化を重ねているものを受け入れること

ローカルVPPの活動を決意する



2010年 自然に学ぶ コンセプト

地産地消エネルギーシステム活動を町も家もそれぞれ電力平準化

福岡スマートハウスコンソーシアム
横浜スマートコミュニティ



2015年ドイツシュタットベルケ視察

電力自由化で、どんな企業が生き残れるのかの調査で、配電網を有することが必須

再エネの新たな市場創出へ向けて

地産地消エネルギーシステム内で配電網を持つシステムの組み合わせの重要性を認識。

2017年2月の電気学会「電力融通・トランザクティブエナジー」の講演を聞く。



住居（長屋構造）



駐車場



（地域発電所）

中村良道 撮影 2015

11

地産地消型一括受電内の電力融通の可能性を感じる。ローカルVPPが再エネ導入の新しい市場創出になると予感する。本格的に活動することを決意

地域密着型の統合サービスの提

2017年 2月 中村良道

ローカル仮想発電（VPP）の解説

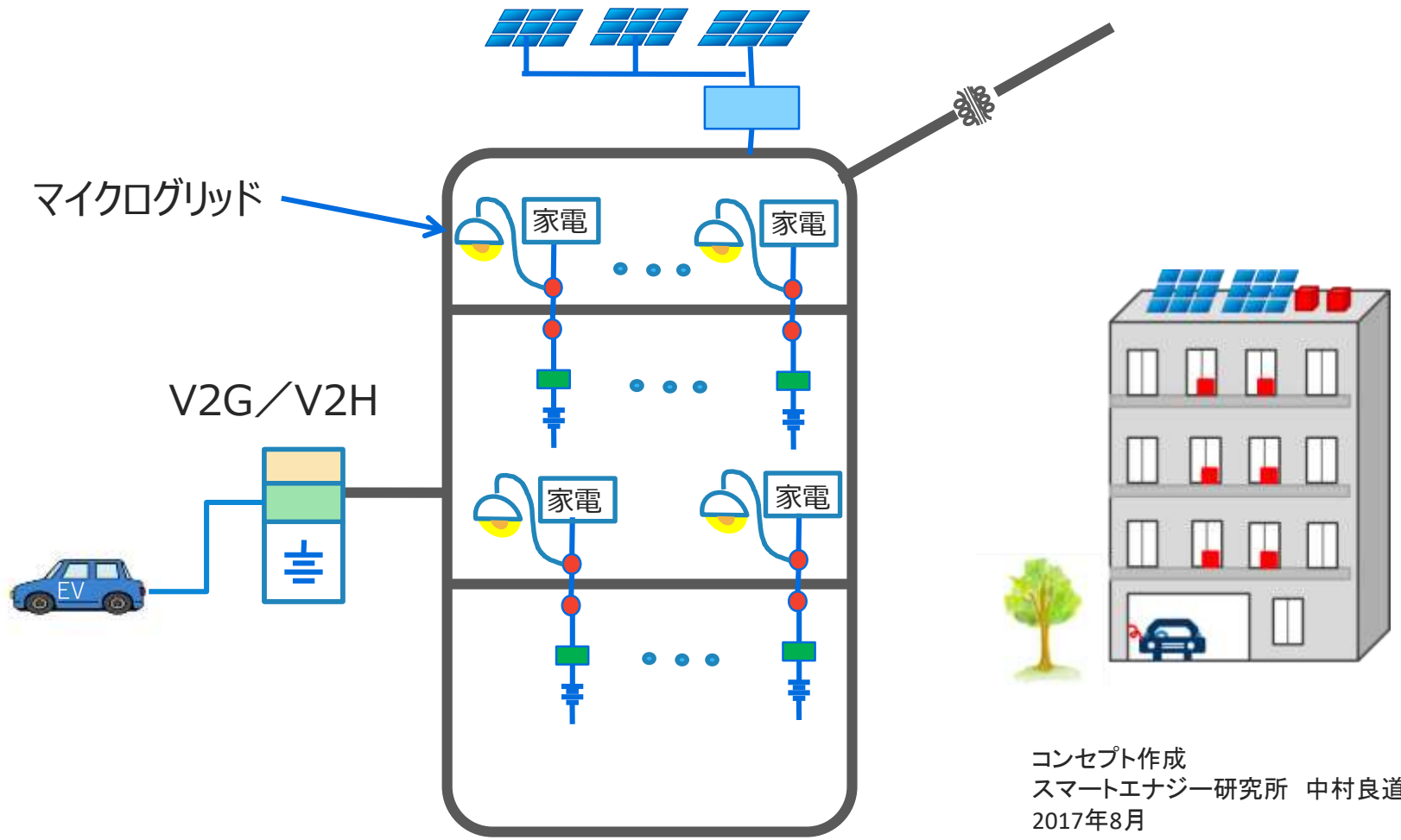


ローカルVPPは、たとえば一括受電のマンションをマイクログリッドと見立て、複数の分散エネルギーリソースを接続して地域内の仮想発電（VPP）を構成する。接続されたエネルギーリソースは、自律的にあるいは外部からの電力指令などにより地域内で電力融通をおこなう。ローカルVPPは地域内電力の無理のない統合化を目指す。

