

インターネットを前提とした スマートシティー構想 ～ 住宅 ～

WIDEプロジェクト 代表
東京大学 教授
東大グリーンICTプロジェクト 代表
Live E! プロジェクト 代表
江崎 浩 (Hiroshi ESAKI)



インターネットの
構造(Structure)
実装(Implementation)
運用(Operation)
の設計思想を
他の分野に適用する。



イノベーションは 模倣・真似から生まれる

By 早稲田大学 商学学術院 井上達彦 教授

- 水平な模倣と垂直な模倣が存在する。
 - 水平 : Improvement
 - 垂直 : Innovation
- (*) 舞い上がり(抽象化)、違う場所に舞い降りる(適用)
 - 上昇の高度が高いほど抽象度が高く当たり前のことになる。
 - 上昇の高度が低いほど、真似をできるプレーヤが多くなる。
- 具体的には
 1. 先行研究のアンチテーゼ
 2. 先行研究をベースにして、違いを出す
 3. いくつかの先行研究を「組み合わせる」新たな知見を提示する。

きっかけは、熊本地震

“普通の”『住宅』って？

- ◆ “人生最大”の『お買い物』 …… 年間所得x10倍
- ◆ 40～50年 使い続ける(住む)もの …… (長期&短期) 財務面
 - ローン(借金返済) …… 10～20万円/月x35年
 - 維持費(光熱費、設備費、修繕費) …… 2～3万円/月
 - 大きな廃棄費 …… 実は、、、不良債権
 - 不良在庫・債務 …… 子供は20年で自立する
- ◆ 改修がブームらしい
- ◆ 『投資』案件らしい …… not for 個人
- ◆ 地面に縛り付けられている …… ロックオン & 固定
- ◆ 停電するとただの箱

“**将来の** 『住宅』って？”

- ◆ “人生最大”の『お買い物』・・・ **軽くしたくない？**
- ◆ 40～50年 使い続ける(住む)もの・・・(長期&短期) **財務面**
 - ローン(借金返済)・・・
 - 維持費(光熱費、設備費、修繕費)・・・
 - 大きな廃棄費・・・**実**
 - 不良在庫・債務・・・**子****専用&永久利用 = 排他的資源
→ 共有資源(Sharing Economy)
にしたくない？**
- ◆ 改修がブームらしい **Software Defined にしたくない？
(e.g., 3Dプリンター、IoT)**
- ◆ 『投資』案件らしい・・・ **動けるようにすればあ？**
- ◆ 地面に縛りつけられている **そういえば、昔は家は石に載ってたような...**
- ◆ 停電するとただの箱 **PV & EV, 災害時にも使えるじゃん!!**

Connected Lego-Trailer House

1. 「建屋」と「土地」の分離
2. 「建屋」が移動可能になる
 - ① 不動産 → 動産
 - ② 持ち主の {ライフタイム} 財務構造変革・改善
 - ③ 取り壊しコストの削減(消滅□)
 - ④ 物理トポロジーの変更(コンパクト化&再配置)コストの削減

{ライフタイム}財務構造変革・改善

a. 子供の独立による「不良在庫」&「不良債務」

- リース市場、中古トレーラハウス市場
- 災害時のための住宅資源プール

終活への
経済負担

b. 「空き家」を民泊利用, e.g., Airbnb

c. 高齢化に伴う「医療・福祉施設通い」のコスト

- 自宅(トレーラハウス)が施設近傍に移動
 - ✓ 緊急対応(救急車) & 常時対応(移動車) への貢献

Connected LEGO-Tolailer houses



Unit for Community Center

Unit for Residence Space

Unit for Medical Center



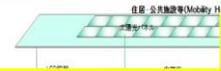
trailer house is a mobility home with smart energy

Pluggable & Resilient with Smart Energy, ...
a city, T-Village looks for...

Unit for Shopping Center

Unit for Energy & Utility





We call
“T-Village”

構成 (Awesome Structure)



共楽貢生

- 共(生) : Eco-System (Symbiosis)
- 楽(しむ) : Enjoy/Entertainment
- 貢(献) : Contribute (to the Earth)
- 生(きる) : Survive (against disaster case)



use is
home
energy

インターネットの戦略的武器(ツール)

“Sharing Economy”

1. デジタル化(Digitization)

- a. 媒体非依存性による **水平型構造 (Not Silo型 垂直結合構造)**
- b. **水平方向の移動能力(Horizontal mobility)**
- c. ロングテール & **PULL型ビジネス構造**のためのアウトリーチコストの超低減

Information Sharing

2. すべてが透明に繋がった (End-to-End with Transparency)

- a. Nomadic collocation and cooperation for **dynamic**
- b. **One asset for multiple-purpose** with stupid/
- c. **Production at end** from “code”(=program) transferred via Cyber space

“Sharing Economy”
with Open Data

3. 共有資源化(Open for Transparent Use of Common Assets)

- a. **相互接続性(Interoperability)** for cooperation/collaboration
- b. **蓄積場所(Repository)**, which any user can access and **how to use it is up to you**

ライフタイム(生涯) ログ の価値

- これまでの ログ は、
 - 分野・目的に特化し、専用利用 == Exclusive(→非効率)
 - アドホックな イベント駆動型 (検診、レース など)
- 「常時 ログが 収集される」ことを前提に
 - ログ の 中立性 (→ いろいろな目的に利用可能)
 - (*) クリアリングハウス(for 中立性)には、“信用” が必要
 - 「生涯」のケア → 顧客ロックイン



スプリンクラーのシナリオの、
「次」のシナリオは作れないか？

{火災保険 との} One2One マッチング



他の目的と相乗リ(→ Sharing Economy)

