

次世代電力需給プラットフォーム

電力中央研究所 エネルギーイノベーション
創発センター (ENIC)

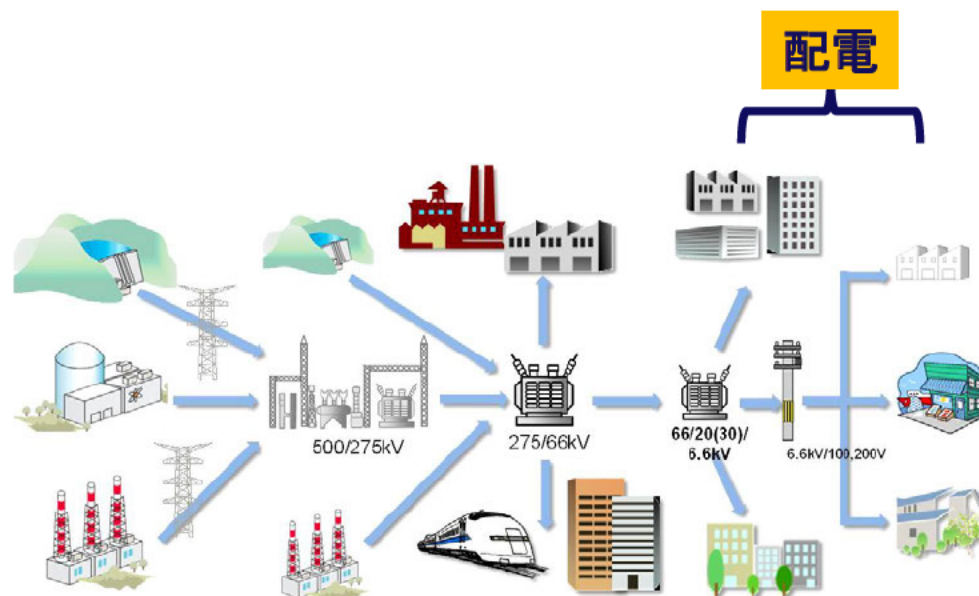
凡例

Outline

- 実用段階** : 電中研の研究状況
- 海外実証** : 国内外での実証・実用状況

1. ここでの背景と視点
2. 次世代電力需給プラットフォーム
3. 設備の運用・管理系プラットフォーム
4. 事業創造支援系プラットフォームとAPI
5. スマートメータデータ活用について
6. 分散型エネルギー資源との協調関係の構築
7. 汎用・オープン of IoT プラットフォームの例

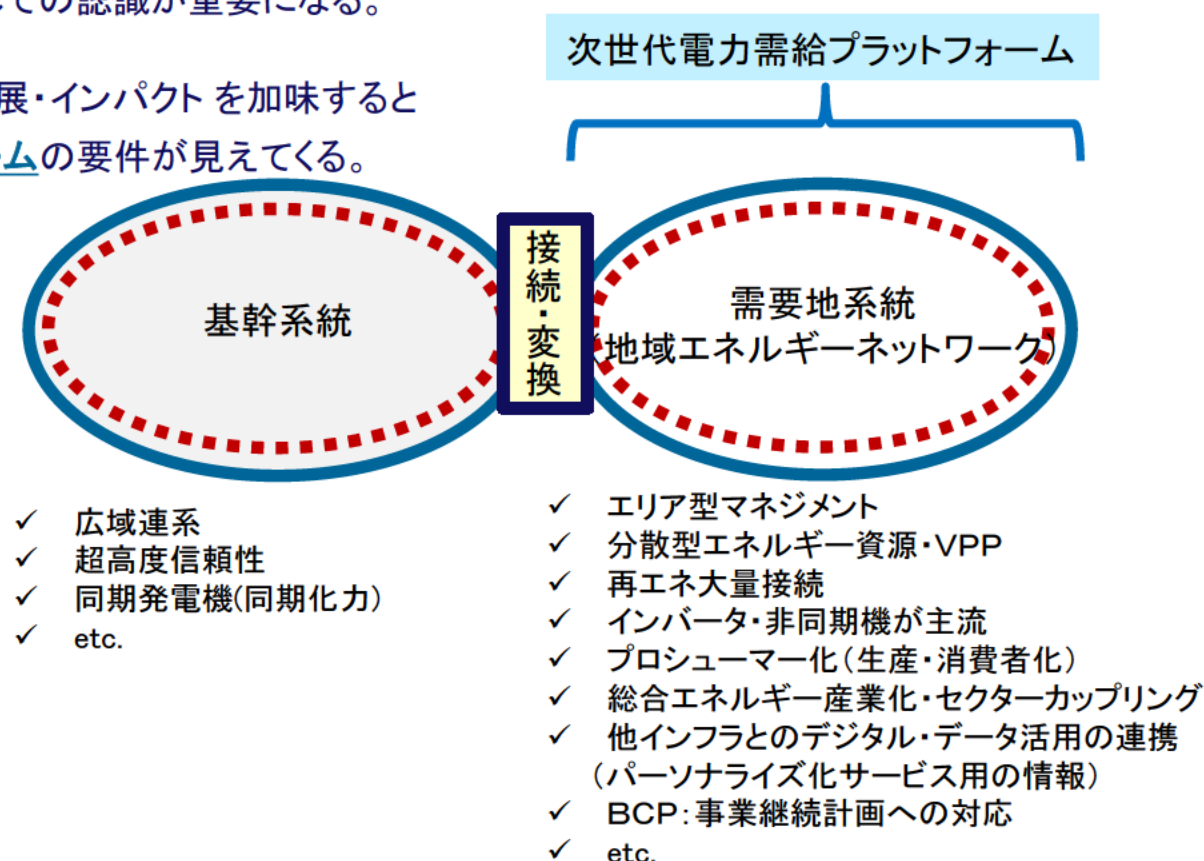
従来の配電分野



配電業務	概要
配電設備形成・維持	設計・工事・リプレース、耐雷等の各種対策、アセットマネジメント、巡視・点検
配電系統運用	配電自動化(停電地点の検出・隔離・復旧、潮流管理、電圧管理、など) 電力品質維持(電圧管理、高調波対策、フリッカ対策)
レジリエンス	災害復旧、停電復旧、情報収集・提供
需要家対応	PV等の再エネ連系対応、電力量計・スマートメータ設備管理

今回の背景と視点(需要地系統とプラットフォーム)

- 電力・エネルギー分野の技術研究・開発の方向性を検討する上で、将来のグリッド像の先取りが必須となる。
- ① プロシューマー化をはじめとする需要の能動化やUtility 3.0的なシフト
- ② 分散型エネルギー資源(DER)の大量導入などによるグリッドの変化
を考慮すると、「需要地系統」としての認識が重要になる。
- さらに、
- ③ デジタルトランスフォーメーションの進展・インパクトを加味すると
次世代の電力需給プラットフォームの要件が見えてくる。



ここでの将来のグリッド感: 需要地系統

次世代電力需給プラットフォームの要件

1. 低廉・良質・必要な電力を安定供給するとともに、低炭素化に向けた高度電化社会を支えるための電力設備データの多面的活用を可能とするための

⇒①設備の運用・管理系プラットフォーム

2. 小売事業者・アグリゲータなどの創造的事業活動を、市場制度の下、公平・中立に支えるための

⇒②事業創造支援系プラットフォーム

⇒メータリング事業(カスタマイズ化データ集積)

3. 分散型エネルギー資源(DER)やプロシューマーと連携・協調するための

⇒③分散型エネルギー資源管理システム(DERMS)

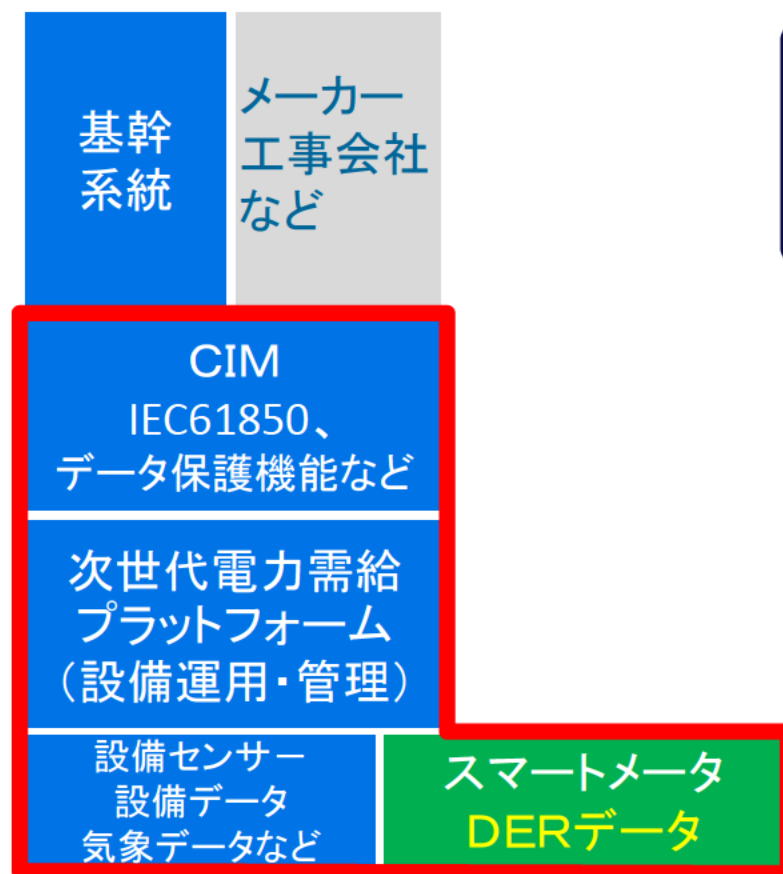
次世代電力需給プラットフォーム(サイバー層)基本イメージ

注)この図は簡略化しています。
CIMなどはこれよりも広い範囲をカバー。



次世代電力需給プラットフォーム（サイバー層）

①設備の運用・管理系プラットフォーム



次からのスライドでは、プラットフォームの機能の例として、配電設備データを活用した、配電設備形成、配電系統運用、災害復旧などのための各種解析の自動化に関する電中研の取組を紹介。

次世代電力需給プラットフォーム(サイバー層)

実用段階

ー 設備運用・管理系プラットフォーム ー

プラットフォームの機能の例: 設備データを活用した各種解析データの自動作成化

この後動画で紹介

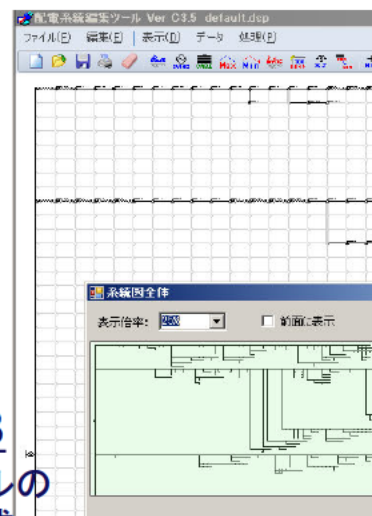
配電設備データ

STEP2
データの変換STEP3
解析モデルの
自動作成

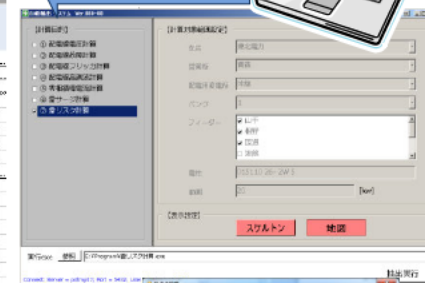
共通データフォーマット

(現時では電中研版フォーマット
将来的にはC I Mへの移行も検討)

Server

STEP5
解析の実行
と結果の表示STEP1
解析ツール、解析対象の選択

技術者 PC

STEP4
解析モデル
の修正

次世代電力需給プラットフォーム(サイバー層)