2017年、2018年

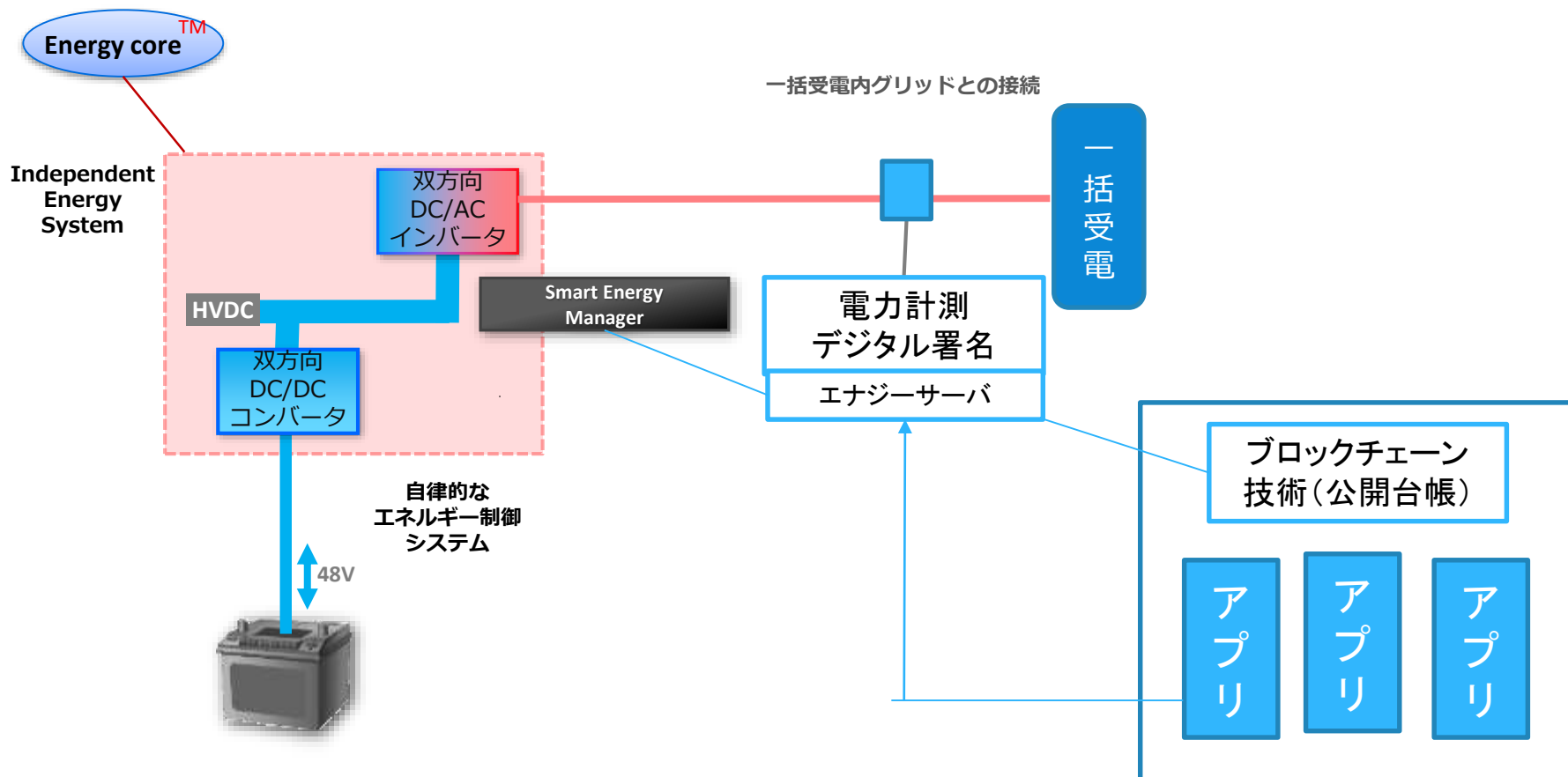
スマートエナジー研究所
DELIA
中村良道

ローカルVPPの機器配置



コンセプト作成
スマートエネルギー研究所 中村良道
2017年8月

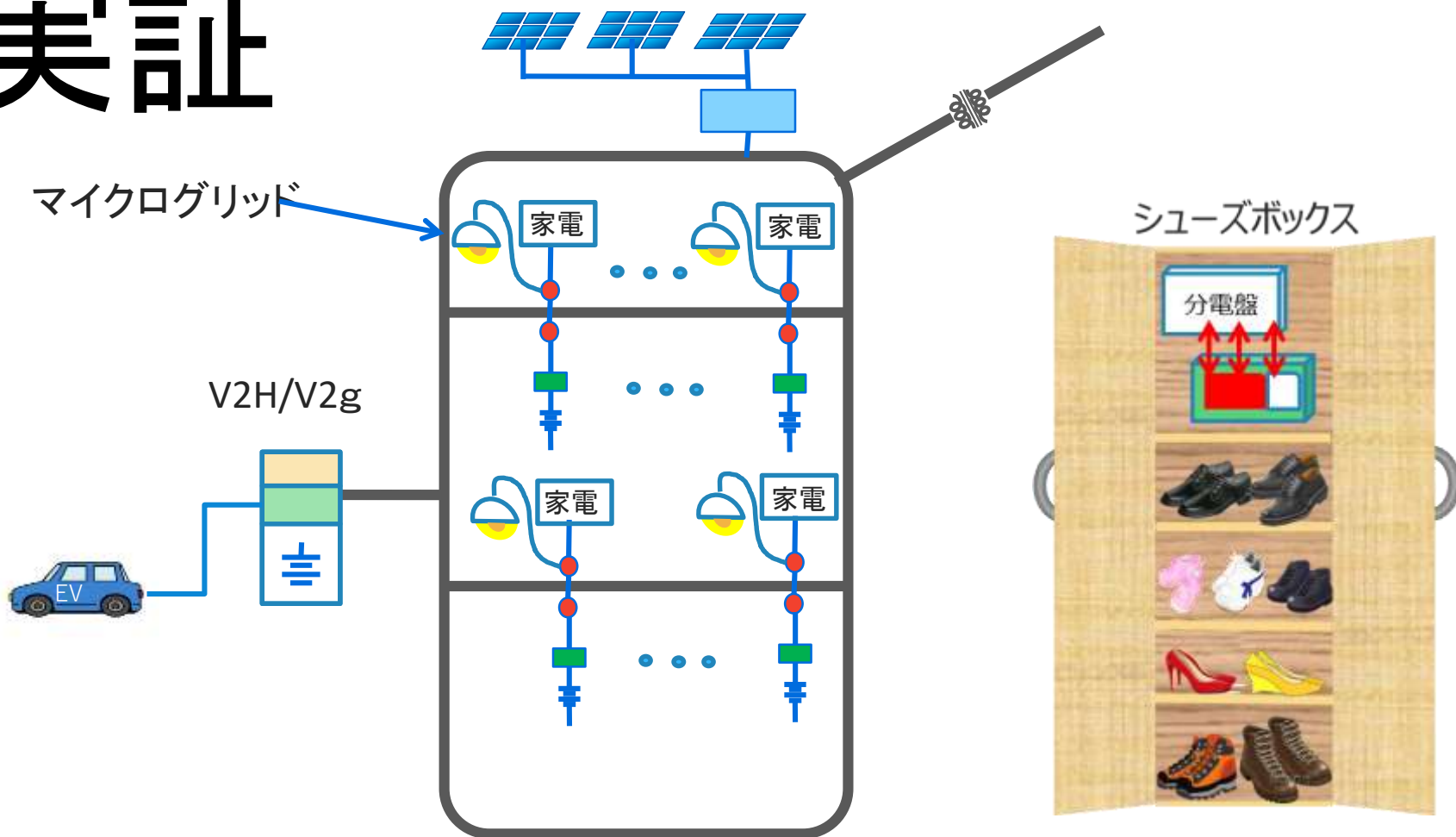
マンション向け超小型バッテリーシステム(例)



HVDC : High-Voltage Direct Current

作成:スマートエネルギー研究所
2018年6月22日 中村良道

実証



蓄電パワーコンディショナー 超小型 & 中規模

スマートインバータ & デマンドレスポンス
1 ~ 1.5kwhタイプ (15万円以下)
10kwh - 100kwh タイプ

ローカルVPPのパッケージ

ユーザ体験

停電しないリビング

分散エネルギー 統合化システム

太陽電池 パワーコンディショナー

蓄電池＋系統連系インバータ

ハイブリット型エネルギーシステム

電力計測ユニット＋エナジーサーバ

(ブロックチェーン技術の活用 クライアント)

分散台帳 技術と活用

ブロックチェーン技術 (分散台帳)

電力移動証明を活用したアプリケーション

分散エネルギーの群制御

蓄電池のトレーサビリティ

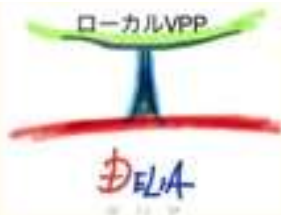
ディーラーニング活用したエネルギー融通

ブロックチェーンによる集合住宅への活用プロジェクトは、実証と実装のサポートを、福岡市から受けることになりました。

(2017年11月から)



実証予定マンション 照葉クロススタイル
イメージ図 積水ハウスさまからご提供



ローカルVPP 福岡プロジェクト

ブロックチェーン活用したローカル仮想発電 (VPP)
集合住宅の「地産地消型の一括受電」による新たなサービスの創造

福岡市
実証実験
フルサポート事業

ローカル VPP (仮想発電)

屋上の太陽電池や部屋に据え付けたバッテリーなど、マンション内に分散しているエネルギーリソースを緩やかに統合化して、再生可能エネルギーの導入、電力系統の電力変動の平準化に貢献します。(社会的価値)

マンションに住んでいる方々へのメリット

停電のないリビング

非常時に室内のバッテリーからリビングに電気が自動的に供給されます

リビングのコンセントに接続された携帯の充電器やテレビがご使用いただけます。



ブロックチェーン技術の活用

分散エネルギーの電力の移動証明 (ETP)を行います。この証明書により、エネルギーリソースの状態や周辺環境の状況に合わせた電力供給を可能にします。(先進的取り組み)

バッテリーの使用状態のモニタ

バッテリーの充放電の状態は、電力の移動証明 (ETP)に記録されていますので、バッテリーの使用状態をトレースして、バッテリーの寿命や異常なものを常にモニターしています。

2018. 9.28 V2
中村良直



DELIA活動の概要

1. 技術の取得と**人材育成**のためのセミナーの実施と教材作成
ビヨンドブロックチェーンとの連携と貢献、BBc-1の教材作成
2. 活用事例の国内外の**調査**
世界中のブロックチェーンの**活動例を調査**
3. 分散エネルギービジネス拡大のモデルを発見、発明、**創出**
分散エネルギーの統合化、エネルギー(電力、ガス)メーター
4. 地域で**実証・実装**を行う
小型の蓄電池、**地域内トークン ETP**
5. **分散エネルギー経済圏**を創り育てる
増減価する通貨トークン WAT券

アライアンス（DELIA）活動概要

DELIAビジョン

再生可能エネルギーの経済的な自立を目指して革新的な分散エネルギーの市場を創り出す

ブロックチェーンによる分散エネルギー情報基盤アライアンス

Distributed Energy Ledger Infrastructure Alliance (DELIA)

テクノロジー

実現したいこと ローカルVPP

再生可能エネルギーの経済的自立

地産地消 配電網の安定に貢献

ユーザ体験（停電しないリビング）

分散エネルギーの穏やかな統合

太陽電池システム

蓄電池システム V2G など

ブロックチェーン技術を活用する人財育成

電力移動の証明

分散台帳プラットフォームBBc-1を使用する

ブロックチェーン技術の徹底調査

分散エネルギー群制御 高速処理 地域内融通

ビジネス



分散エネルギー経済圏の創出

分散台帳の多面的活用

革新的なビジネスモデル発明

実経済と金融システムをシームレスに

つなぐデジタル通貨

分散エネルギーの物理特性に合う

トークンの設計

DELIAの活動会員

- 実証、実装の場

- 福岡市、横浜市 今治など 現在拡大中

- 共に活動するメンバー

正会員

- 電力会社 10社(10月17日現在)
- 一括受電会社
- 情報IoT関連企業
- software開発企業
- エネルギー機器メーカー
- 電池メーカー
- 商社