Society 5.0

内閣府

科学技術イノベーション総合戦略 2016

<http://www8.cao.go.jp/cstp/sogosenryaku/2016.html>

(Society 5.0 の推進), at P.03

- 第5期基本計画においては、新たな経済社会であるSociety 5.0 の実現に向けた取組の推進を掲げた。Society 5.0 とは、
 - サイバー空間とフィジカル空間を高度に融合させることにより、
 - 地域、年齢、性別、言語等による格差なく、多様なニーズ、潜在的なニーズにきめ細かに対応したモノやサービスを提供することで経済的発展と社会的課題の解決を両立し、
 - 人々が快適で活力に満ちた質の高い生活を送ることのできる、人間中心の社会である(この言葉には、こうした社会の実現に向けた取組を推進していく意味が込められている)。科学技術イノベーションには、Society 5.0 の深化と推進を先導する役割が期待されている。
- すなわち、Society 5.0 は、ドイツの「インダストリー4.0」に見られる産業競争力の強化といった産業面での変革に加え、経済・社会的課題の解決という社会面での変革も含めた概念である。

ビッグデータ解析・人工知能
実現の大障壁・障害

“De-Silo-ing”

“既得権益”

垂直統合型モデル
(閉域システム)

水平統合型モデル
(連携・協調プラットフォーム)

IT & Internet 業界で起こったこと

➤ 「ユーザ主導」によるビジネス構造の破壊的な再構築

➤ Silo(Stove&Pipe)ビジネス構造の破壊

➤ オープン技術 (独自技術の活かし方)

De-Silo-ing

➤ **データはユーザーのもの**

➔ (End-to-End, Transparency, Neutrality)

➤ 継続的な PUSH型構造から**PULL型構造**への変革

➤ グローバル・ビジネス

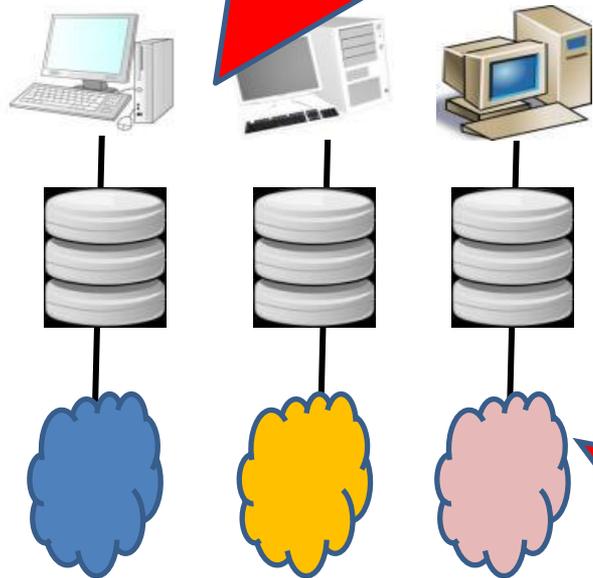
➤ Digital Defined (= **Native Digital, Digital{Cyber} First**)

ところで、、、 IoTデータを収集するシステム

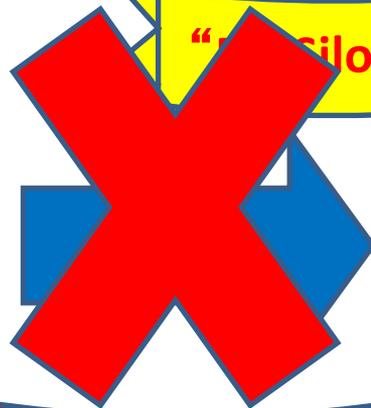
- なかなか動かない Un-licensed Band (無線アクセス)。。。。
 - LPWA、、、、{現状}ちゃんと動きません。。。。
 - 東京電力のスマートメータ (6LowPAN with 900MHz帯)、、、、、動きませんでした。。。。
 - ➔ 九州電力は、au/KDDI LTE で 良好動作!!!
- というわけで、Licensed band の 4G と 5G で !

ところが、、、現実には、、、

ビッグデータ解析・人工知能
実現の大障壁・障害



垂直統合型モデル
(閉域システム)



“Silo-ing”

“既得権益”



水平統合型モデル
(連携・協調プラットフォーム)

皆さんの合言葉

- ふざけるな、『随意』
 - ✓入口は安いが、
 - ✓サイバーセキュ
 - ✓高機能化 不可能
 - ✓データアクセス 不可能 (大企業、ビッグデータ)
- ちゃんと頑張ってくれ ゼネコン！
 - ✓拒否力に溢れる Tier 1 サブコン。。。。(怒)

Teir1 空港
データセンター
Shopping-Mall
等々

頭にくる 常套手段(=ビジネス慣習)

1. **オープン技術を用いることでも、ご希望の要求は満足することができますが、弊社の技術・製品によって、同様のことが、より安いコストで実現可能です。**

(*) ライフタイムコストでは、逆に、大きなコスト負担となる場合が、少なくない。

頭にくる 常套手段(=ビジネス慣習)

2. ご希望の機能を提供することは、「不可能」です

(*) 実は可能でも、不可能と主張される場合が、少なくない。

3. ご希望の要求を満足するための修正は、不可能ではありませんが、

- ① このくらいの {大きな額の}、{システムの動作検証を含む} 開発費用が発生しますので、この費用のご負担をお願いしなくてはなりません。

頭にくる 常套手段(=ビジネス慣習)

- ② 修正に伴い、システムの維持管理に必要な 保守費用が、このくらい {大きな額} 増加することになります
- ③ 納品したシステムとは、その構成が異なったものになってしまいますので、関連する部分に関する「契約時の動作保証」は“不可能”となります。
- ④ セキュリティー面での問題が発生してしまいます。ご希望の修正を行った場合には、セキュア (安全な) 稼働を保証することは不可能です。

(*) そもそも、セキュリティ対策は考慮されていない場合が多い

『オープン調達への提言』

1. 相互接続性
2. 外部との接続を前提
→ “Security-by-Design”
3. 調達のオープン化
4. ライフタイムコスト
5. オーナー主導へ

http://hiroshi1.hongo.wide.ad.jp/hiroshi/papers/2016/OpenFacility_Dec_27_2016.pdf