実用段階

ー 設備運用・管理系プラットフォーム ー

配電システムの解析システム

この部分は動画にて紹介します。

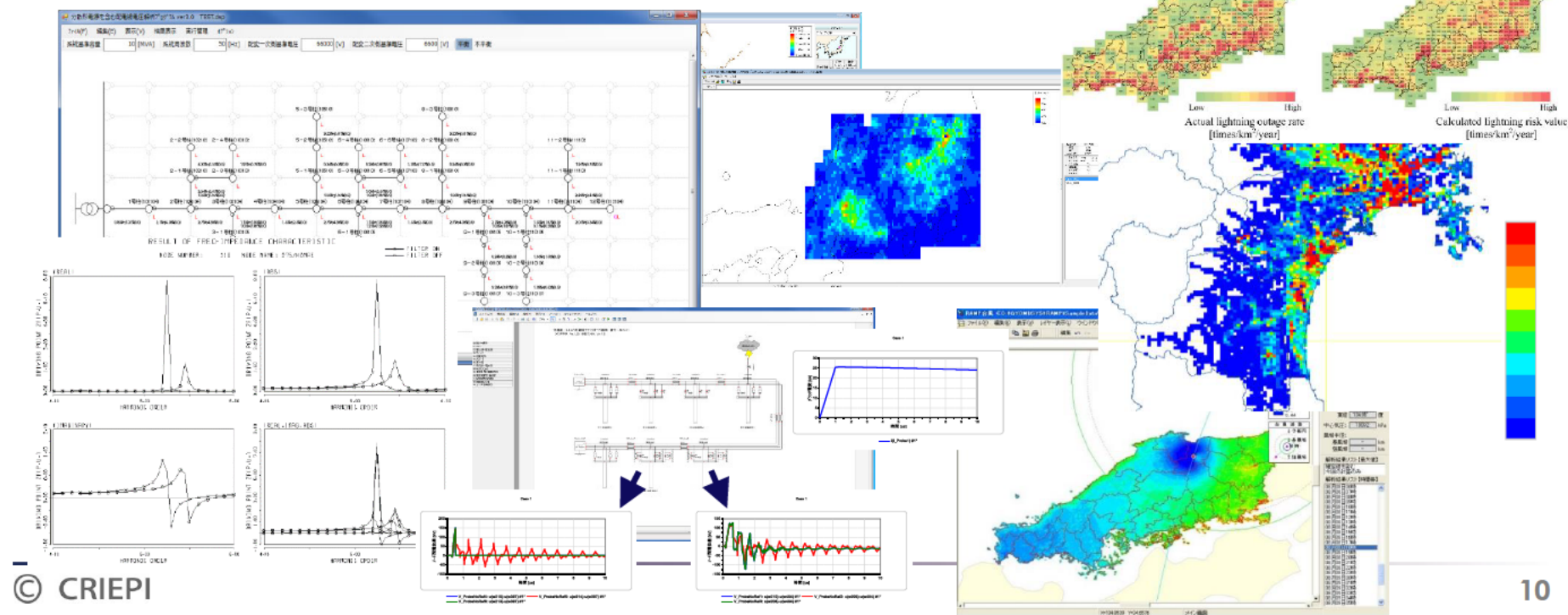
次世代電力需給プラットフォーム(サイバー層)

実用段階

ー 設備運用・管理系プラットフォーム ー

配電設備データと多種多様な解析ツールとの自動リンク

- ◆ 配電線電圧・潮流解析プログラム CALDG
- ◆ 配電線雷リスク計算プログラム
- ◆ 地震／台風被害予測システム RAMP
- ◆ 高調波計算プログラム H法
- ◆ 電力系統瞬時値解析プログラム XTAP



プラットフォームにおけるデータ活用のための機能

実用段階

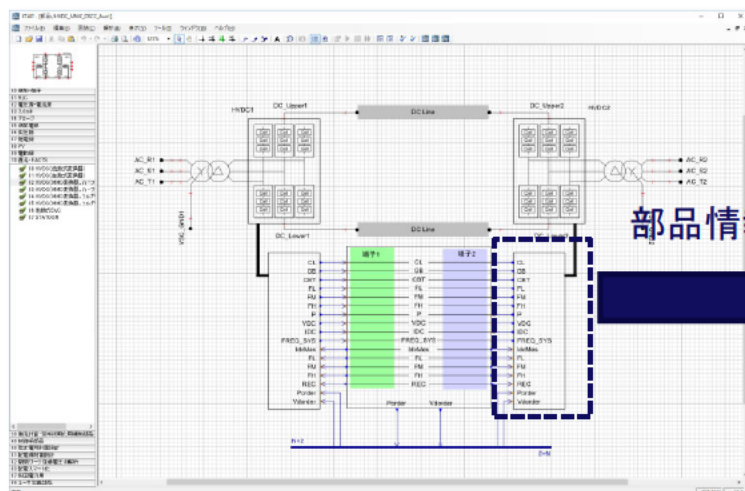
— 知財に関わるデータ保護 —

近年、直流による広域連系や洋上風力のための海底直流系統など、複数のメーカーによる交直変換器を連系してひとつのシステムを開発する機会が増えている。しかしながら、各メーカーの交直変換器の制御システムは、知的財産そのものであるため、共同開発体やメーカー間で公開しあうことができず、事前のシミュレーション検討等が難しくなっている。このため、各メーカーの制御システムを暗号化して提供しあい、複数のメーカーの交直変換器を含む事前シミュレーションを実施するニーズが高まっている。

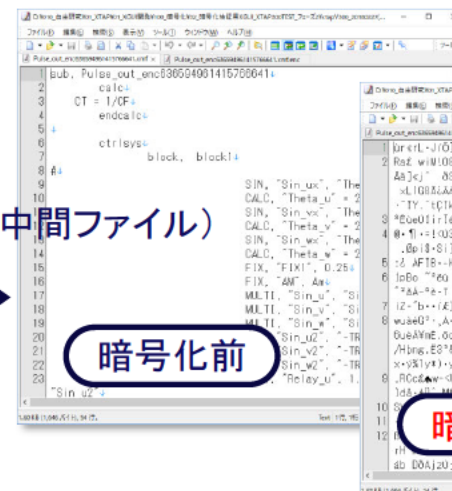
そのため、電力系統瞬時値解析プログラムX T A Pでは、個社ノウハウを保護しつつ計算できるように、AES256に基づく強固な暗号化機能を組み込んである。様々なメーカー機器が混在した系統について実際の制御アルゴリズムを用いての解析が可能である。

今後、分野大での保護レベルの議論や、さらに電力・エネルギー分野に適したSecure Computation技術の確立が望ましい。

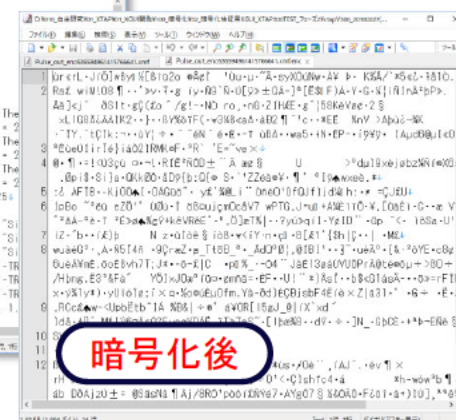
注) AES256は米国標準として採用された強固な暗号規格



部品情報(解析時中間ファイル)



暗号化前



暗号化後

解析回路中の任意の部分回路(Subcircuit)についてその内部を外部から隠蔽化(部品情報の暗号化)

次世代電力需給プラットフォーム（サイバー層）

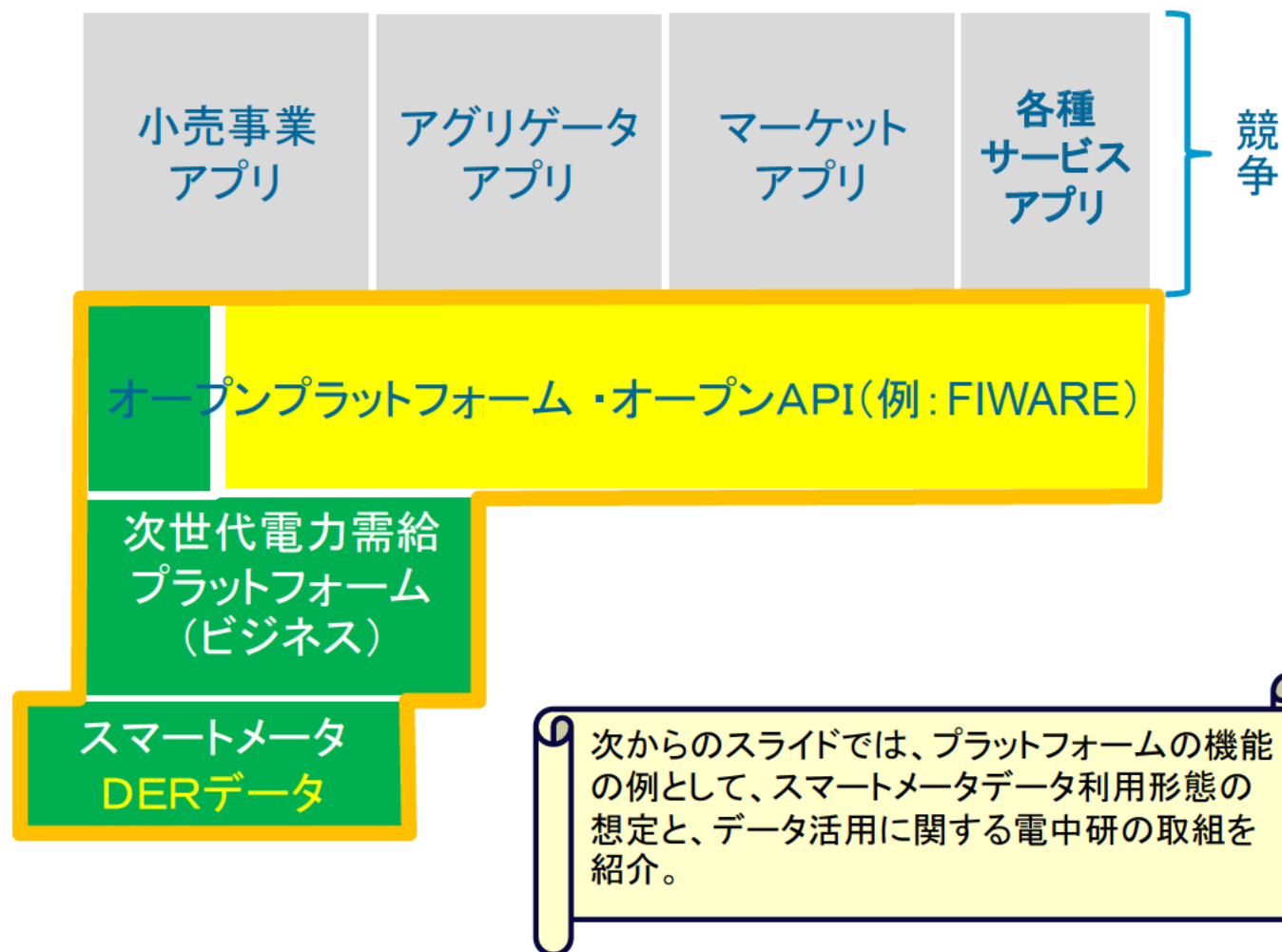
①設備の運用・管理系プラットフォーム

設備データのフォーマット整備やCIM、IEC等の国際規格導入、データ保護機能を具備することでの期待（検証要）：

- ① 設備データの多面的有効活用に繋がる。
- ② 現場レベルでの様々なシミュレーション解析やAI分析の導入が可能となる。
- ③ ベンダーロックインなどが回避され、システム構築の自由度やコスト低減に繋がるとともに、継続的改善・工夫が容易になる。
- ④ グループや企業間での作業・業務効率の改善に繋がる。
- ⑤ メーカーノウハウなどの知財情報を保護しつつ、詳細な解析が可能になる。

次世代電力需給プラットフォーム(サイバー層)