連携会員

自治体

調査会社

ブロックチェーンSDK開発

大学

金融関係

DELIA



社団DELIA 2018年11月6日 設立記念セミナー 福岡博多にて



柏木孝夫先生は、2019年1月より、
DELIAの顧問にご就任頂くことになりました。



2019年の活動

国土強靱化

地域の分散エネルギー(再エネや蓄電池)の
高速同期を実現するプラットフォーム開発と運用
チェーントープとの連携発表 2019年2月4日

<https://prt看imes.jp/main/html/rd/p/000000013.000030542.html>

ブロックチェーン間の連携

電力P2P 取り引きプラットフォームとの連携

決済などのシームレス化

再エネ設備の投資システムの開発と運用

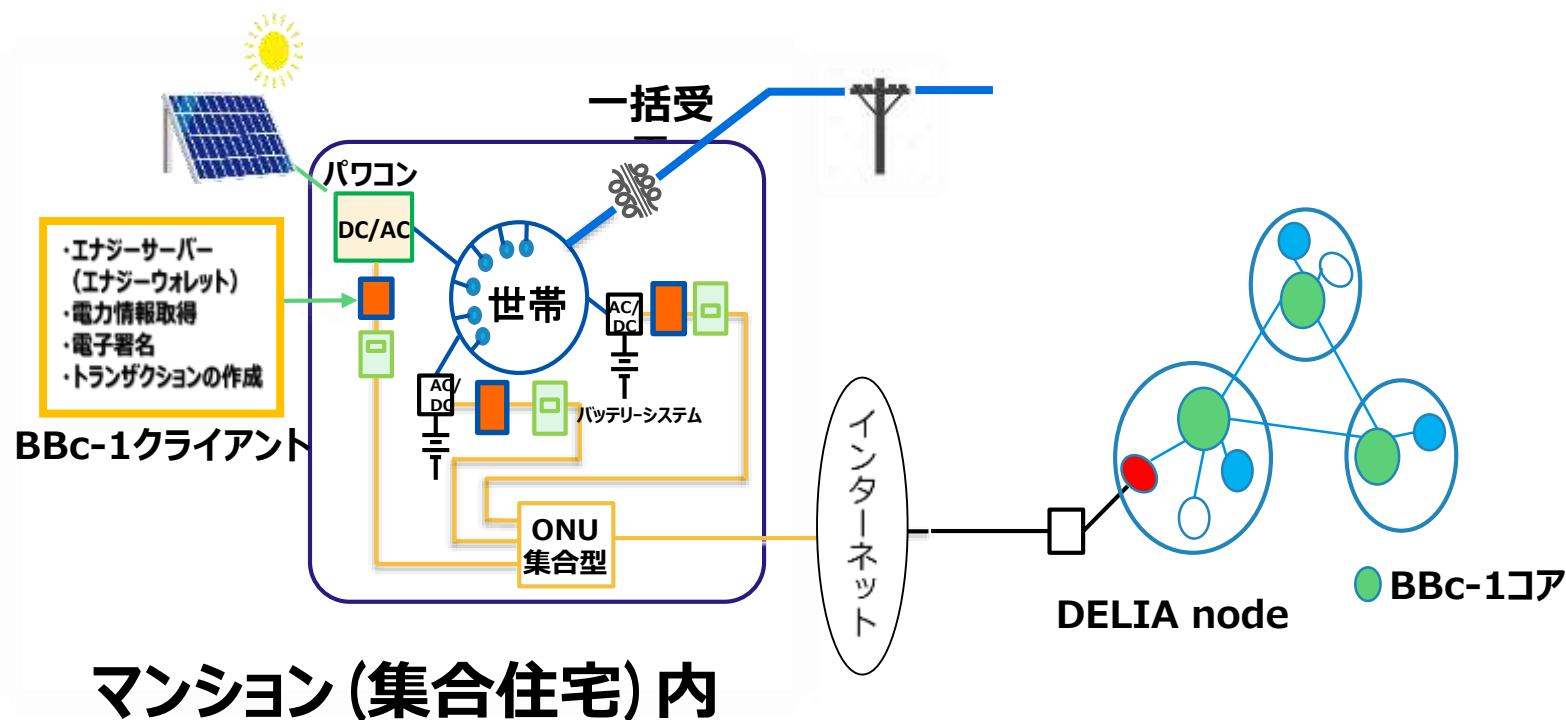
設備投資向けのトークンの発行(2019年6月を予定)

ローカルVPP実証イメージ図

ビジネス

分散エネルギー経済圏の創出

地域内エネルギーの瞬時の状態をETPとして証明書を発行する



中村良道 2018

頼りになる分散エネルギーを目指して

ブロックチェーン技術が導く
分散エネルギーの役割

頼りになる分散エネルギーの実現

太陽電池システム 蓄電池システム V2G 風車 の統合化の
高速な同期を実現する新たな分散エネルギープラットフォーム

1. 関係者が情報共有できる分散台帳

電力の移動、周波数、位置情報を記録

(ETP)

2. 分散エネルギーの高速な同期制御を行う情報基盤

構成機器、エネルギー移動と取引の台帳を活用して
蓄電池の残量、自律エージェントによる協調制御を実施する

プライベート型の分散台帳技術

DELIAアプリケーションの開発 BBc-1を使用する

ビヨンドブロックチェーン 齋藤賢爾さま 開発

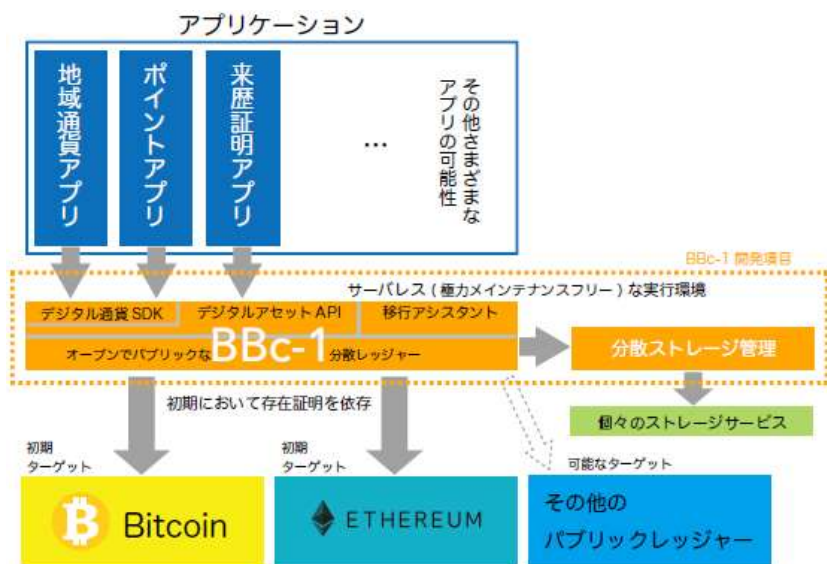
BBc-1は、日本のブロックチェーンプラットフォームである。BBc-1は、慶応義塾大学 齋藤賢爾 講師(非常勤)が2017年10月末にオープンソースでリリースされた

BBc-1は、ブロックチェーン技術を活用した独自のプライベート型の分散台帳である

BBc-1について

■ブロックチェーンハブ、ビヨンドブロックチェーン オープンソースとしてBBc-1 (Beyond Blockchain One)プラットフォーム <https://beyond-blockchain.org>

BBc-1は、日本のブロックチェーンプラットフォームである。BBc-1は、慶応義塾大学 斎藤賢爾 講師(非常勤)が2017年10月末にオープンソースでリリースされた



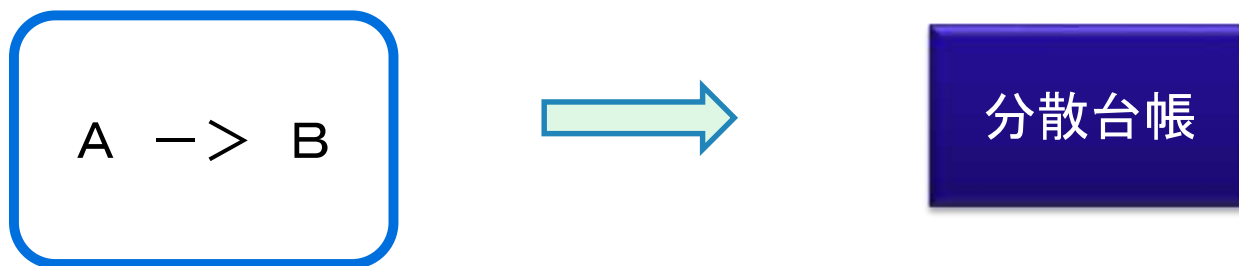
従来のブロックチェーン技術がもつ諸々の課題を解決し、通貨やその他のフィンテック応用、各種証明機能といった社会信用基盤の自動化・高度化に寄与するべく、新たな基盤ソフトウェア「BBc-1 (Beyond Blockchain One)」を開発