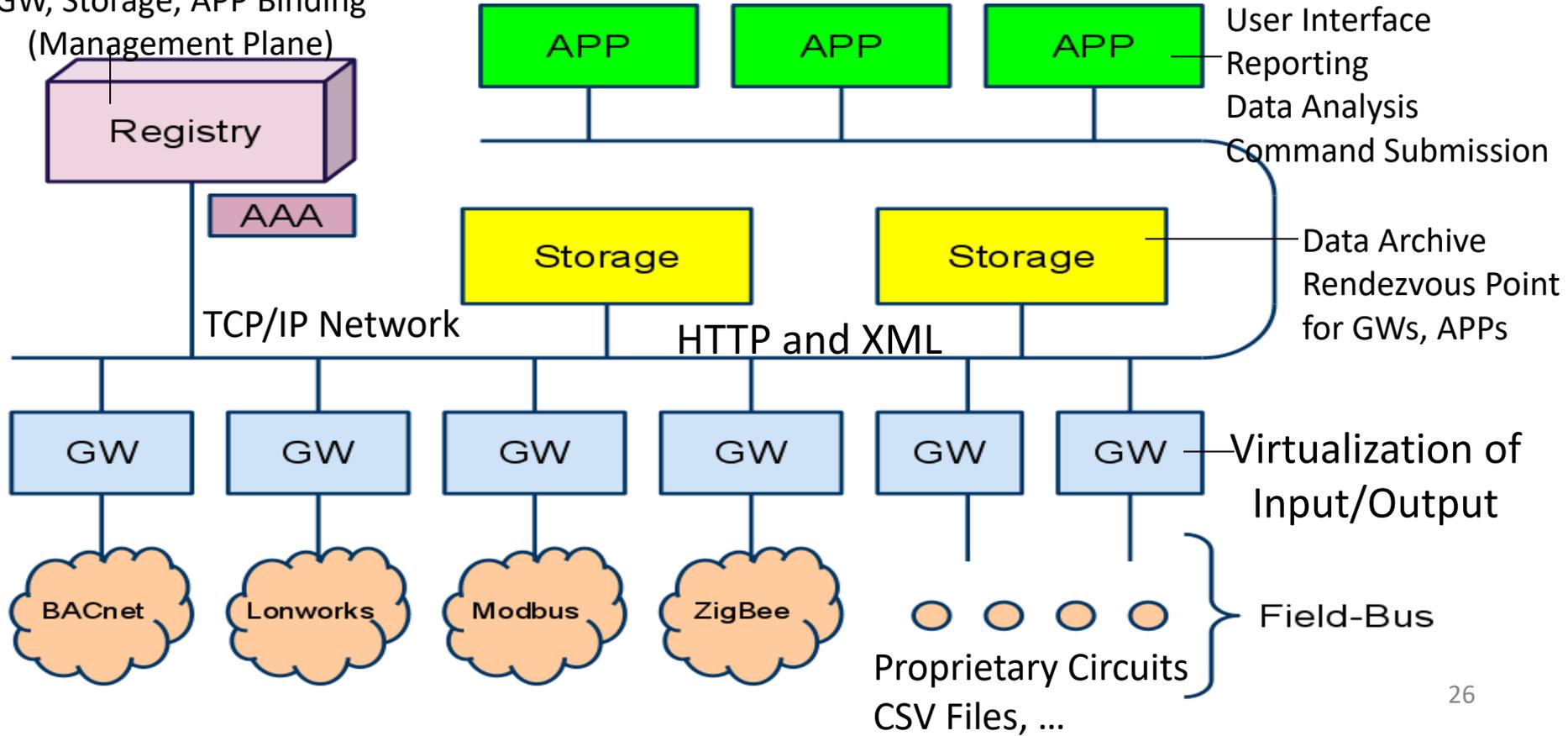
【概要】

キャンパス施設を構成するすべてのハードウェアとソフトウェアが、共通のオープンな技術仕様に基づいて相互接続し、相互にかつ自由・自律的に連携協動作可能な環境を実現することで、(1) 持続的なイノベーションと、(2) 継続的・効率的・低コストの運用、(3) 安全な継続的運用、さらに、(4) 地球環境対策に資する運用、を同時に一つの共通インフラで実現することを目指した、スマートなシステムの設計・構築と運営を実現しなければならない。すなわち、これまでの、物理レイヤからアプリケーションレイヤまでの機能が独立した独自技術を用いた各サブシステムから構成される「垂直統合型のサイロ型システム(あるいは ストープ&パイプ型システム)」を、すべてのサブシステムに共通するオープンな技術を用いて相互接続し連携動作することが可能な『相互接続性を最重要要求条件』とする「水平協調型のプラットフォーム型システム」へと、移行させることがキャンパス施設のスマート化であり、キャンパス施設の長期的観点からのライフタイムコスト¹の削減と高機能化と運用の継続性の実現に寄与・貢献する。相互接続性を最重要条件とするキャンパス施設においては、『外部システム・外部機器との接続』を前提にした、『セキュリティ・バイ・デザイン(Security-by-Design)』の考え方に従った、すべてのハードウェア・ソフトウェアに関するサイバーセキュリティ対策の実装が必須条件とされる方向を目指さなければならない²。