②事業創造支援系プラットフォーム

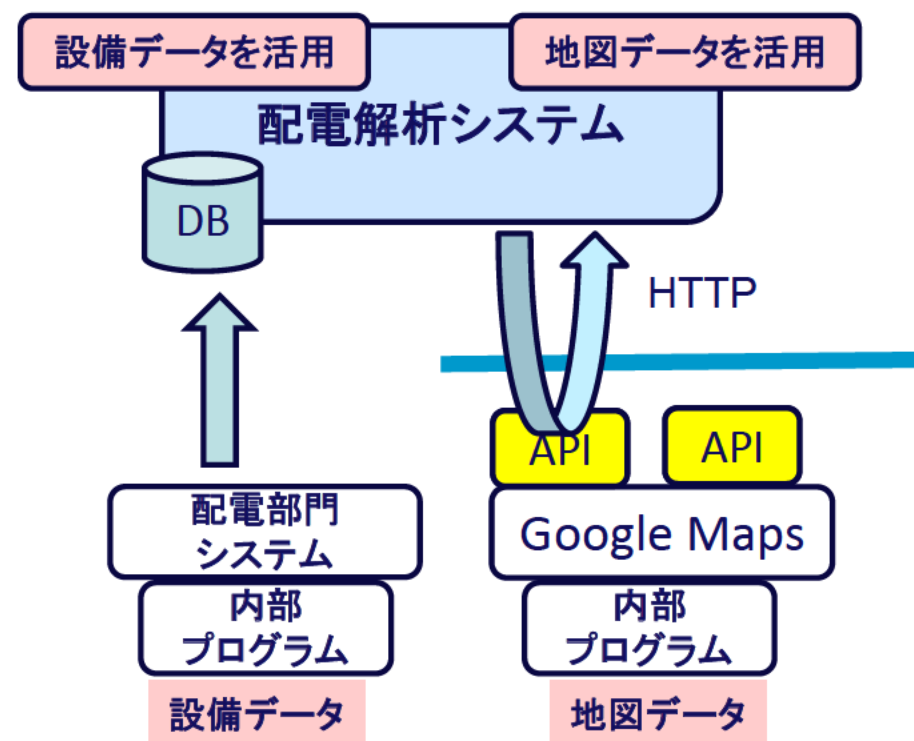


アプリケーション・プログラミング・インターフェース

実用段階

先ほどの配電設備運用・管理・プラットフォームでは、Google Mapsを利用することができた。これは、

API : Application Programming Interfaceと呼ばれるソフトウェアから別のソフトウェアを利用する時のインターフェース(対話方法)規定を活用したものである。



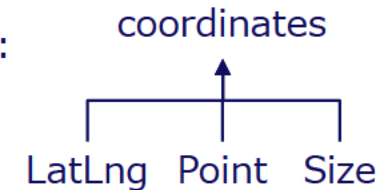
APIの構成要素の具体例

電中研のホームページから大手町本部への
アクセス地図を表示する際のGoogle map API

```
var otemachiLatLng = {lat: 35.6864, lng: 139.7652};
```

データモデル+ 語彙基盤 :

経緯度 LatLngクラス
{lat, lng} 緯度、経度



```
var map = new google.maps.Map(
  document.getElementById('map'), {
    zoom: 17
    center: otemachiLatLng
  });
```

仕事 : マップを表示する
new google.maps.Map

引数・コンテキスト :

表示場所

document.getElementById('map')
Webページの特定位置

拡大率 : 17

中心経緯度 center: otemachiLatLng



結果・戻り値 :

画面に東京の地図が表示される。

Google Mapの表示例 (上記のAPIの指示とは一致していない。)

金融系はオープンAPIを整備済み

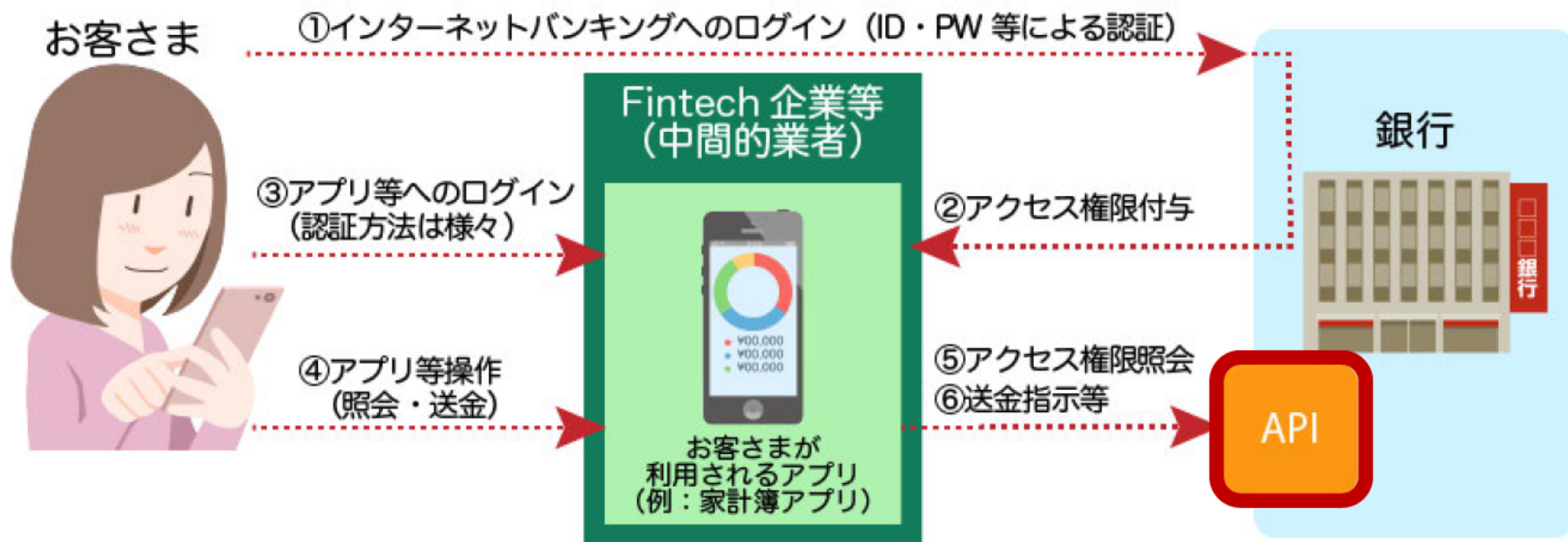
実用段階

メリット:

- ①高速化とセキュリティ
- ②API連携

全国銀行協会HPより

<https://www.zenginkyo.or.jp/article/tag-g/9797/#search>



アクセス権限はトークンなどを活用: アクセストークンは認証局により様々ですが、ユニークなランダムな英数字をそれなりの長さ(16桁、32桁、64桁など)で払い出すのが一般的です。例: zf14dffq3fg46ghg7dip1ash74ioisud

出典: <https://n.career-info.jp/contents/?id=10161>

スマートメータデータ活用に向けた取組が加速

異業種とデータ融合

東電P・G ラボ設立、実証へ

東京電力パワーグリッド(PG)、NTTデータは7日、スマートメータ(次世代電力量計)で集める電力データと異業種のデータを活用し、社会的課題の解決や価値創造に役立つ手法を模索する責任事業組合(LLP)を共同で設立すると発表した。名称は「グリッドデータバンク・ラボ」。これまでに関西電力、中部電力、地方自治体、保険、金融、地図、広告、気象など幅広い分野から約20社・団体が会員に名を連ねており、新たなサービスやビジネスモデルの創出が期待される。LLPは資本金3億円、東電PG、NTTデータが50%ずつ出資する。15日に設立し、10人体制で業務を始め、データ保有者、エンドユーザー、スタートアップ企業など、広く参加を募る。出会いや議論の場、関連情報提供するラボ兼オフィスを年度内に都内で開設する予定だ。運営費用は基本的に資本金で賄う。

当面は、将来のエネルギーインフラ像(ユティリティ3.0)を念頭に置きながら、会員が持ち込むデータやアイデアを用いて、業種の枠を超えたユースケース(システムを用いて特定の目的を達成する方法)の開発・実証に力を入れる。LLPの活動期間は3年間。ユースケースは30件程度を想定。事業化に向けて検討する場合、スマートメータで

30分ごとに収集する電力データは、個人情報が見えぬ。例えば、防災計画では時間帯別のきめ細かい情報の鮮度が高いため、街の変化や状態を素早く正確に把握できる。異業種のデータと組み合わせることで、防災計画、都市計画、防犯対策といった公共サービス、省エネ・地球温暖化対策、売り上げ予測や販売計画など

の企業活動への活用が見込める。例えば、防災計画では時間帯別のきめ細かい情報の鮮度が高いため、街の変化や状態を素早く正確に把握できる。異業種のデータと組み合わせることで、防災計画、都市計画、防犯対策といった公共サービス、省エネ・地球温暖化対策、売り上げ予測や販売計画など

スマートメーター



(関西電力・九州電力)



(東京電力他8社)

<http://www.meti.go.jp/main/60sec/2016/20160401001.html>

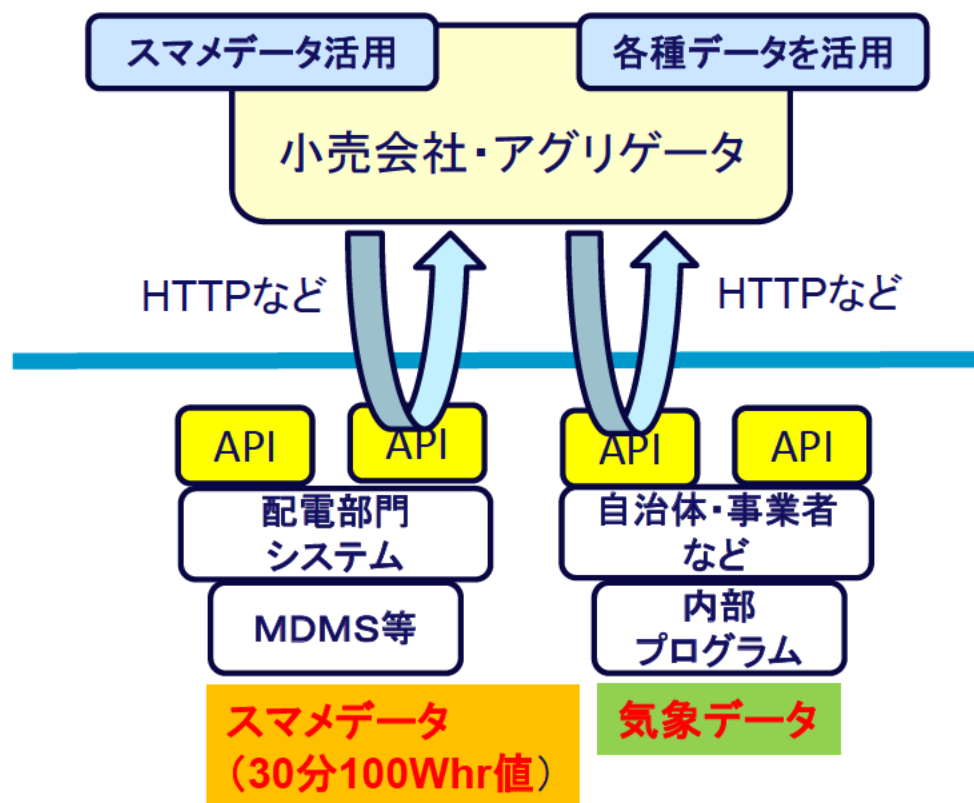
- 「グリッドデータバンク・ラボ」では、異業種とのデータ融合に関し、30件程度のユースケースについて検討する。当面は統計データ。
- スマートメータデータ活用に向け、そのサービスの有用性やビジネス的成立性を確かめるのが最重要であり、本LLPに期待。
- 第2回「次世代技術を活用した新たな電力プラットフォームの在り方研究会」などでも、スマメータの個人情報、匿名加工、統計データなどの利用について議論されている。