PRTIMESより

<https://prtmes.jp/main/html/rd/p/000000001.000029278.html>

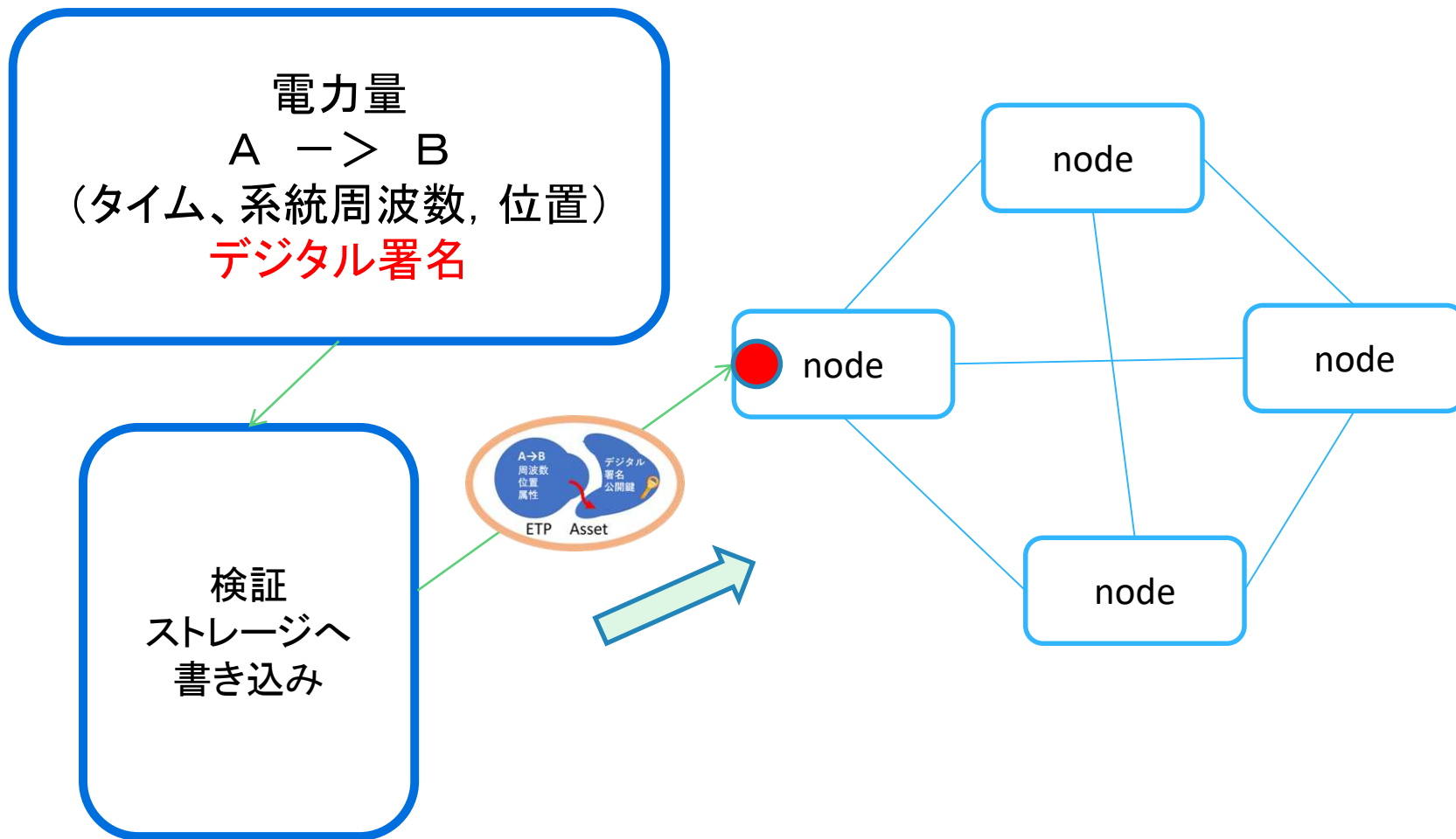
ブロックチェーンに何を書くか

電力の移動（タイムスタンプ）



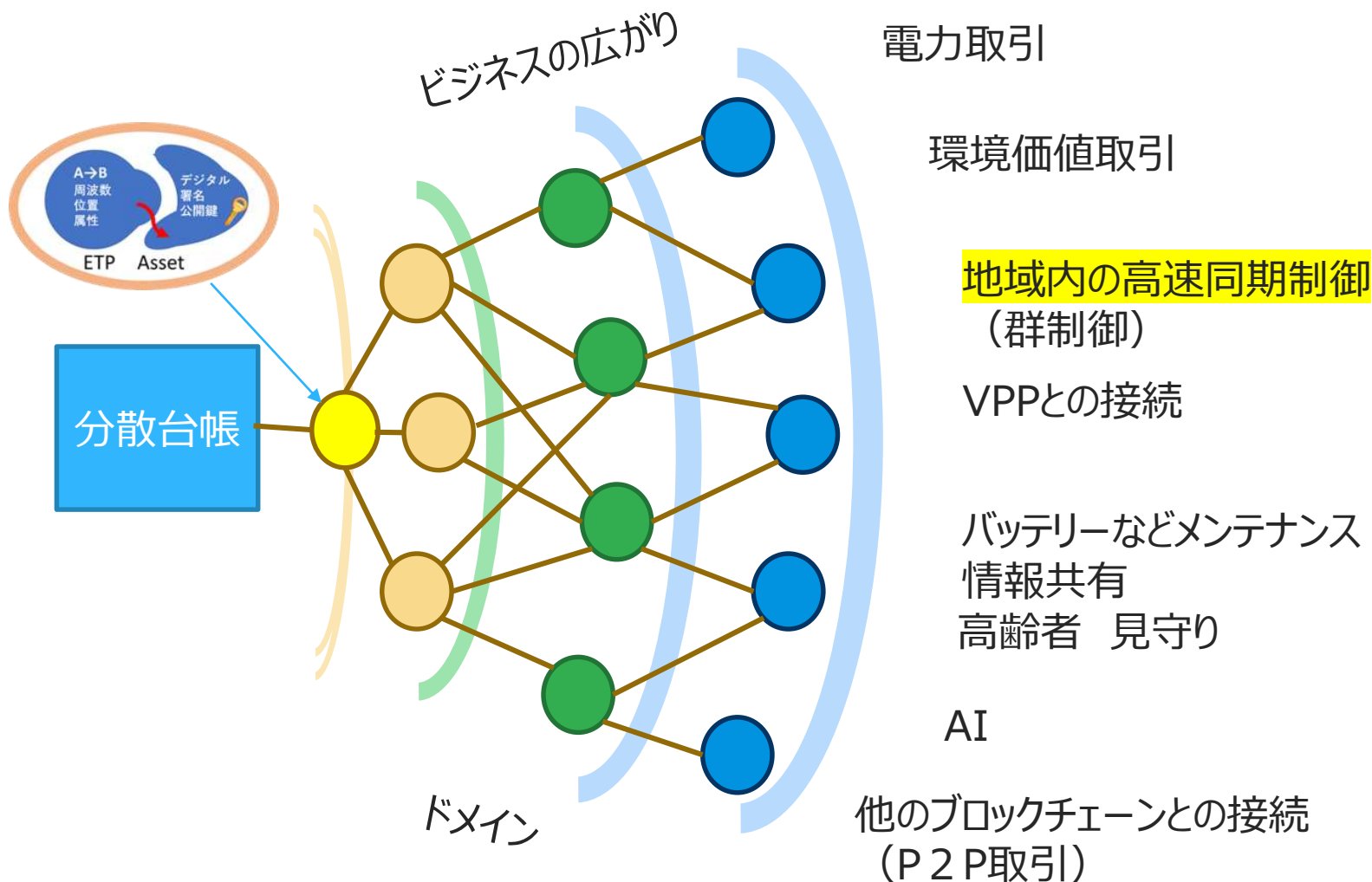
エネルギー情報の移動証明 (ETP)