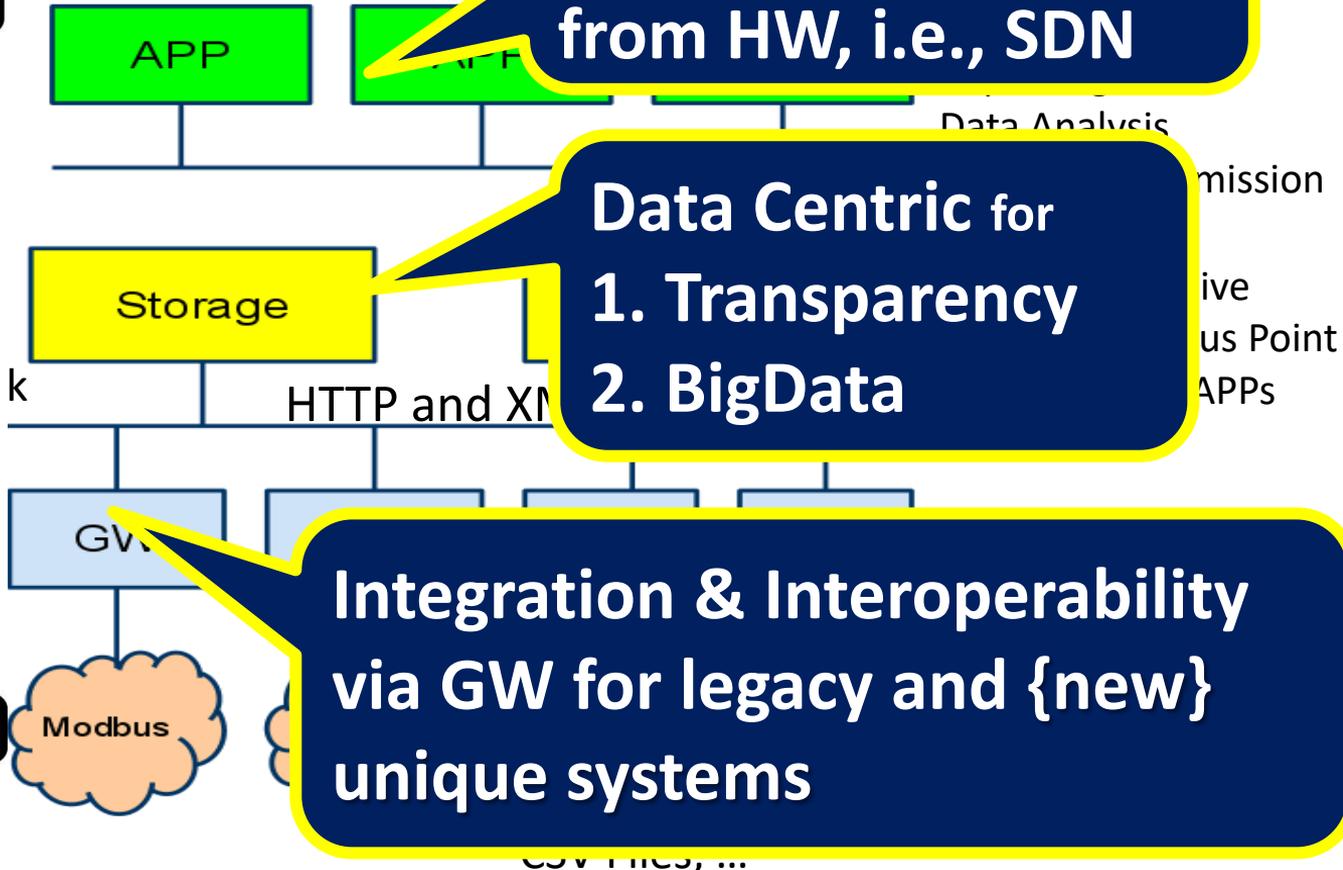
オープン化とスマート化は、キャンパス施設を構成するすべてのハードウェアとソフトウェアに関して実現されるだけでなく、これらの調達手順と運用手順のオープン化とスマート化を実現するとともに、現在の「ベンダー主導」の設計・実装・運用・管理手順を、「オーナー主導・ユーザ主導」³あるいはユーザとベンダーが密接にシステムの技術仕様