出典:電気新聞

2018年11月08日 001面 01版 No.04

スマートメータと異種データとの連携

◆ スマメデータの活用法拡大の可能性

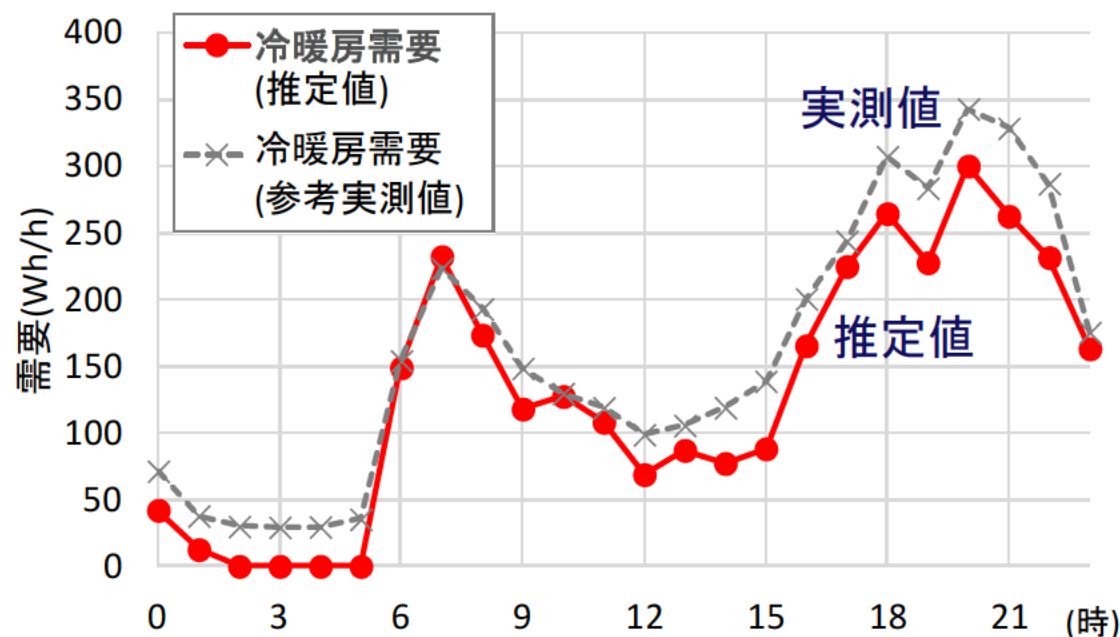


出典: 平山毅 監修、「絵で見てわかるクラウドインフラとAPIの仕組み」を参考に作成

スマートメータと異種データとの連携のメリット

実用段階

スマートメータのデータ（Aルート）はデータの粒度が粗く、そのままではデータの利用価値は少ない。これに対し、公開されている気象データなどを含めた分析により、個別世帯の用途別の需要の推定も可能。



世帯個別の年間平均電力需要の冷暖房需要推定

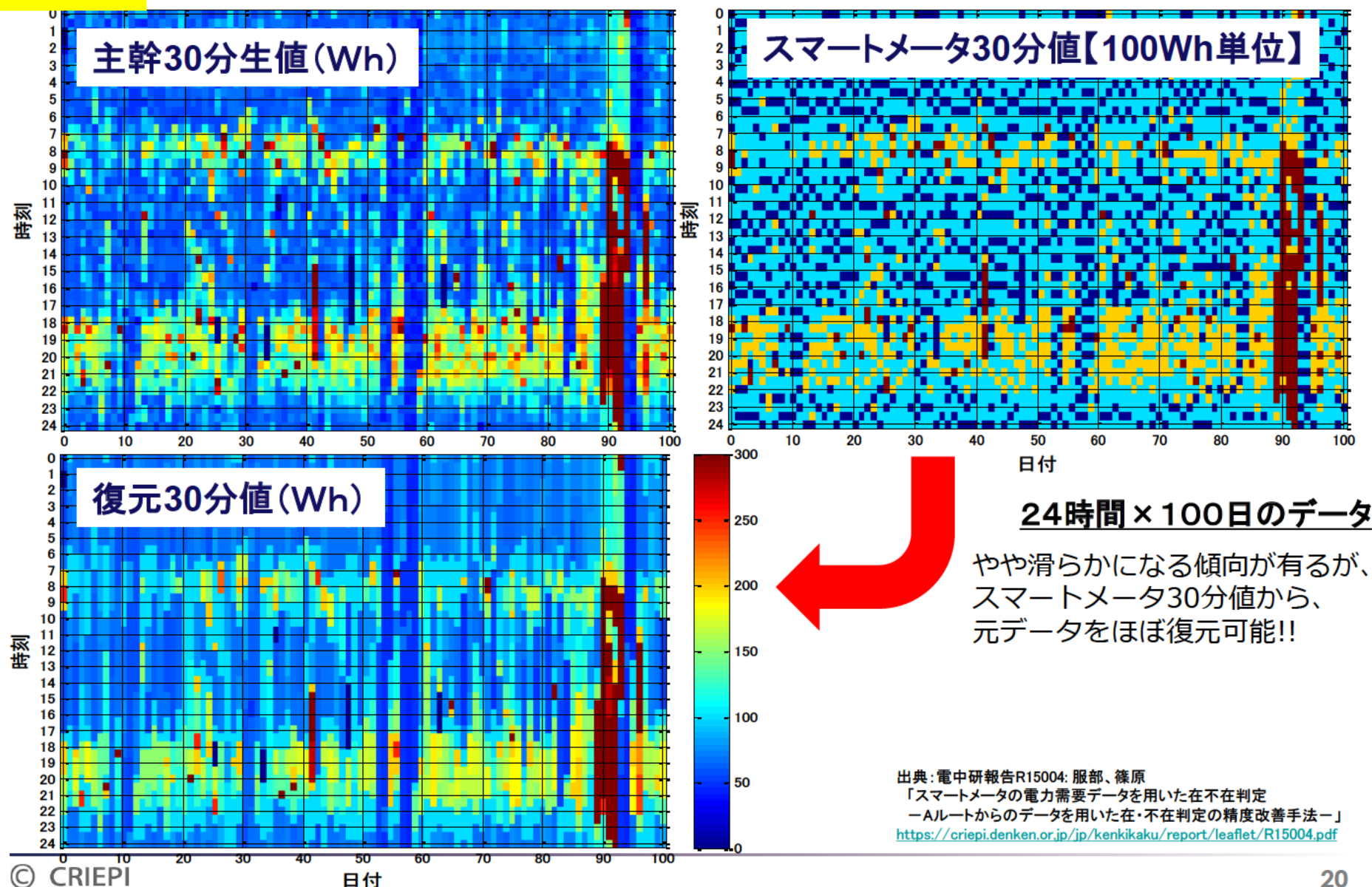
注) この研究では、データ分析はマニュアル

出典: 小松、他、電中研報告書Y14003(2014)

スマートメータのAルートデータの精度回復技術

実用段階

— A P I を介して利用することも可能 —



ソフトな見守りサービス

実用段階 (スマートメータのデータから顧客価値を創出)



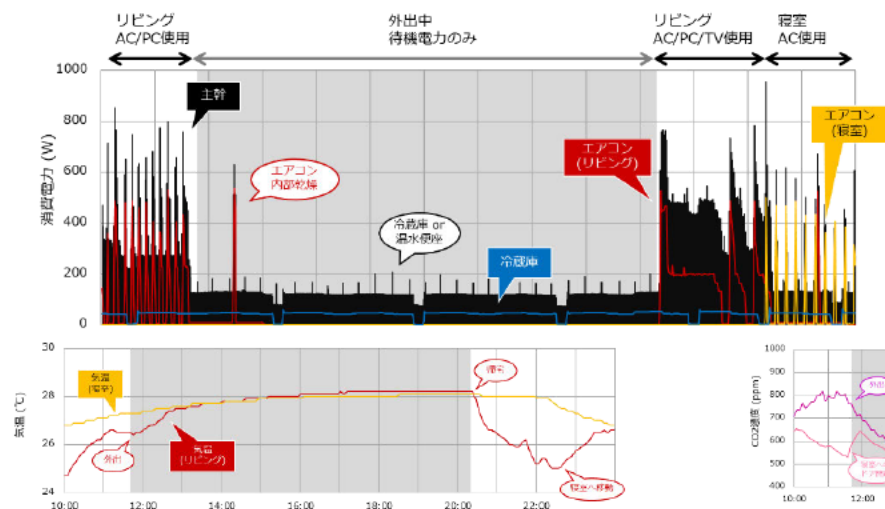
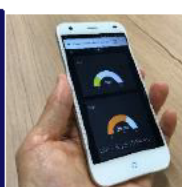
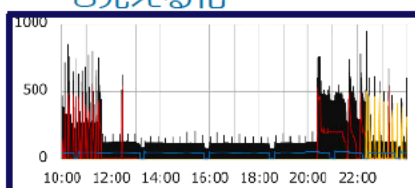
おうちモニタキット(OMK)

実用段階 一家庭内センシング&ヒューマンインターフェース基盤キットー

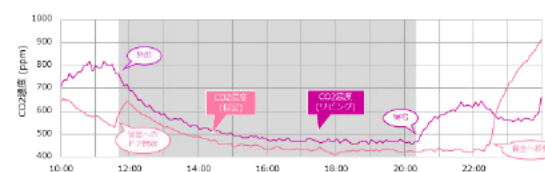
- スマートメータデータ
- 電池不要なセンサ
(温度、人感、ドア等)
- 環境センサ (CO₂、気圧…)
- 3G / Wi-Fiで、クラウド接続し、どこでも見える化

- 家庭向けの省エネ促進・新サービス開発へのインサイト抽出
- ユーザと共創 (デザイン思考)

✓ 電中研の参画する実証試験で活用



出典: 服部、三浦、堤、「家庭内センシングを簡易に実現する「おうちモニタキット」の構築とその活用に向けた検討」、人工知能学会 インタラクティブ情報アクセスと可視化マイニング研究会(第18回) SIG-AM-18-01