電力の移動



分散エネルギービジネス拡大

分散台帳の多面的活用



ブロックチェーンの解説とBBc-1の特徴



ブロックチェーンの課題と可能性~BBc-1
(Beyond Blockchain One)から学ぶ
ブロックチェーン開発より、引用しております

<https://gihyo.jp/dev/serial/01/bbc1>

ブロックチェーンとは何か

ビットコインの
場合

自分のもっているお金を
自分の好きに誰かに送ることを誰にも止めさせない

トランザクションについて
その内容も存在も誰にも否定できない

第1回 ブロックチェーンを取り 巻く現状と課題

齊藤賢爾

<https://gihyo.jp/dev/serial/01/bbc1/0001>

ブロックチェーンとは何か

正当性の保証

トランザクションの内容が改ざんできない



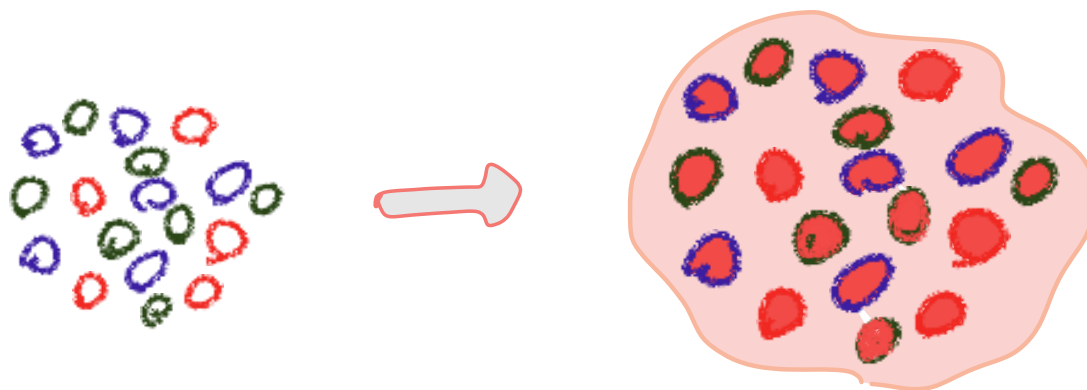
ブロックチェーン技術で 分散エネルギーを同期するには

- 高速で動作する分散台帳
- 電子署名するエネルギーメータ(一秒以内で送信)
- 高速で応答する分散エネルギーリソース

高速で同期するには

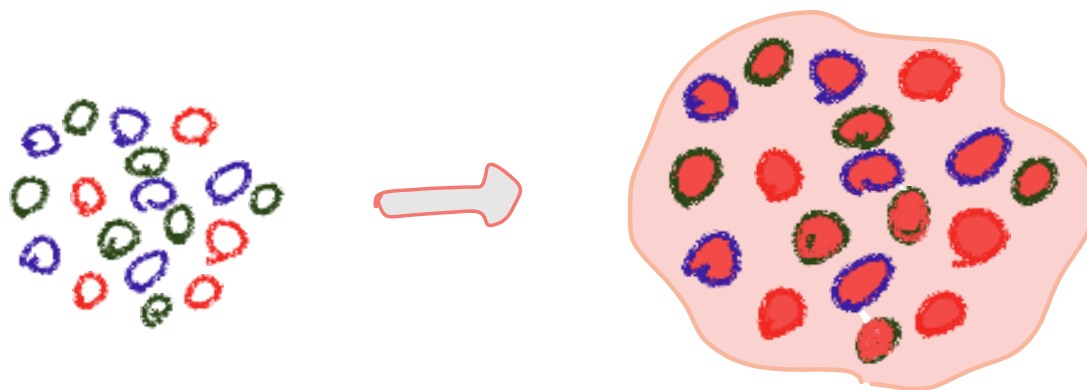
群れ

情報を瞬時共有



バラバラで分散
しているもの

ある意味を持つ組織へ

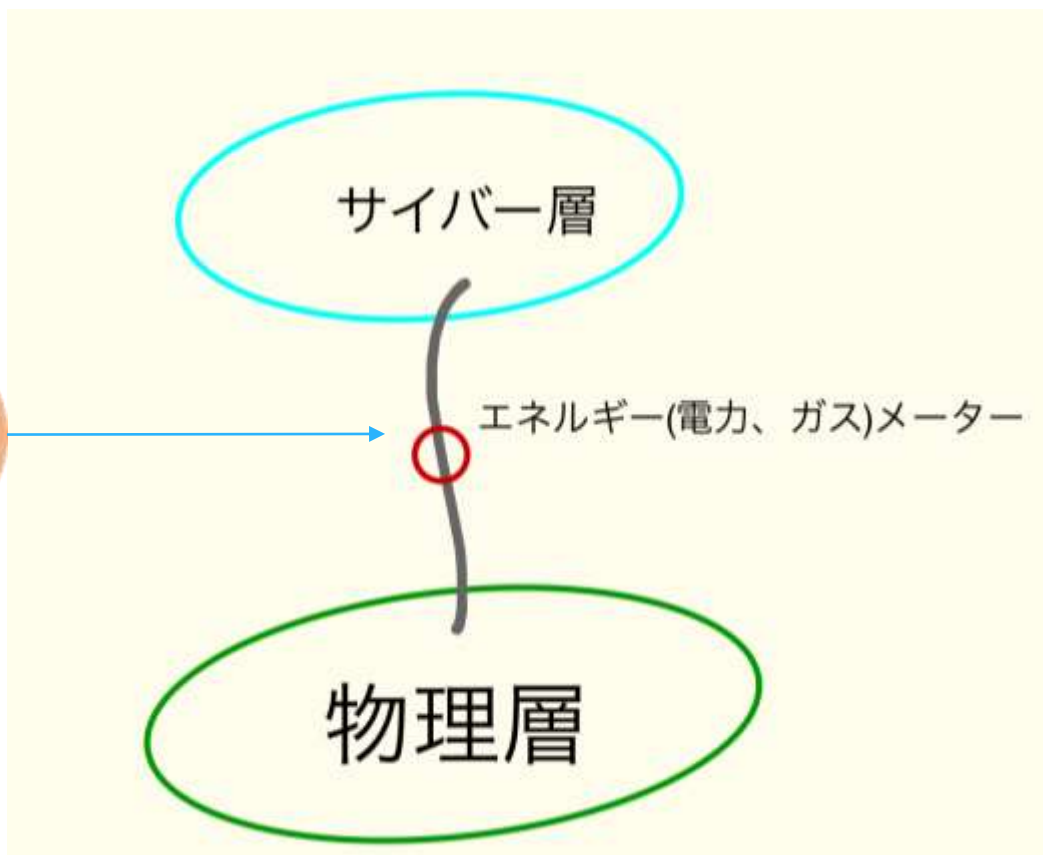
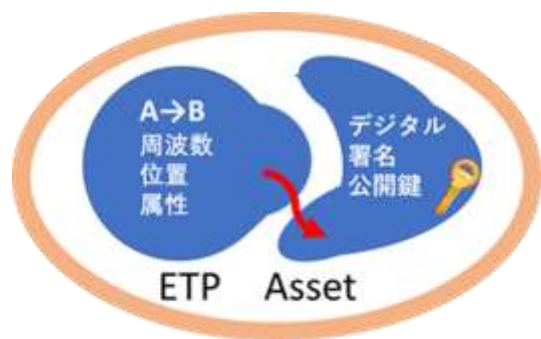


バラバラで分散しているもの

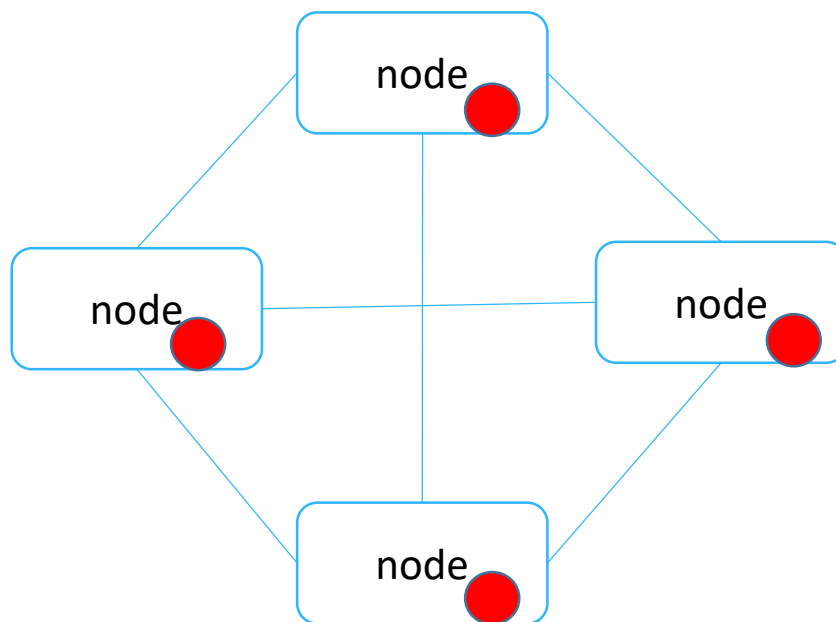
ある意味を
持つ組織へ

物理層とサイバー層をつなぐ電力 & ガスメータ

デジタル署名付きのデータを生成



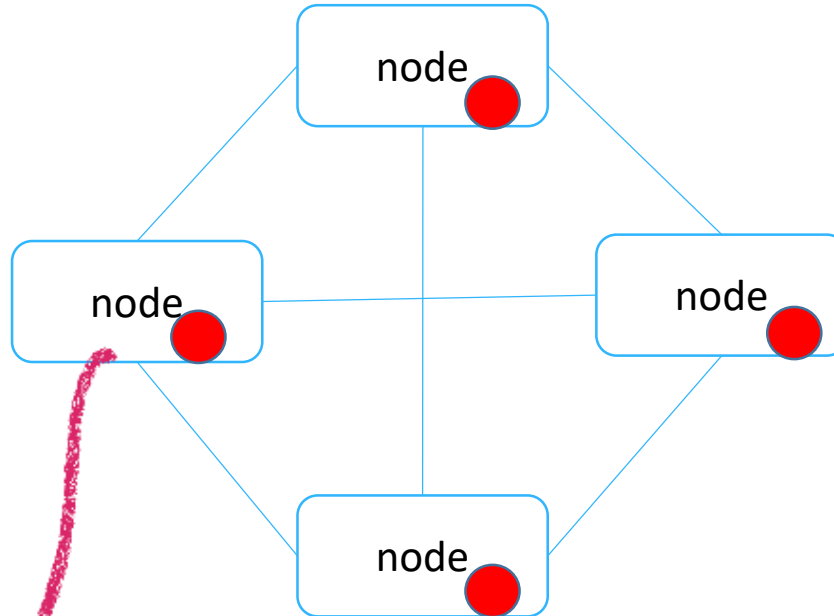
分散ストレージ





アプリの実行

再生可能エネルギー 電力移動証明(ETP)