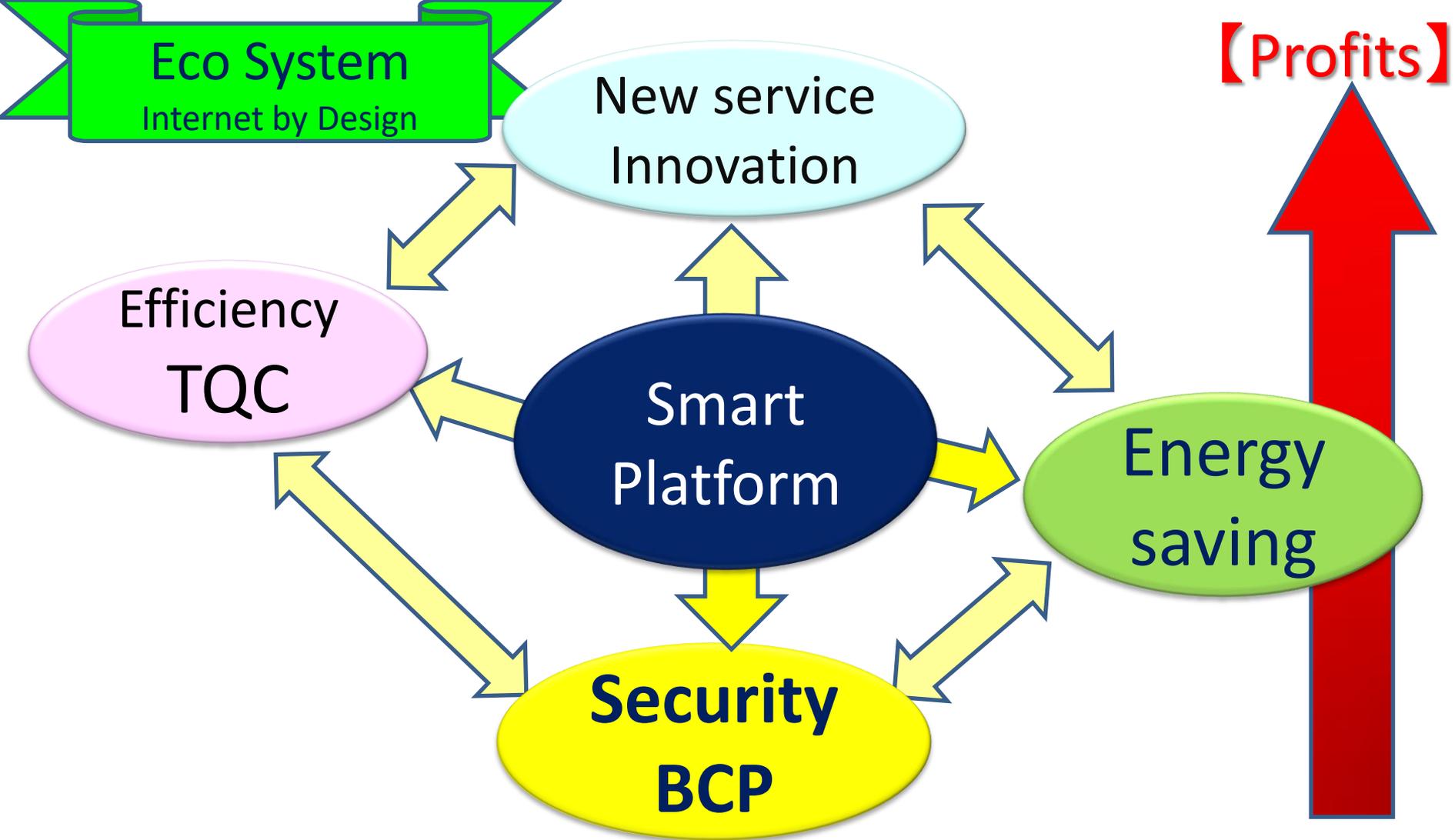
IEEE1888 System Architecture

GW, Storage, APP Binding
(Management Plane)



IEEE1888 System Architecture





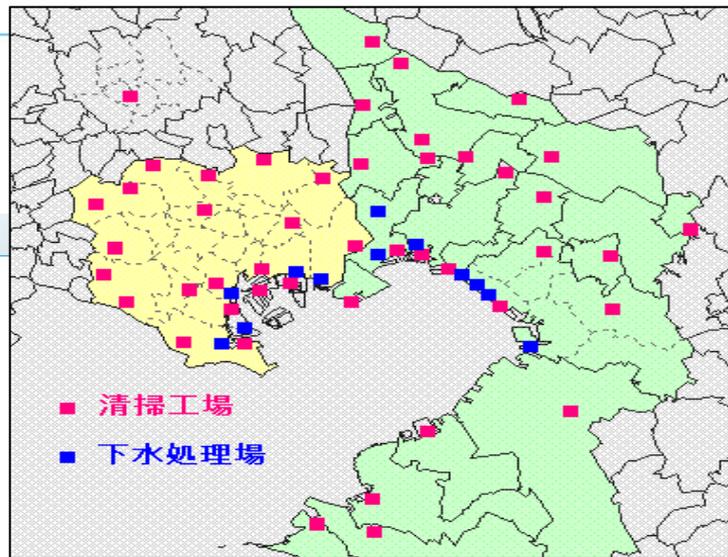
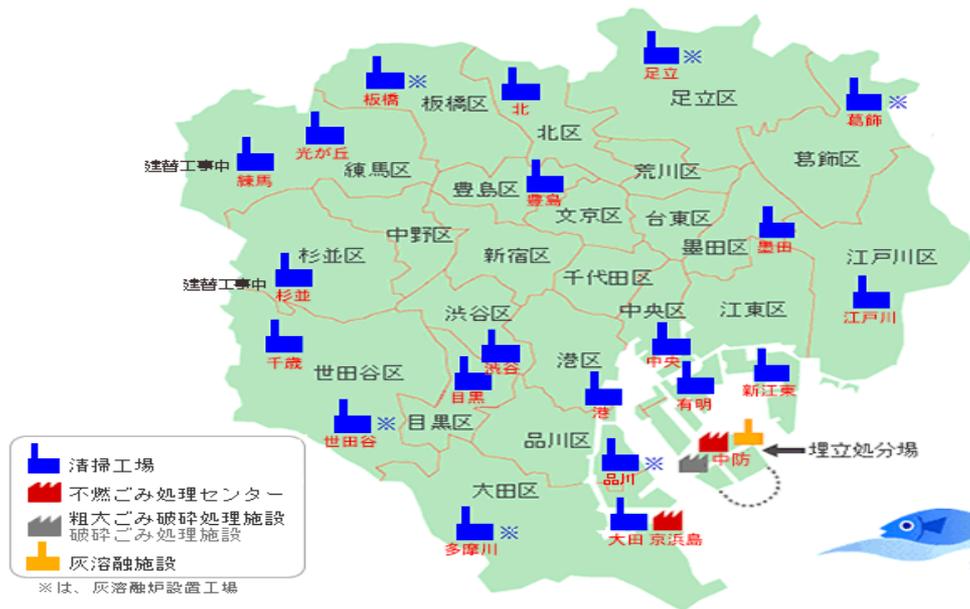
Smart and Resilient City

Smart City Design *with Internet-by-Design*

- 1. Compact City + Networking** (Ground Design 2050 by MLIT)
 - Encourage **Collocation (= “commons”)** for compact
(*) Welcome new player, new service and new co-operation
- 2. Un-bundling & Interoperability**
 - Mobility for Migration & Sharing Economy, with small hurdle
- 3. Software Defined Infra. = “Cyber Twin” → “Cyber First”**
 - Distributed clever/smart cyber brain & nerve (control-plane) with interoperable muscles (data-plane)
- 4. Information sharing for “PULL” operation and Sharing Economy**
 - PULL = Demand-chain, but PUSH = Supply-chain