OMKでは複数のAPI・WebAPIに対応

実用段階

温湿度、人感
ドア開閉

EnOcean

スマート
メーターWi-SUN
Echonet Lite国内センサ
メーカーコンセント電力計
環境計測海外センサ
メーカー

CO2、騒音、気圧、クラウド

OMK

API

API

API

WebAPI

WebAPI

WebAPI

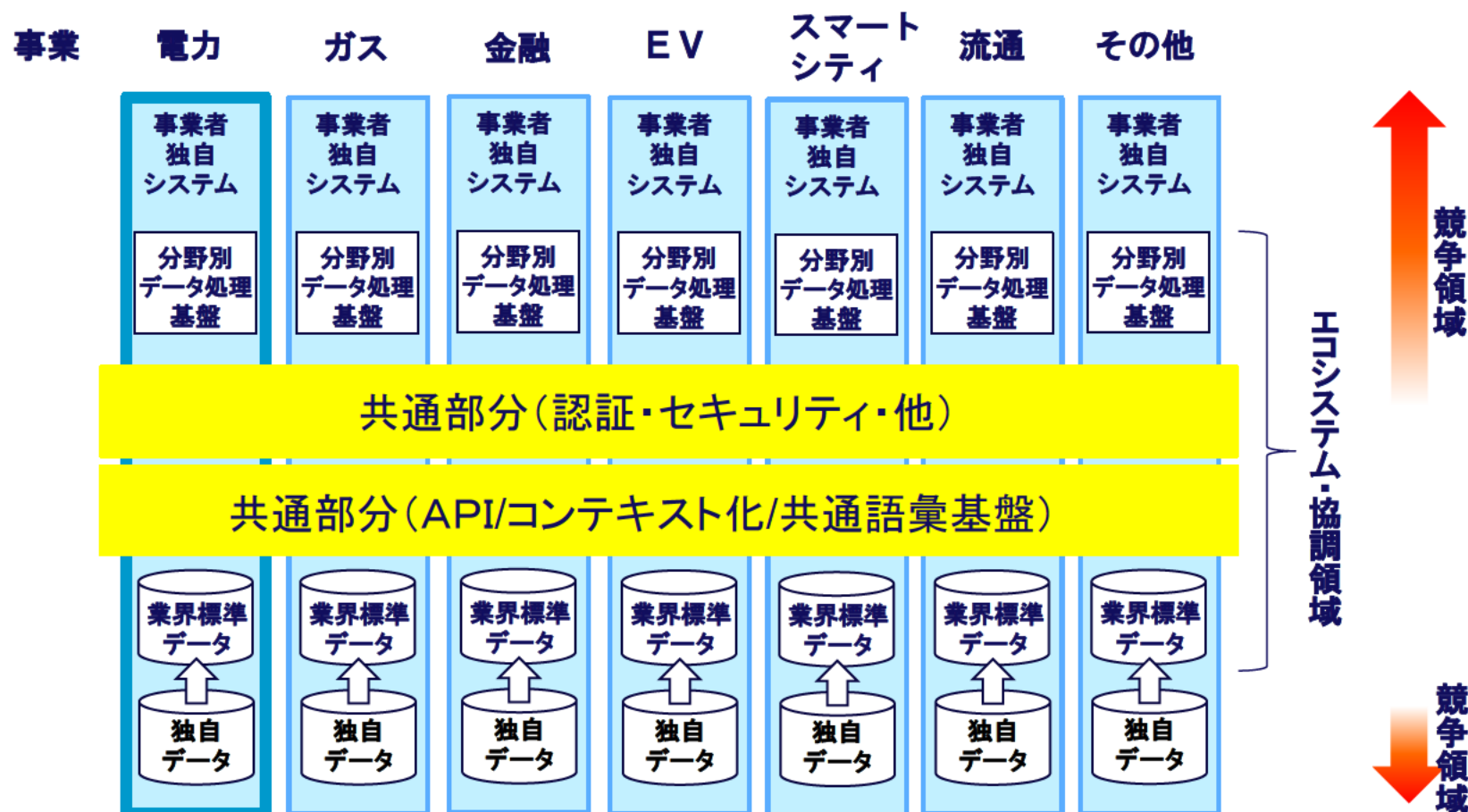
商用BaaS

フリーIoT
クラウド

APIエコノミー

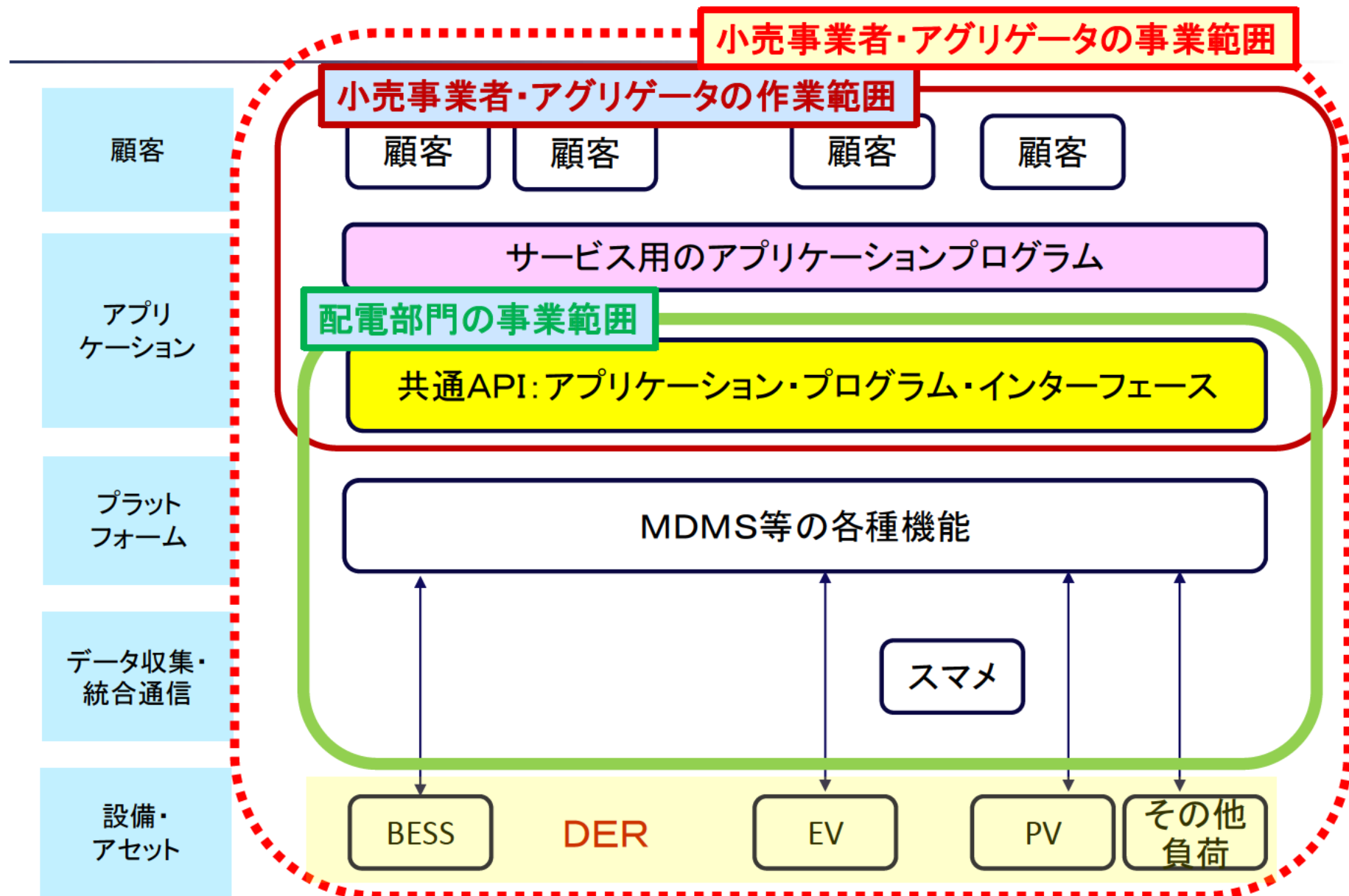
- ・ 情報格差の区別なくサービス展開する部門が、公共に資する共通部分運用に適。
- ・ 共通部分の先行システムとしては、FIWAREなどがある。

ソフトウェアから別のソフトウェアを制御するためのインターフェースである、APIを公開・共通化することで複数のデータや機能を活用した事業創造を目指す。

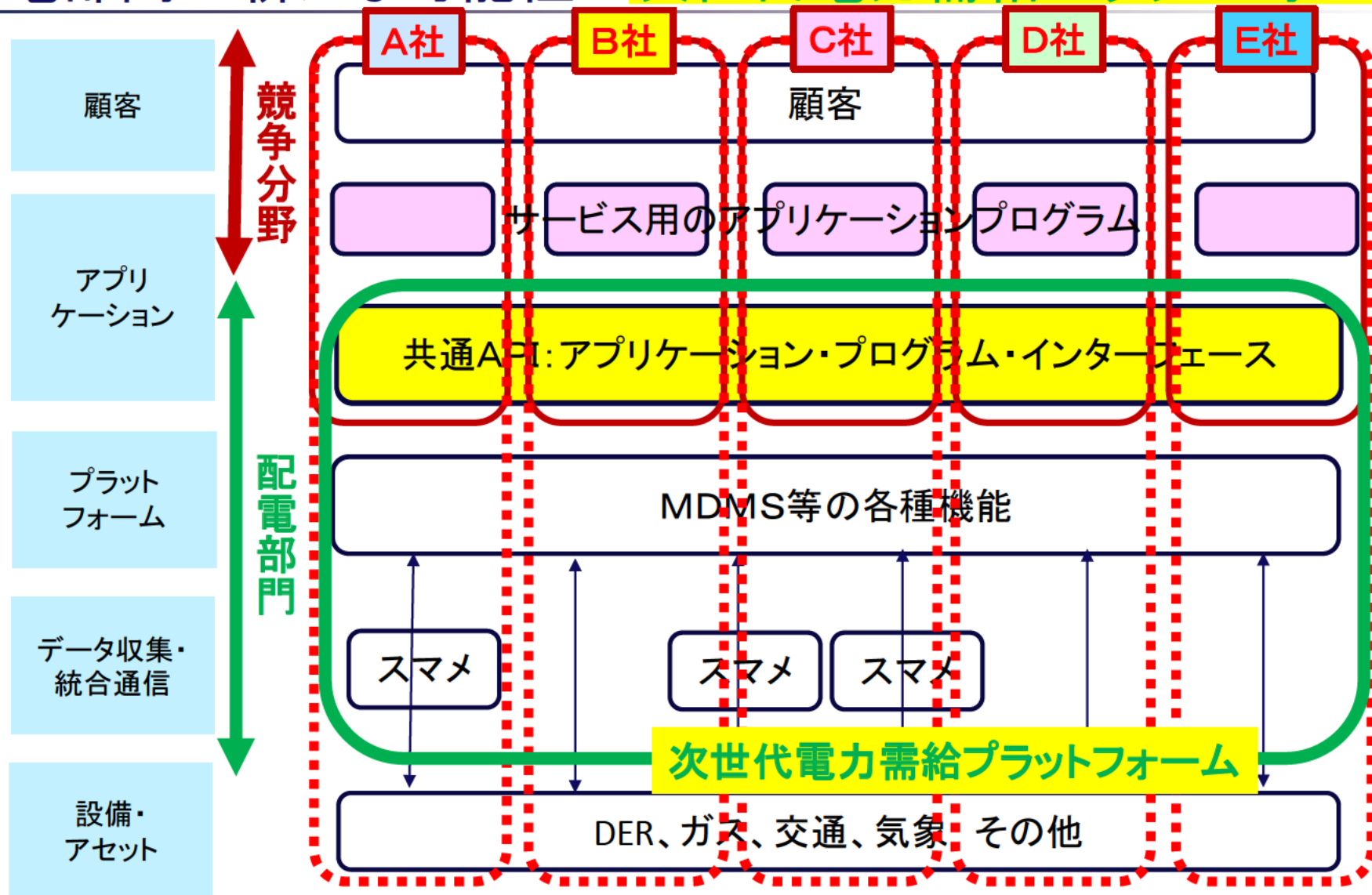


出典: 自由民主党「IT戦略特命委員会」、「デジタル・ニッポン2017」No.19をベースに作図。

小売事業者・アグリゲータと配電部門の協調（案）



APIエコノミーにおける事業創造環境を提供する 配電部門の新たな可能性—次世代電力需給プラットフォーム



次世代電力需給プラットフォーム（サイバー層）

②事業創造支援系プラットフォーム

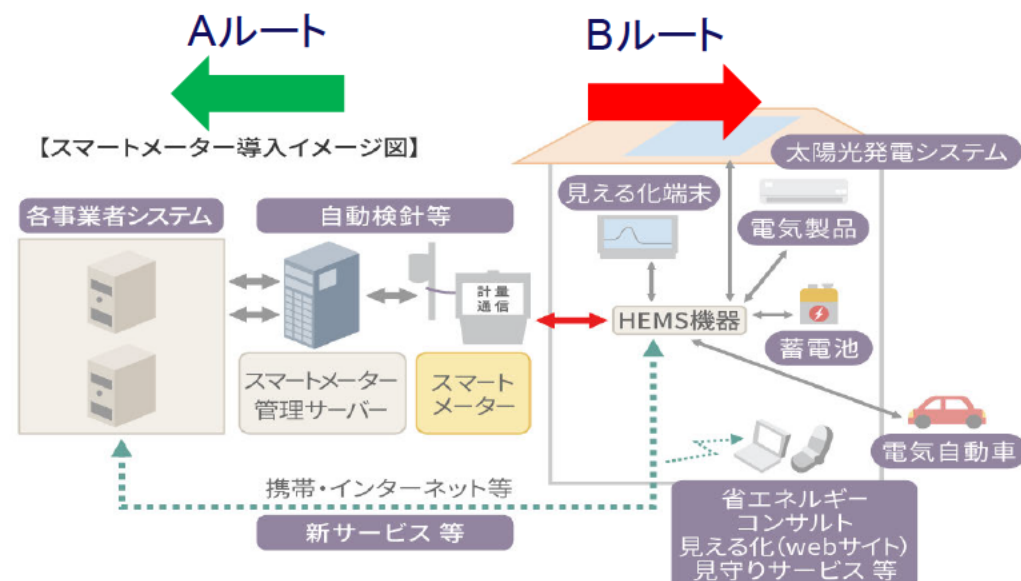
クラウドシステムの特徴的機能やオープンAPIの活用、さらにはAPIエコノミーを活用することへの期待（検証要）：

- ① 需要地系統が、小売・アグリゲータを始めとする事業創造の中立・公平なプラットフォームを提供でき、海外で研究や諸検討がなされているDSOの機能を代替できるのではないか。
- ② APIエコノミーの中で、スマートメータデータも他データとの連携ができ、地域経済活性化などに繋がるのではないか。

スマートメータを活用した新サービスの例

スマートメータの活用に関し、家庭向けなどの省エネアドバイスサービスなどの実証試験が活発に行われている。
以下のスライドでは、中小事業者向けの省エネアドバイスについての電中研の取組を紹介する。

- ✓ スマートメータ: 家庭用低圧でも、2023～2026年(一部は2034年)までに導入完了
- ✓ 家庭などの低圧需要家 約6300万件分の電力需要カーブのビッグデータ



お客様の便益創出への活用

中小事業者向け省エネアドバイスの自動生成

実用段階

- 使用量傾向に応じたカスタマイズアドバイスを、
人手をかけずに提供する

スマートメータデータ (30分値)

	ID1	ID2	ID3	ID4	...
2015/4/1 0:00	368	184	258	161	...
2015/4/1 0:30	368	161	258	138	...
2015/4/1 1:00	368	161	258	184	...
2015/4/1 1:30	368	184	129	184	...
2015/4/1 2:00	368	138	258	161	...
2015/4/1 2:30	345	161	258	161	...
2015/4/1 3:00	322	161	129	184	...
2015/4/1 3:30	345	161	258	138	...
2015/4/1 4:00	345	138	258	161	...
2015/4/1 4:30	345	161	129	161	...
2015/4/1 5:00	322	138	258	161	...
2015/4/1 5:30	322	184	129	138	...
...	...	...	...	...	...