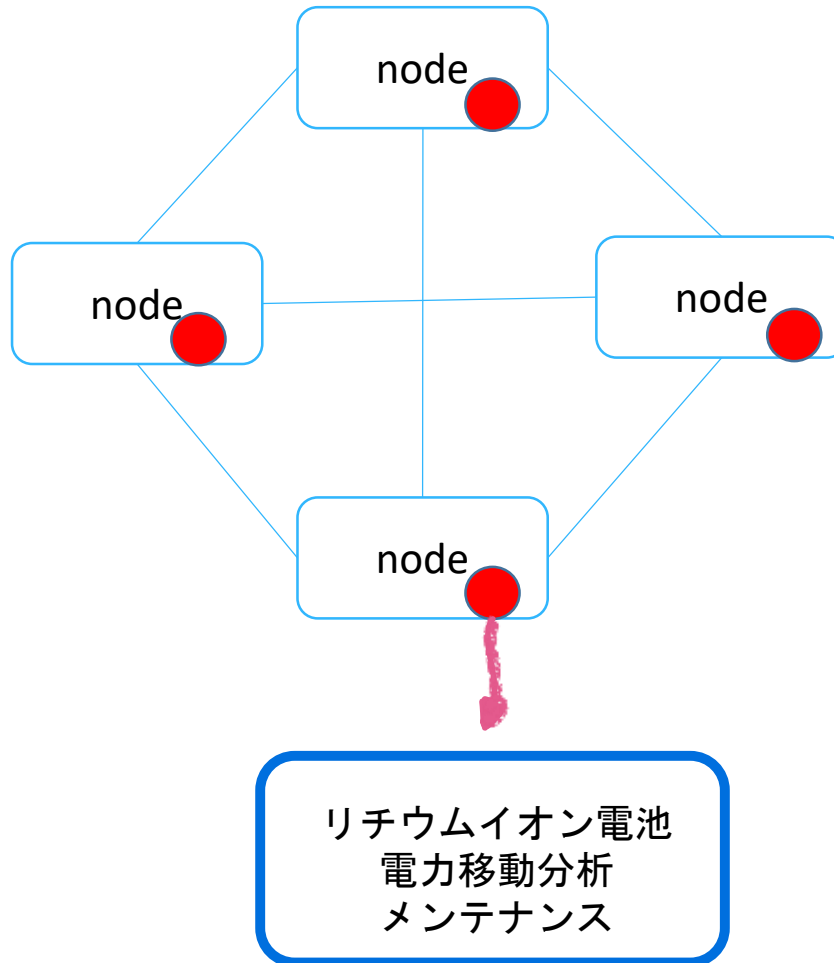


再生可能エネルギー
電力移動証明

システム構想
中村良道

アプリの実行

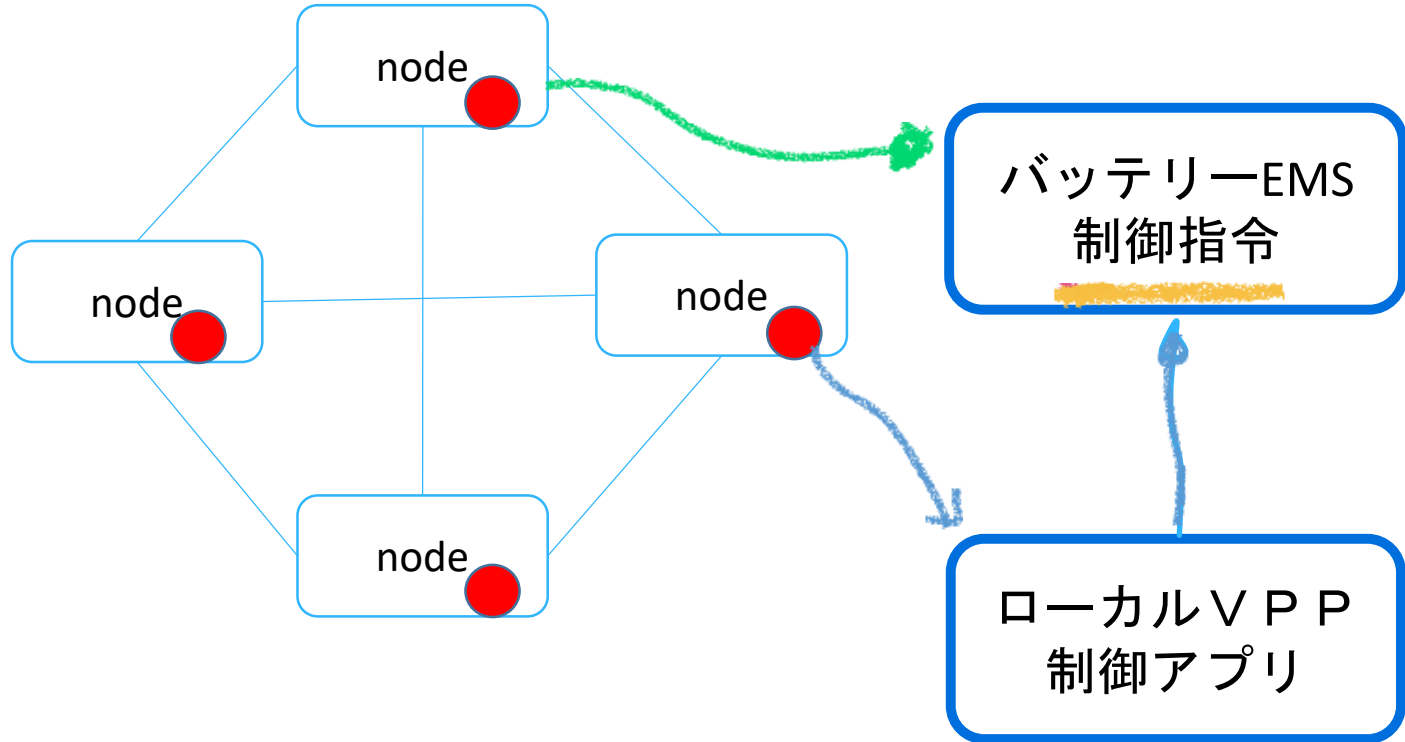
リチウムイオン電池のトレース



システム構想
中村良道

アプリの実行

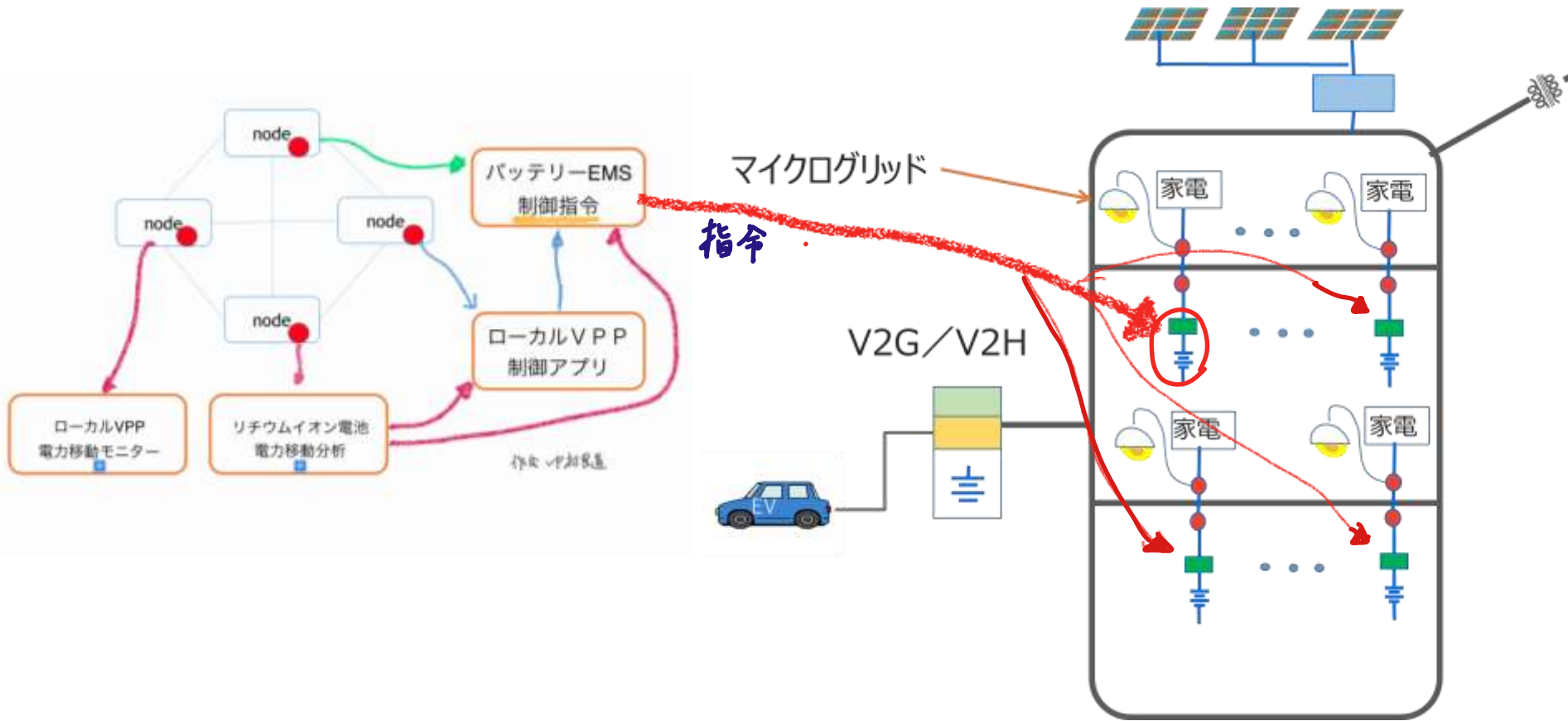
蓄電コンディショナー制御



システム構想
中村良道



分散エネルギーの瞬時電力 情報共有と同期



システム構想
中村良道

2018.4.25

分散エネルギーの電力移動証明
電力の移動や
属性(カラーリング)

ETP (Energy Transfer Proof)