東京23区の清掃工場一覧

清掃工場施設一覧

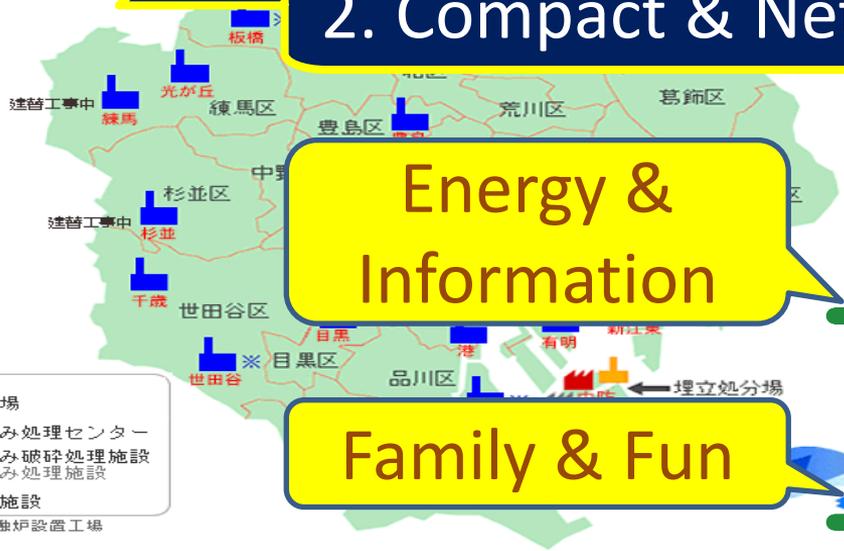
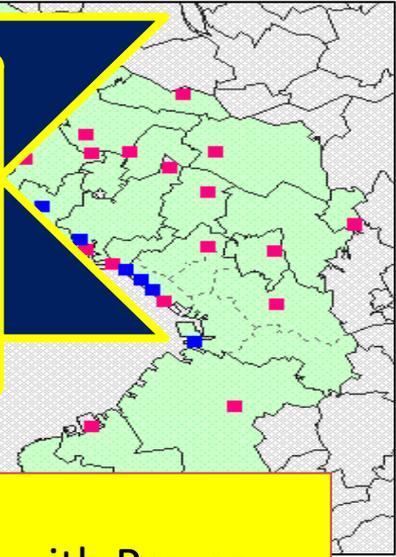


練馬清掃工場は建替えに伴い、平成22年2月から稼働停止
 杉並清掃工場は建替えに伴い、平成24年2月から稼働停止



Strategic "Collocation"

1. One-asset for Multiple-use
2. Compact & Networking



- 清掃工場
 - 不燃ごみ処理センター
 - 粗大ごみ破碎処理施設
 - 灰溶融施設
- ※は、灰溶融炉設置工場

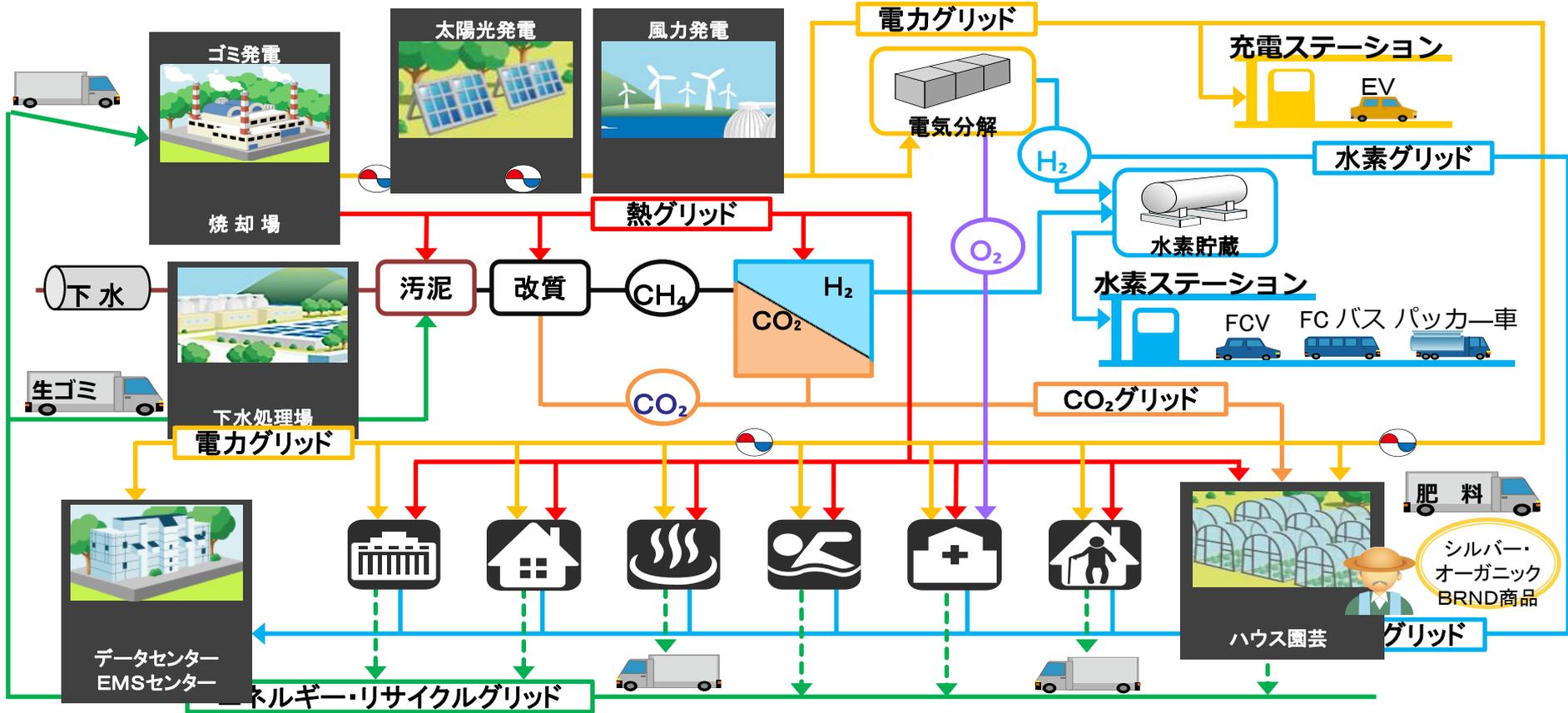
練馬清掃工場は建替えに伴い、平成22年2月から稼働停止
 杉並清掃工場は建替えに伴い、平成24年

Energy & Information

Family & Fun

Safety

- <Co-Location>
- ✓ Garbage Plant with Power Generator
 - ✓ H₂ Generator
 - ✓ Data Center
 - ✓ **Hospital**
 - ✓ **Senior Apartment**
 - ✓ **Shopping Mall**
 - ✓ **Disaster evacuation site**