属性データ (オプション)

	用途	住所	設備属性1	設備属性2
ID1	事務所	...	...	...
ID2	事務所	...	...	...
ID3	旅館・ホテル	...	...	...
ID4	飲食店	...	...	...
ID5	...	...	...	...

気象データ

省エネ
アドバイス
ツール



朝方の冷房
に注意

固定需要の
割合が高め

原単位が
大きめ

・・・など

出典：小松、木村、西尾、向井：
「中小事業所向け省エネアドバイ
ス自動生成ツールの改善検討」、
BECC Japan 2016.

自動作成した中小事業所向け省エネアドバイスレポート

実用段階

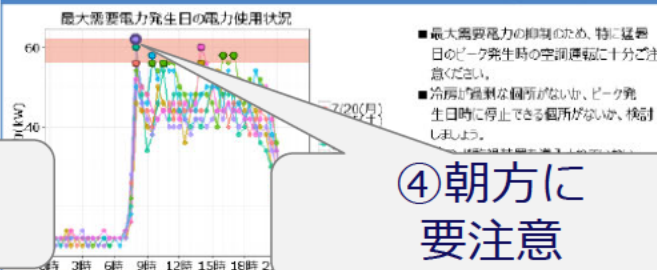
■ スマートメータ版“Business” Energy Reportにより、省エネ・デマンド対策の情報提供をする

省エネアドバイスレポート

施設名
郵便番号
ご使用場所住所
ID
業種
契約電力
年間使用量
延床面積
集計期間

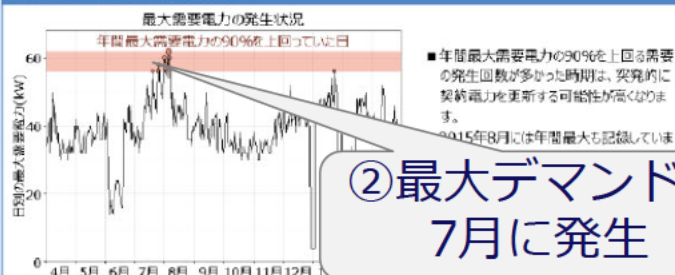
①宛先など

年間5時間で発生した需要電力で、基本料金が年間約10万円、高くなっています



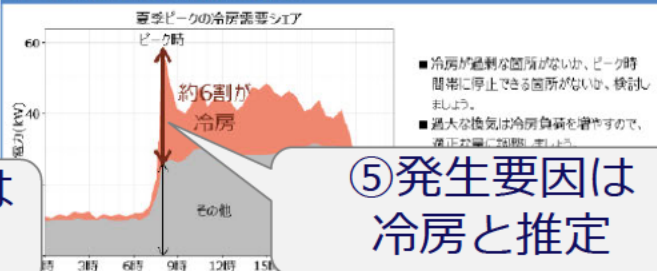
④朝方に
要注意

契約電力の更新にご注意ください



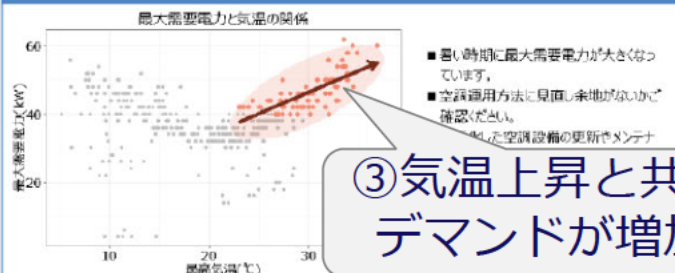
②最大デマンドは
7月に発生

ピーク時の需要電力の約6割が空調です



⑤発生要因は
冷房と推定

暑い日は契約電力の更新に要注意です



③気温上昇と共に
デマンドが増加

節電対策の効果まとめ

- デマンド監視装置の導入や空調運転の改善等により、最大需要電力の年間上位7日間のデマンドを抑制することで、約10万円の電気料金削減となります
- 空調運転時間の見直しや老朽設備の更新により、冷暖房需要を2割減らすことで、年間約7万円の電気料金削減となります
- LED照明への更新や照明の間引き等により、照明需要を2割減らすことで、年間約18万円の電気料金削減となります

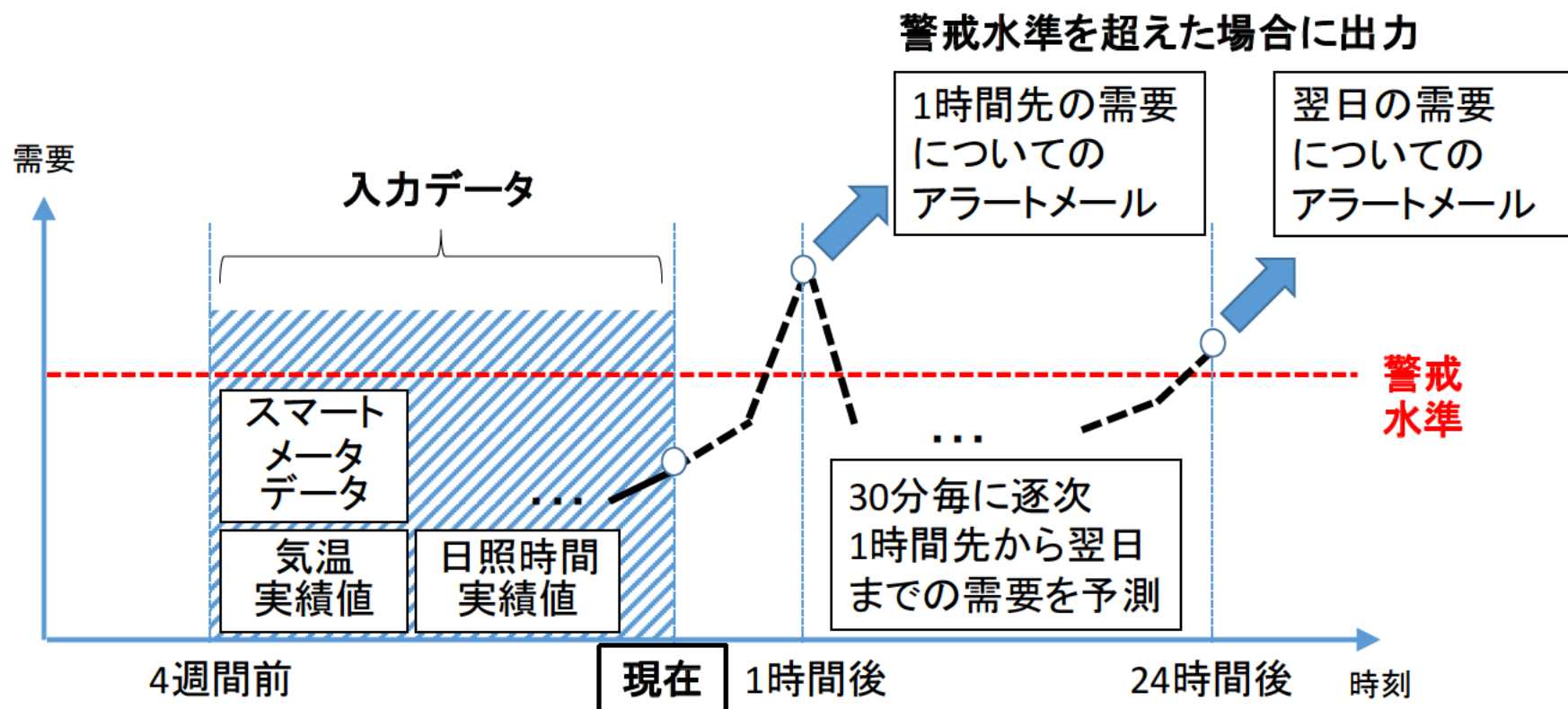
⑥主な対策と
削減額目安

出典：小松、木村、西尾、向井：
「中小事業所向け省エネアドバイ
ス自動生成ツールの改善検討」、
BECC Japan 2016.

最大デマンドアラート

研究段階

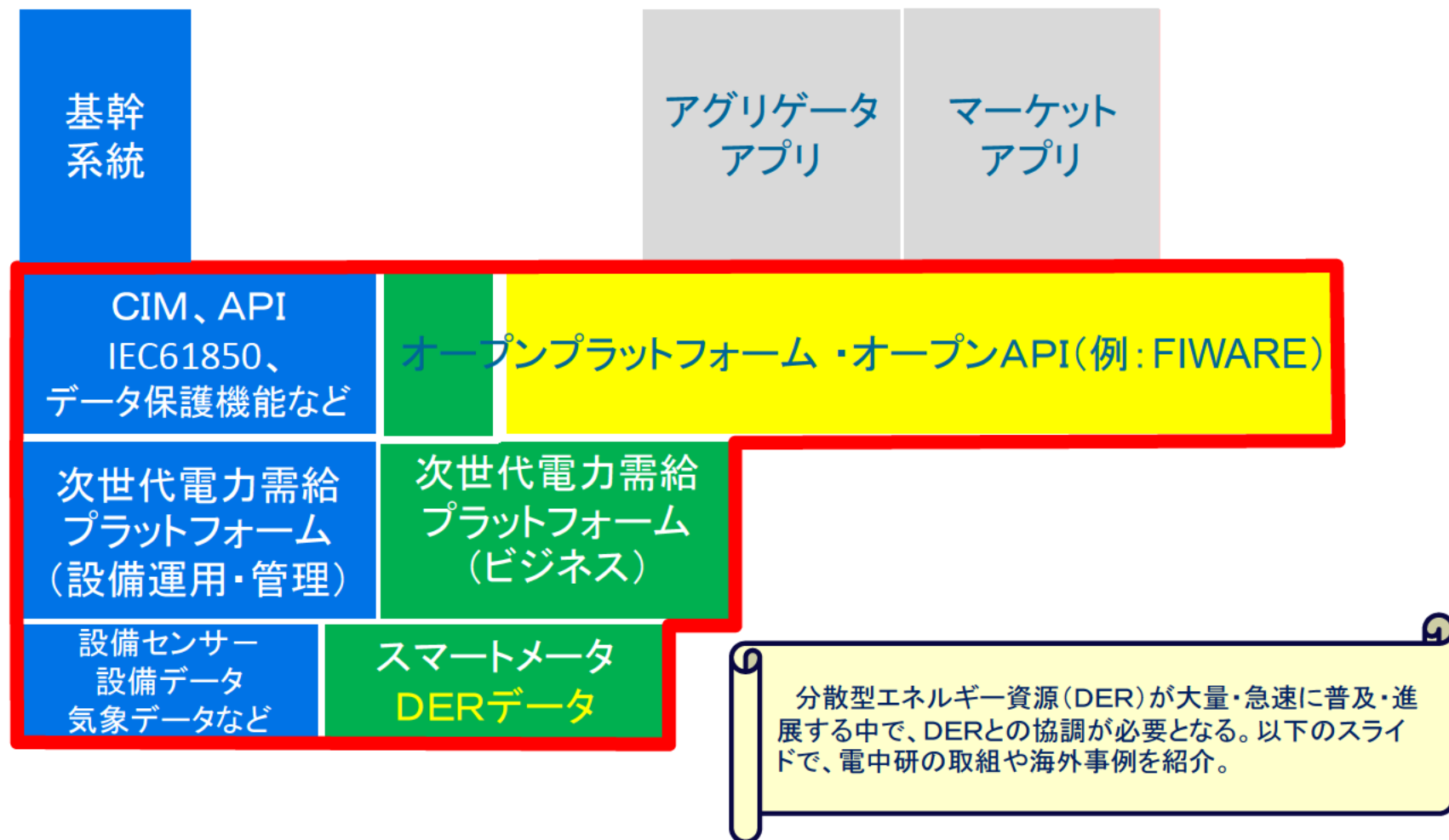
- 各事業所の**最大デマンドの発生を予知し、適時お知らせ**することで、ピークカットによる契約電力料金削減を支援する



小松、木村：スマートメータデータを用いた電力需要予測—最大需要発生に対する自動アラート機能の開発—、電中研報告C17008、2018.