トランザクション

一連のデータのかたまりにデジタル署名したもの

ゼタント 久保様の資料より

ETP ASSET データ構造

ETP: エネルギー移動証明

ETP基本データ部

送り手、受け手、電力量、属性

周波数、位置

 公開キー

デジタル署名

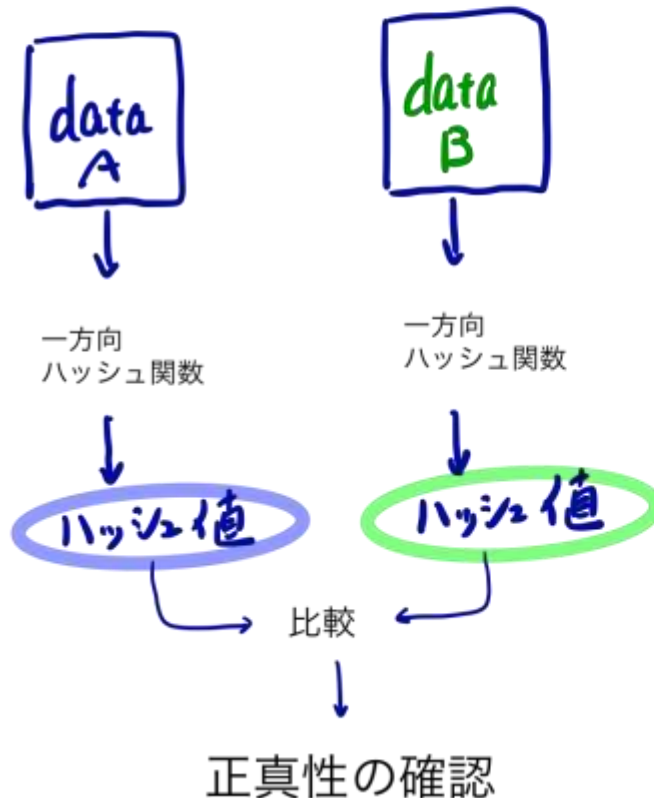


秘密キー

暗号学的
ハッシュ値

暗号的(一方向)ハッシュ

- 。データが改ざんされていないこと
- 。正真性 (Integrity) データが本物である



(例) SHA 256 (message)
 256 bit の長さをもつ値
 (32 byte)のダイジェストを
 作る

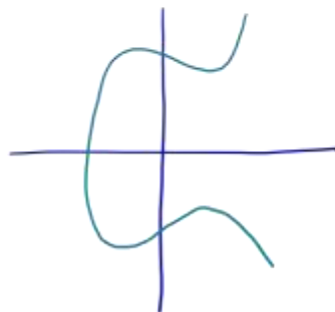
公開鍵暗号

暗号化と復号化で異なる鍵を使う公開鍵暗号

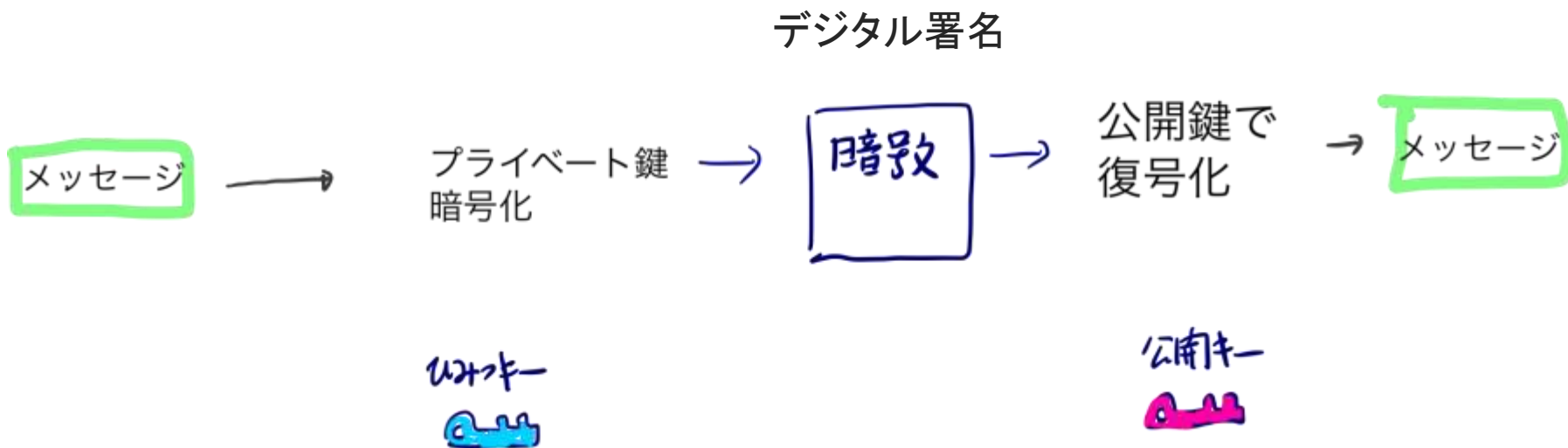


楕円曲線暗号(Elliptic Curve Cryptography: ECC)

$$E : y^2 = ax^3 + bx^2 + cx + d$$



デジタル署名(1/2)

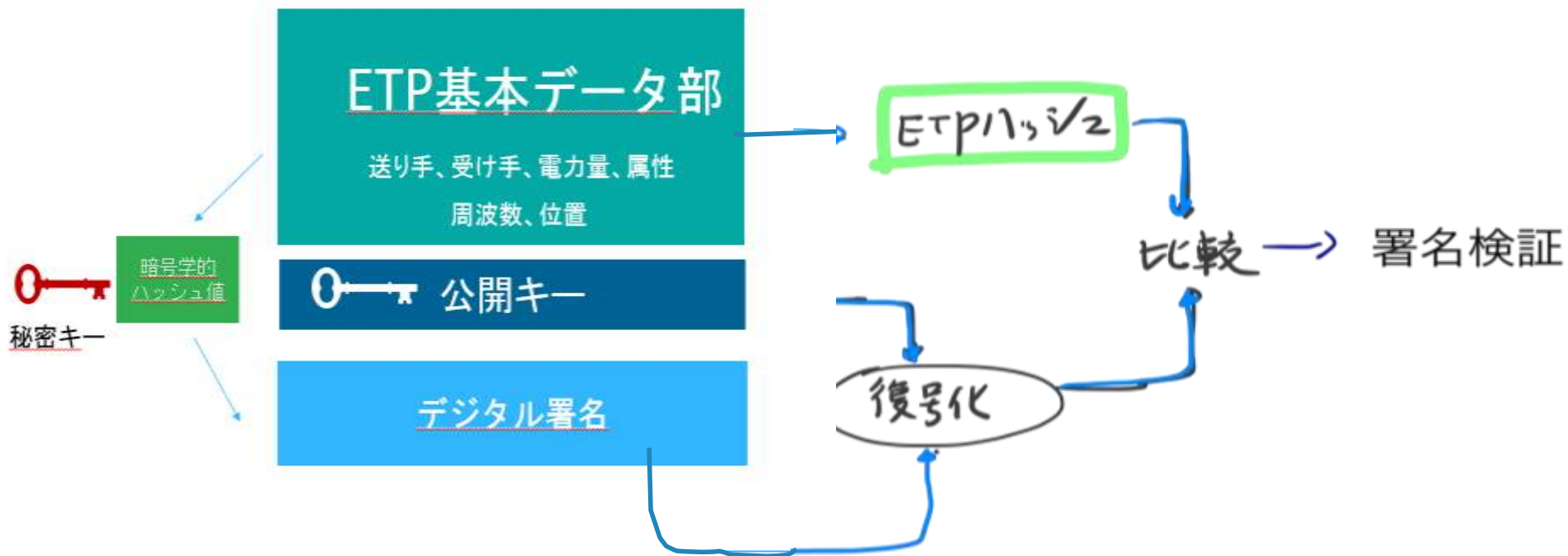


上記のメッセージは

ETP:エネルギー移動証明のベースとなるデータ(ボディ部)の暗号的ハッシュ値

ETP ASSET データ構造

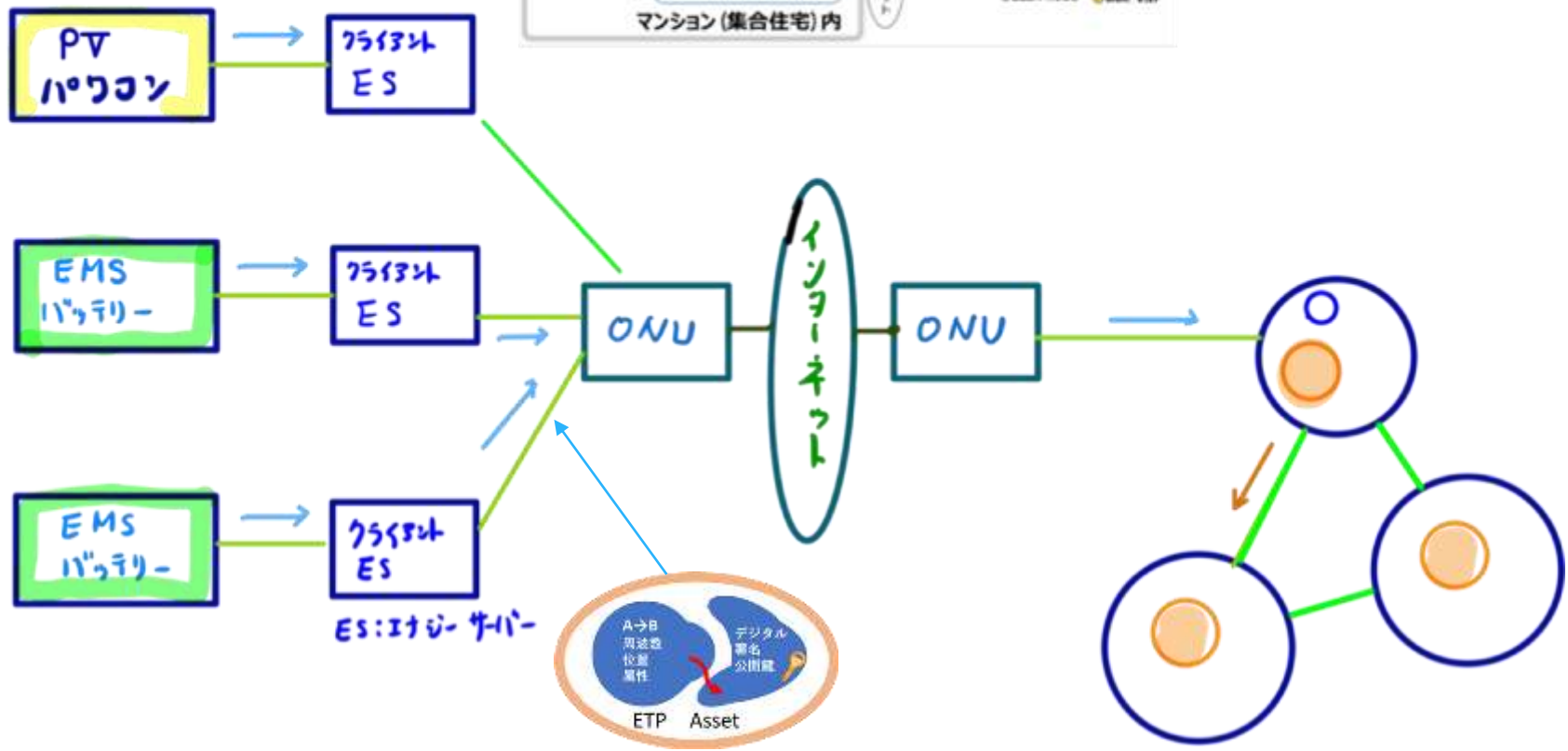
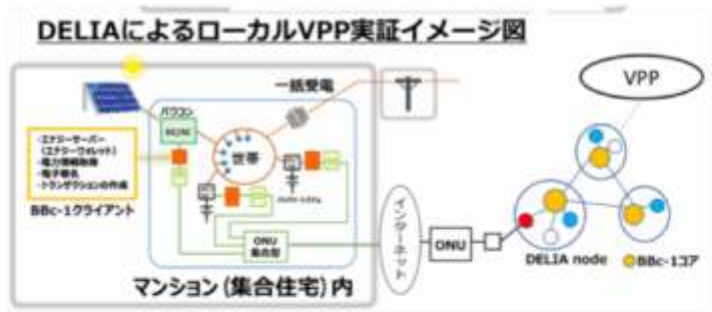
ETP: エネルギー移動証明