LOHAS * ゼロエミッション * エネルギー自立型コンパクトシティ

- 非常時・自立して1週間暮せる町
- 高齢者が自然に接して生産活動できる街
- 市民エネルギーと生活情報提供運営企業体創成

{さらに} 電気自動車の強烈なインパクト

◆ 『家』が動くと

➤ 不動産が『動産化』… アンバンドル = Silo → 水平化

◆ 自動車の革命 → 家への革命

➤ 高品質・低コスト・小容積

例：大容量・大出力の移動可能な{直流}エネルギー源

➤ 大きな計算能力(含人工知能) & アップグレード可能

➤ 情報収集(生涯情報収集蓄積 for Future)

◆ 資産管理モデルのイノベーション

➤ 『車』では、既に起こっている。。。。時間粒度の違い

➤ Sharing Economy (Shared Car → Shared House)

原子力発電	旧式	300～500 MW
	現在	1.0 ～ 1.5 GW
火力発電 (黒部ダム)		335 MW
水力発電		500MW ～ 1.0 GW

日産リーフ	常時	225 MW
	ピーク	750 MW



HONDA FCV
30 kW (持続)
100 kW (ピーク)



日産リーフ: 常時 30 kWh / 台
 累計販売台数: 35万台(Worldwide)
 75,000 台(国内)
 (*) as of Sept.2016.

日産リーフ (100台)	常時	3 MW
	ピーク	10 MW



テスラ家庭向け蓄電装置
13.5KWh
来年約70万円で発売予定

Amzon Web Service向け Tesla リチウムイオン蓄電池センター 4.8MWh



Above: Tesla's utility storage.

Image Credit: Tesla



テスラ家庭向け蓄電装置
13.5KWh
来年約70万円で発売予定

出所 : Tesla Energy <http://www.teslamotors.com/presskit/teslaenergy>
出所 : http://www.gizmodo.jp/2015/05/power_wallpower_packgigafactor.html

米国APPLEデータセンタは、再生可能エネルギーで稼働



Katie Fehrenbacher/Gigaom
メイデン、ノースカロライナ州のデータセンターの隣にあるアップル社の燃料電池ファーム



Katie Fehrenbacher/Gigaom
メイデン、ノースカロライナ州のデータセンターの隣にあるアップル社の太陽農場

燃料電池と太陽光発電(計20MW)

2012年以降、すべてのAppleのデータセンターに供給される電力は、再生可能エネルギー資源で100パーセントまかなわれています。

出所: DataCenterKnowledge

APPLEと環境 <http://www.apple.com/jp/environment/renewable-energy/>



Katie Fehrenbacher/Gigaom

ノースカロライナ州のデータセンターから15マイル程度、Appleの第二の太陽農場

Connected Lego-Trailer House

3. 「エネルギーの蓄積源」になる

- ① Demand Response & 『上げDR』
- ② VPP (Virtual Power Plant) by connected

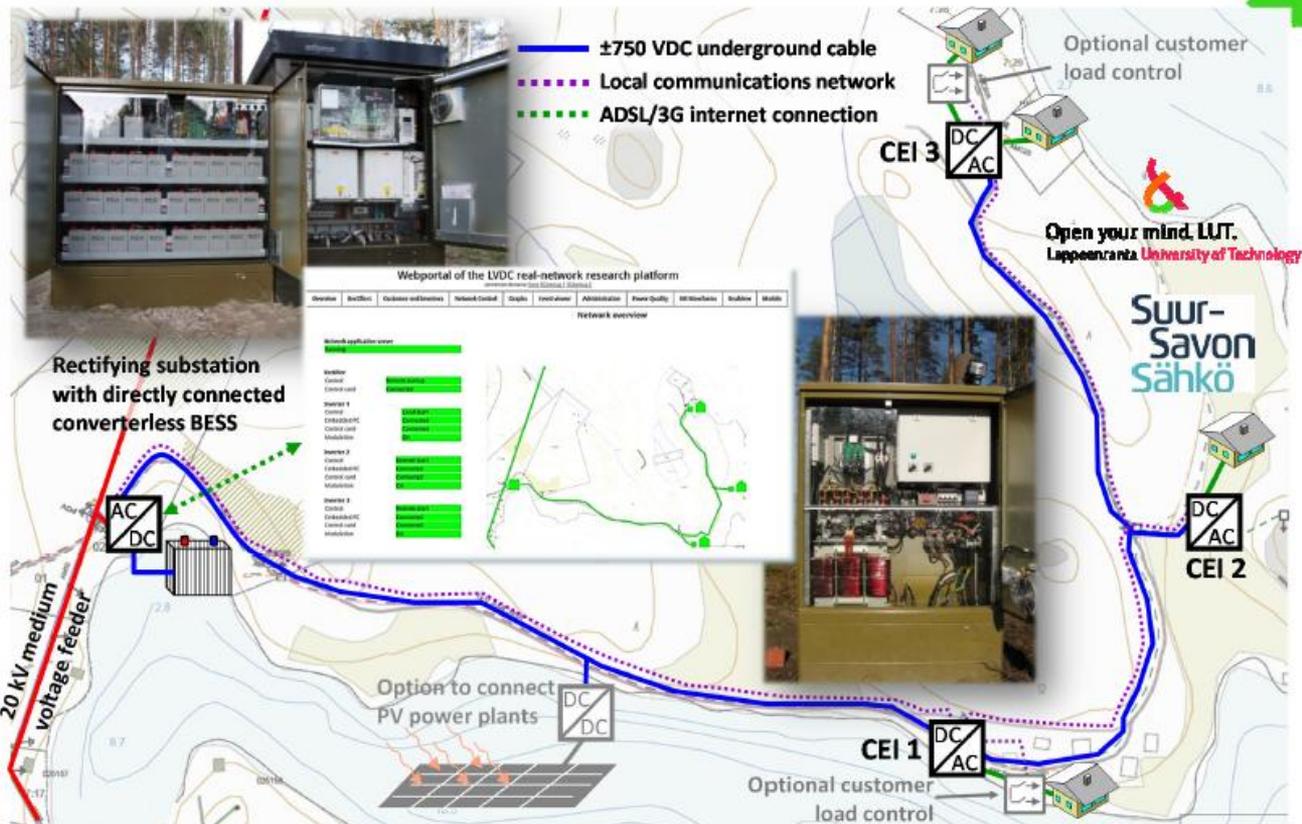
日産リーフ (100台)	常時	3 MW
	ピーク	10 MW

Innovation on Electrical Utility System
-- DC Power System with Renewal Energy --