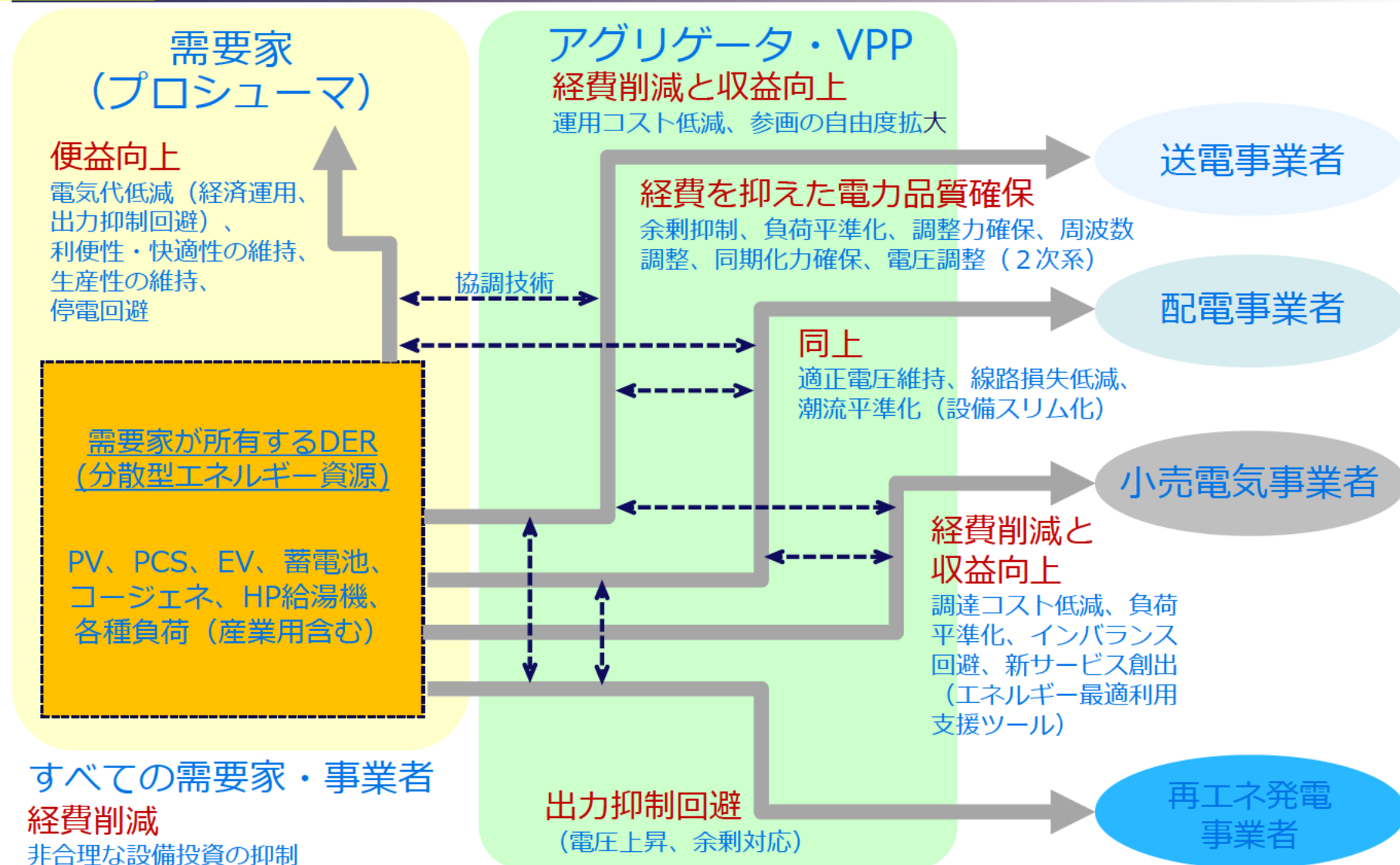
次世代電力需給プラットフォーム(サイバー層)基本イメージ

③分散型エネルギー資源管理システム(DERMS)



分散型エネルギー資源（DER）をめぐり、

研究段階 多数のプレイヤーの間でのWin-Winな関係の構築が必要



DERをめぐる米国の状況

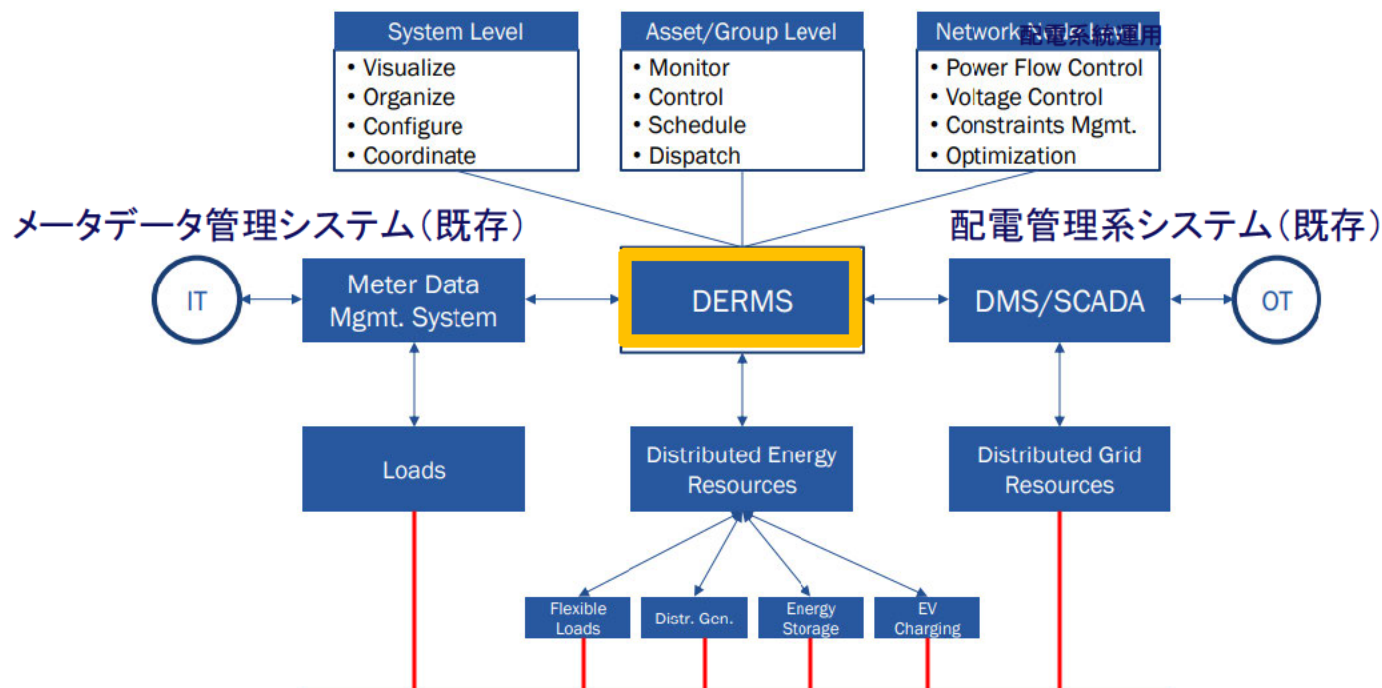
DERMS（分散型エネルギー資源マネジメントシステム）

- ◆ EPRIはDOEとともに、DER(PV,EV,distributed battery, DR resources)を管理し、適切な動作をさせるためのシステムとして、DERMSの開発を始めた(2012年-)
- ◆ EPRI, Common functions for smart inverters, Common functions for DER group management, 3002008215, 2016。PVのスマートインバータの群制御から始まる。
- ◆ 目的：DERの統合制御により、再生可能エネルギー電力の更なる活用を図る
- ◆ 主要な機能：
 - 従来の配電運用システム(Distribution Management Systems: DMS)では処理切れない膨大な数のDERに対して、諸機能のパラメータの設定（例：PVのインバータの力率など）
 - DERアグリゲーション
 - 設備登録
 - 系統運用者にとってのDERの可視化
 - 予測（利用可能な出力の範囲）
 - 電圧制御
 - VPPマネジメント（グリッドサービスと配電電圧制約などが抵触しないように）

DERMS (分散型エネルギー資源マネジメントシステム) の概要

激しく変動する再生可能エネルギー(RE)を活用する上で、

- ① REが接続される配電系統や需要地系統における電力品質維持、潮流管理
- ② 上位の基幹系統における需給調整や電圧制御、系統安定化への寄与
- ③ 上記を、経済的・安定的に実現
などがDERMSの具備すべき機能。



DERMSと他システムのシステム構成図とその機能

出典：Holger Kley, “What is a Distributed Energy Resources Management System” (2016)

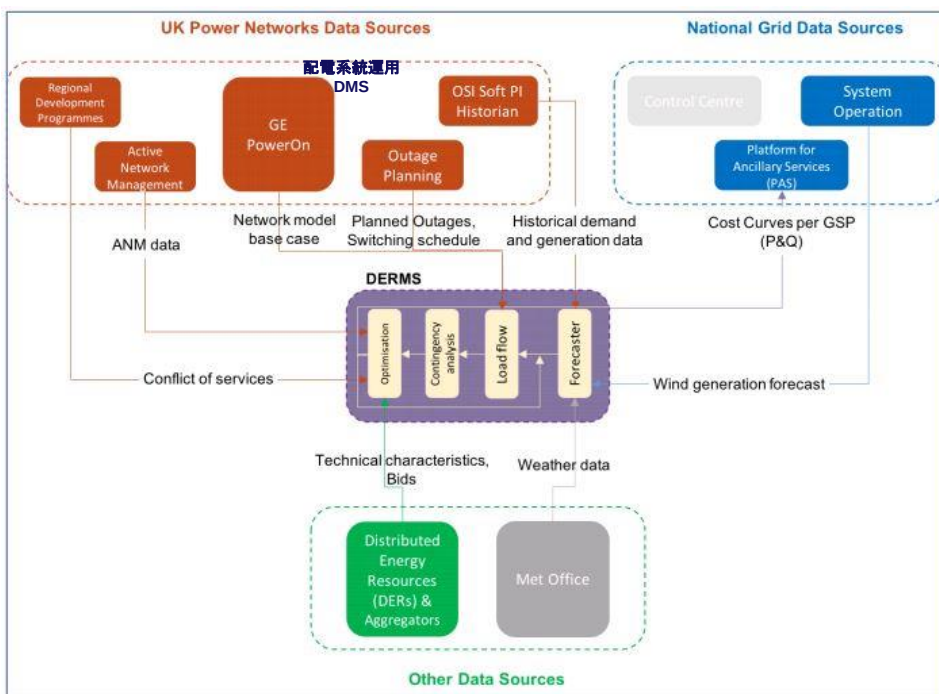
<https://www.gtai.de/GTAI/Content/EN/Meta/Events/Invest/Reviews/2016/Hannover-messe/smart-grids-forum-2016-presentation-holger-kley.pdf?v=2>