BBc-1を活用した DELIA システムの開発

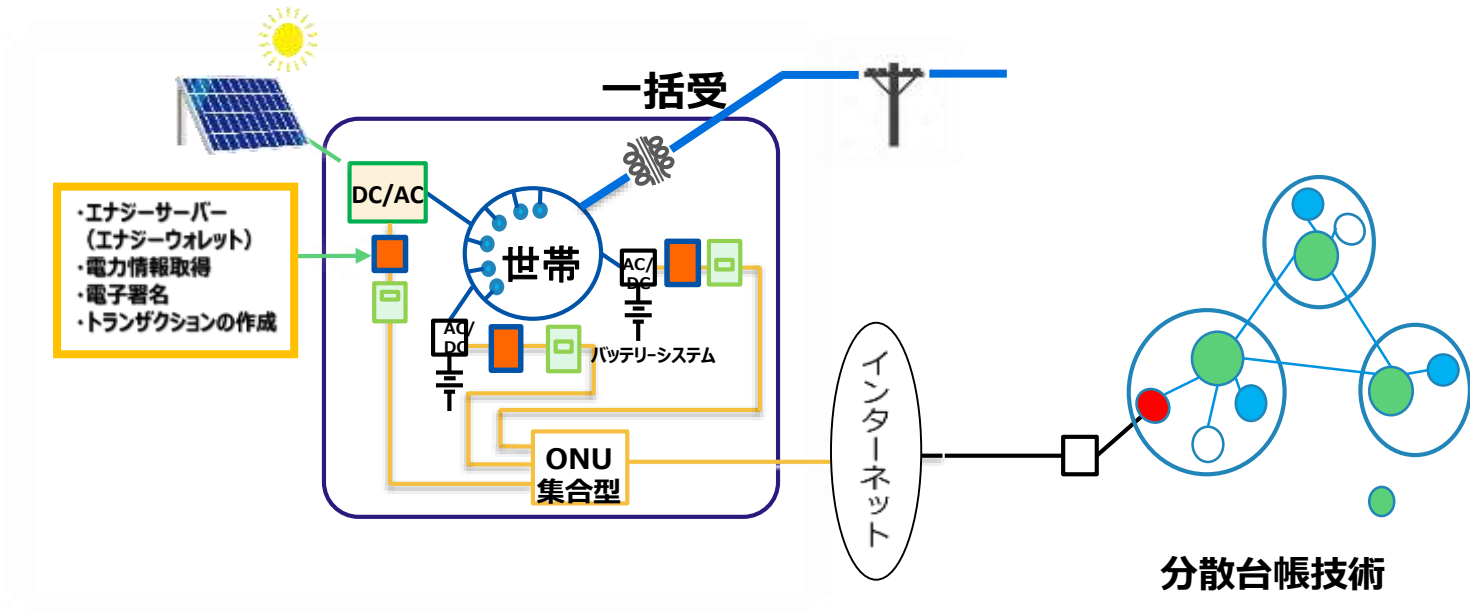
DELIA



停電の影響緩和策と電力インフラ強靱化を 同時に実現する

頼りになる分散エネルギーの実現

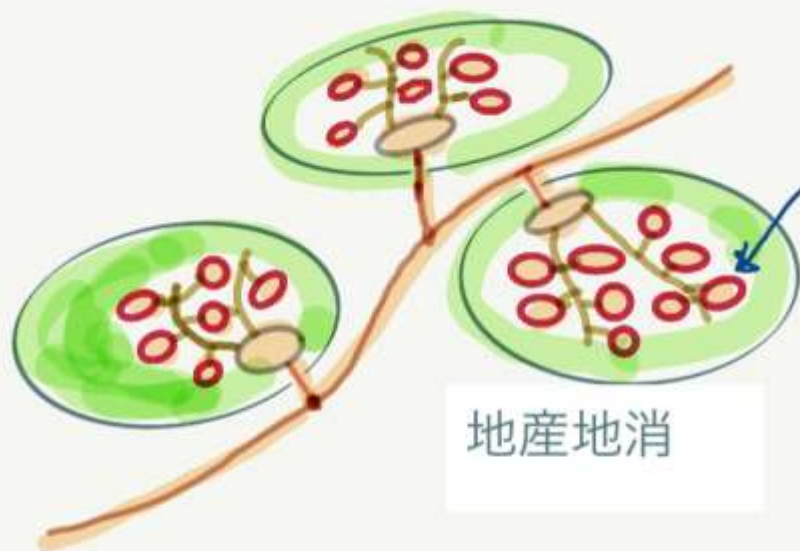
地域内エネルギーの瞬時の状態をETPとして証明書を発行する



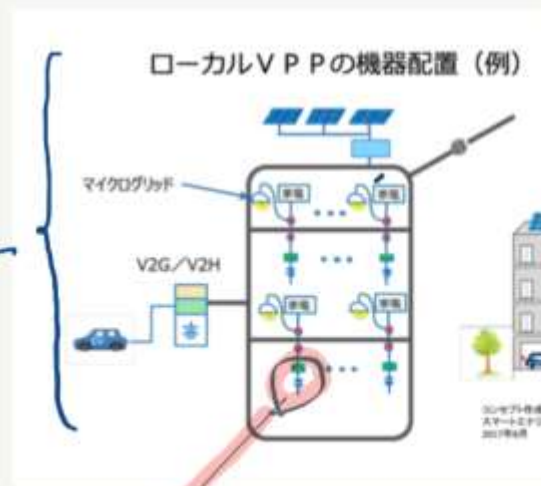
地域、マンション (集合住宅) 内

ブロックチェーン技術による分散エネルギー統合化

国土強靱化 頼りになる分散エネルギー 再生可能エネルギーの経済的自立



地産地消



分散小型バッテリー (1~2 kWh)
安全性高く、充放電 繰り返し寿命長い
系統環境に対応するスマートインバータ

国家的 プロジェクトへ向けて
 2018.11.29中村良道



分散エネルギー経済圏の創出



分散エネルギーの経済圏

電力会社
一括受電
電力小売り

電力系統運用システムとの連携 (VPPシステムなど)

電子決済システムとの連携

再エネ・電力小売り会社との連携

再生可能エネルギーの証明、EVの充電と決済など

フィンテック

実経済と金融システムをシームレスにつなぐ暗号資産

暗号資産
活用

地域へ再エネ導入の企画、推進

資金調達支援

トークンとエネルギーの交換

暗号資産: 仮想通貨、デジタル通貨のこと



トークンエコノミー

革新的な経済モデル

増減価する通貨トークン

信用の新世紀 ブロックチェーン後の未来
第五章より 齊藤 賢爾 氏

分散エネルギーの物理特性に合うトークンの設計

ETP : 電力移動証明

(DELIA 地域内のトークン)

中村良道 2018



分散エネルギー経済圏の創出

エネルギーの取引、エネルギー設備投資、電力消費をつなぐ

暗号資産（デジタル通貨）の設計

WAT券

2019年 6月



再生可能エネルギーの経済的自立

エネルギー ↔ トークン

WAT券

社会的機能を持つことが大事

分散エネルギー導入には
トークンエコノミーを形成
すること

まとめ 国土強靱化と再エネの経済的な自立

高度なビジネスデザイン

分散エネルギー導入
トークンエコノミー

ローカルVPP
ブロックチェーン技術

自然観
地産地消

分散エネルギーの高速同期
プライベート分散台帳の技術
応答性の高いエネルギーリソース
再エネ、蓄電、コージェネ、水素



連絡先（入会申込、詳細問合せ）

NPO法人 QUEST内 DELIA事務局 芦原、馬場

○ TEL/FAX 092-846-1600

○ Mail info@quest9.org

募集中

現時点：

正会員 10 +

連携会員：13 +

中村良道

お問合せ

y.nakamura@smartenergy.co.jp



活動プロフィール

分散エネルギー推進プロデューサー

芝浦工業大学 工学部 電気工学科 1980年卒。分散エネルギーシステム(太陽光発電、燃料電池など)のインテリジェントな電源の企画開発におよそ27年携わる。その経験を基に、持続可能な低炭素社会の実現、国土強靱化へ向けて「地産地消型エネルギーシステム」のビジョンやモデルづくりを行う。最近では、分散エネルギーを緩やかに統合するローカルVPPの実現をめざし「ブロックチェーン技術の活用、トークンエコノミー、エネルギー地域内の融通(一括受電等)」を掲げて、強いリーダーシップをもって企画・推進・場づくりの活動をしている。

2018年11月 社団法人DELIA(ブロックチェーンによる分散エネルギー情報基盤アライアンス)を福岡市で立ち上げる。分散エネルギーの電力情報(ETP:電力移動証明)を分散台帳へ書き込み、未来志向のサービスの開拓を進めている。

想い
「縁と智」に感謝

世の中を良くしたいと願う
誠実な仲間と共に活動する

株式会社 スマートエナジー研究所 ファウンダー・チーフコンサルタント

<http://www.smartenergy.co.jp/>

スマートエナジー研究所は、地産地消型エネルギーシステムの普及に向けてシミュレータ開発とモデルの提供、コンサルティングを行っています

一般社団法人 DELIA 代表理事

ブロックチェーンによる分散エネルギー情報基盤アライアンス (DELIA)

電気学会 家電民生委員会

ローカルVPPをめざす分散エネルギー技術調査専門委員会 委員長

特定非営利活動法人

QUEST 理事

BEYOND-BLOCKCHAIN.ORG EXECUTIVE CORPORATE MEMBER

<https://beyond-blockchain.org/>

アカデミー

芝浦工業大学 電気工学科 非常勤講師

九州工業大学 大学院 客員教授

任意団体

福岡スマートハウスコンソーシアム 代表

横浜スマートコミュニティ 副代表





ご清聴ありがとうございました

皆さまとの出会いによって、分散エネルギーが普及できますように

中村良道

比叡山から琵琶湖を望む