LVDC Research Site by LUT and Suur-Savon Sähkö Oy



2012



Nuutinen, P., et. al. "Research site for low-voltage direct current distribution in an utility network - structure, functions, and operation". *IEEE Trans. Smart Grid*, vol. 5, no. 5, pp. 2574-2583, 2014.

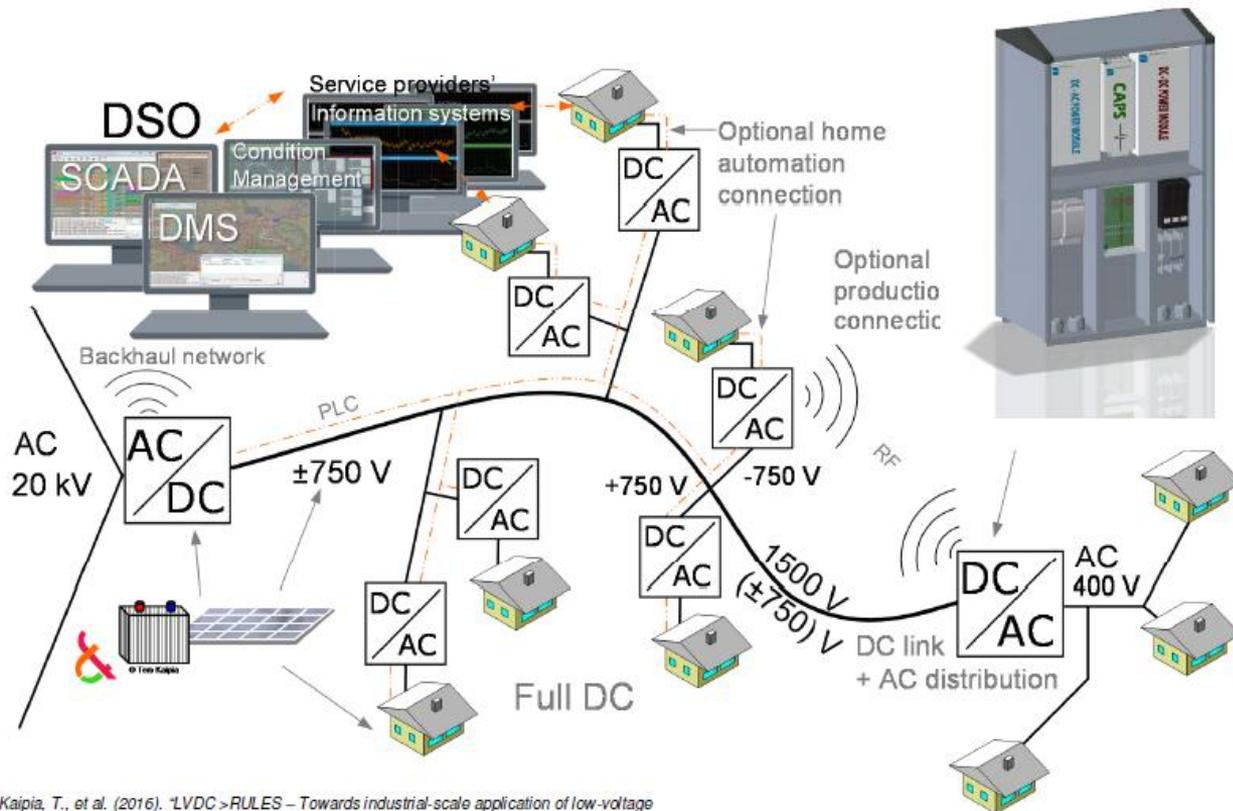
Next installation: LVDC RULES pilot 2017



Saves Your Energy



ELENIA



Kaipia, T., et al. (2016). "LVDC > RULES – Towards industrial-scale application of low-voltage direct current in public power distribution". In Proc. of CIRED 2016.



大容量・高密度
モバイル蓄電池



“**将来の** 『住宅』って？”

- ◆ “人生最大”の『お買い物』・・・ **軽くしたくない？**
- ◆ 40～50年 使い続ける(住む)もの・・・ (長期&短期) **財務面**
 - ローン(借金返済)・・・
 - 維持費(光熱費、設備費、修繕費)・・・
 - 大きな廃棄費・・・ **実**
 - 不良在庫・債務・・・ **子****専用 & 永久利用 = 排他的資源
→ 共有資源(Sharing Economy)
にしたくない？**
- ◆ 改修がブームらしい **Software Defined にしたくない？
(e.g., 3Dプリンター, IoT)**
- ◆ 『投資』案件らしい・・・ **no** **動けるようにすればあ？**
- ◆ 地面に縛り付けられている **そういえば、昔は家は石に載ってたような...**
- ◆ 停電するとただの箱 **PV & EV, 災害時にも使えるじゃん!!**

Internet by Design

1. グローバル → 「国」はステークホルダの一つ
2. 地球上で唯一 → 「つながること」を前提(encourage)
3. 選択肢の提供 → 敢えて「最適化」しない
4. 動くものを尊重 → 「原理主義」ではなく「実践主義」
5. ベスト・エフォート → スポイル(安心)せず、上限なし
6. 透明性と「エンド・ツー・エンドの原理」
→ 知識・知恵の「共有」と自力解決
7. ソーシャル性 → One for All, All for One
8. 自立・自律システム → 多様性の尊重(生残る種)