DERMSとの情報のやり取り

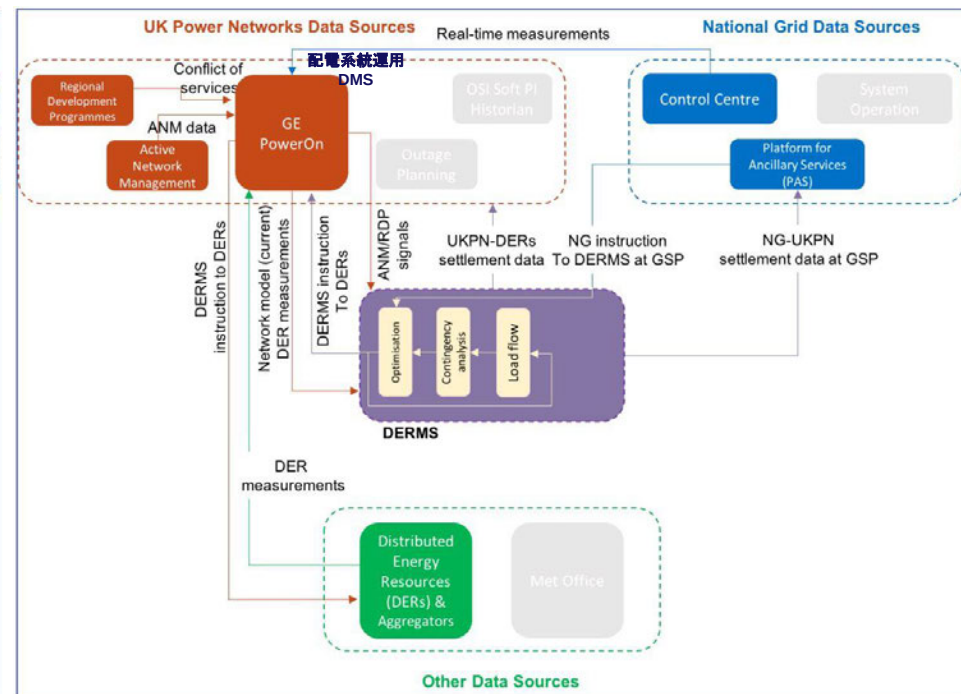
Power Potentialプロジェクト(英国)の取組例

海外実証中

① DERの出力計画時



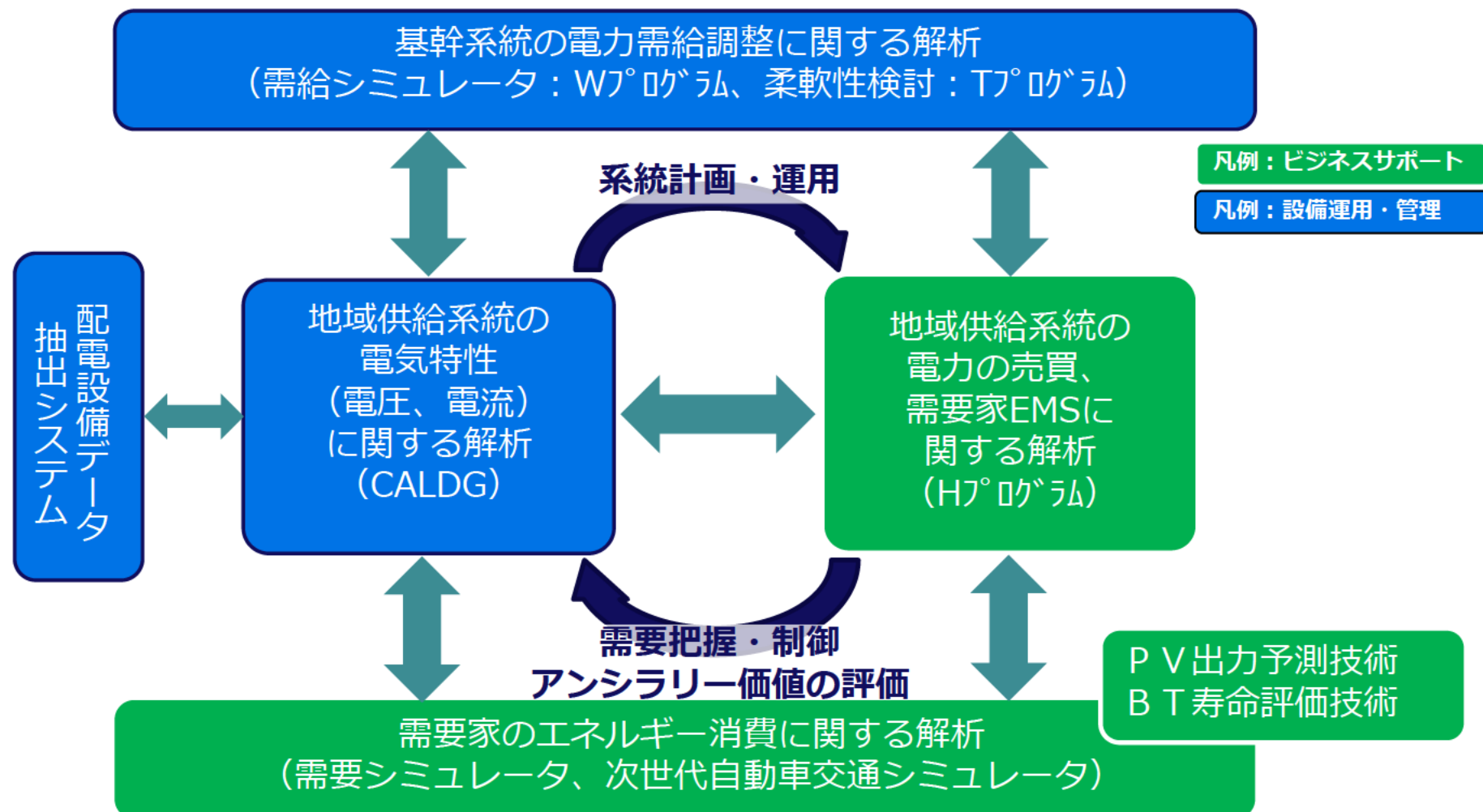
② DERの運用時



出典: National Grid: "Transmission & Distribution Interface 2.0 (TDI 2.0) – SDRC 9.2 – Commercial and Detailed Technical Design",
https://www.nationalgrideso.com/sites/es0/files/documents/TDI%202.0%20SDRC%209.2%20-%20Main%20Document_V1.0%20PXM%202017-12-22.pdf
 最終確認日 2019年1月28日

分散型エネルギー資源（DER）との協調や管理の 様々なシナリオを解析するために開発中の解析ツール群

一部は実用段階

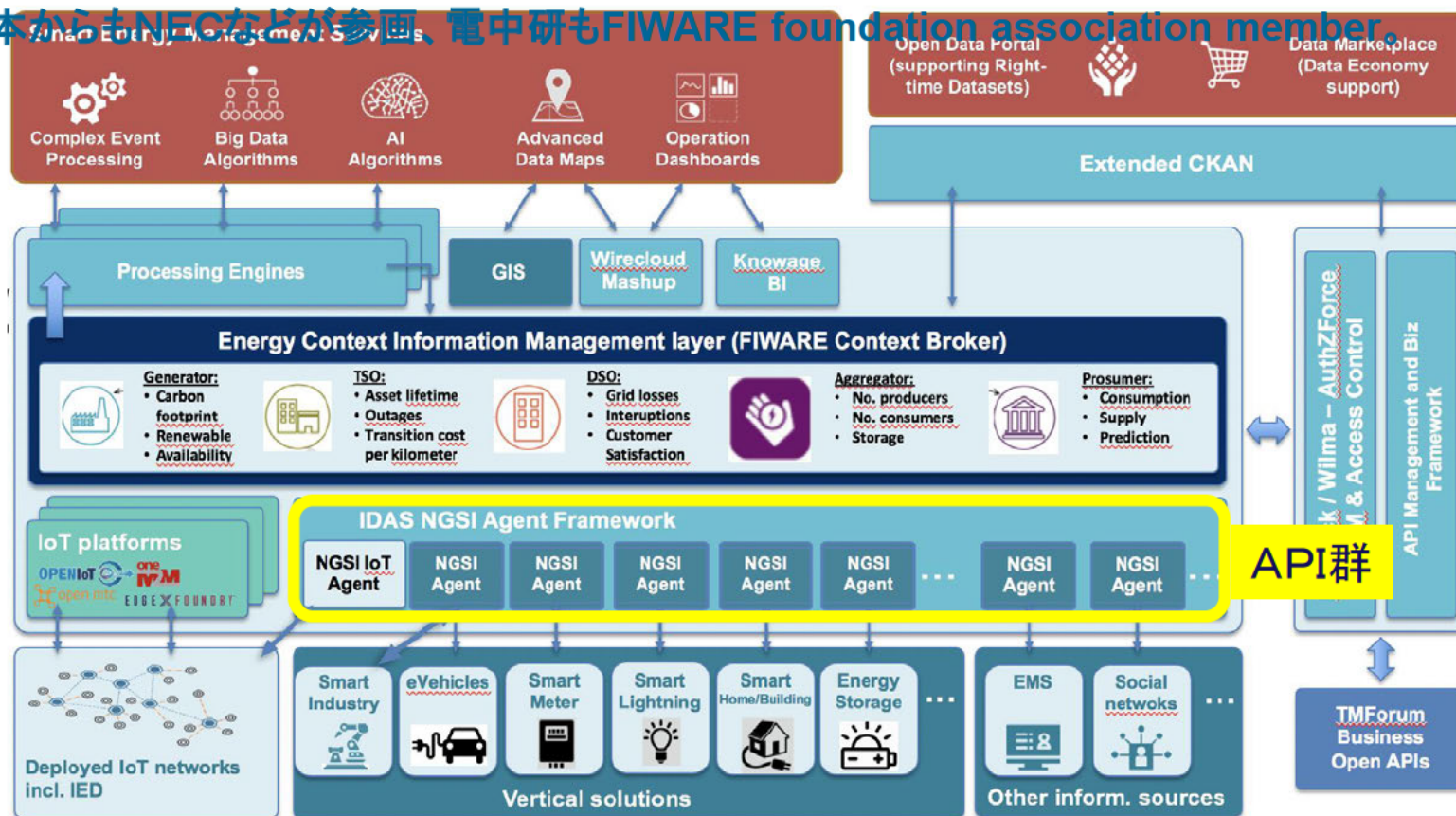


オープン・汎用 IoTプラットフォームの例: FIWARE

実用展開中

FI(Future Internet)WARE:

- ✓アプリ開発やデータ連携の標準仕様、オープンソースとして公開されているIoTプラットフォーム。
- ✓欧州連合(EU)が官民で開発・リリース。
- ✓日本からもNECなどが参画、電中研もFIWARE foundation association member。



出展: FIWARE foundation CEO Ulrich Ahle氏より提供

最後に

1. オープンAPI、あるいはFIWAREなどのオープンプラットフォームなどのIT技術やクラウド技術を活用すれば、次世代の電力需給プラットフォームとして、海外で検討されているようなDSO機能を実現できるのではないかな。
2. 分散型電源との協調や、エリアの多様化するインフラや設備群との連携を考慮すると需要地系統としての認識は有用ではないかな。
3. スマートメータデータ利用をオープンAPI化することで、多様なイノベーションをより誘発でき、地域経済の活性化などに繋がるのではないかな。ただし、ビジネスとしての成立性の検証が必須。
4. 電力・エネルギーシステムの解析やエネルギーデータ活用にあたり、経済的・合理的なデータ秘匿化技術の確立が必要となるのではないかな。
5. DERMSの要件の明確化が望まれているのではないかな。

電中研では様々な研究活動を通して、上記仮説を検証・修正しつつ、電力・エネルギー分野の新規展開に貢献して行きたい。

ご清聴ありがとうございました。