



プラットフォーム事業者としての 今後のエッジコンピューティング のあり方について

@エッジコンピューティング環境を考慮した
次世代IoTプラットフォームに関するパネル

<https://www.sakura.ad.jp/>

DAY

2019/11/28

COMPANY

さくらインターネット株式会社

DEPARTMENT

さくらインターネット研究所

NAME

上級研究員 菊地俊介

- 本資料では
 - さくらインターネット研究所のエッジコンピューティングに向けた取り組みについて紹介する。
- 本資料の構成
 - 【参考】超個体型データセンターコンセプト
 - エッジコンピューティングの整理・分類
 - エッジコンピューティング（PF）の研究開発計画

菊地 俊介 (東京都出身、品川区在住)



@kikuzokikuzo

<https://note.mu/kikuzokikuzo>

<https://www.facebook.com/kikuzokikuzo>

所属 さくらインターネット研究所

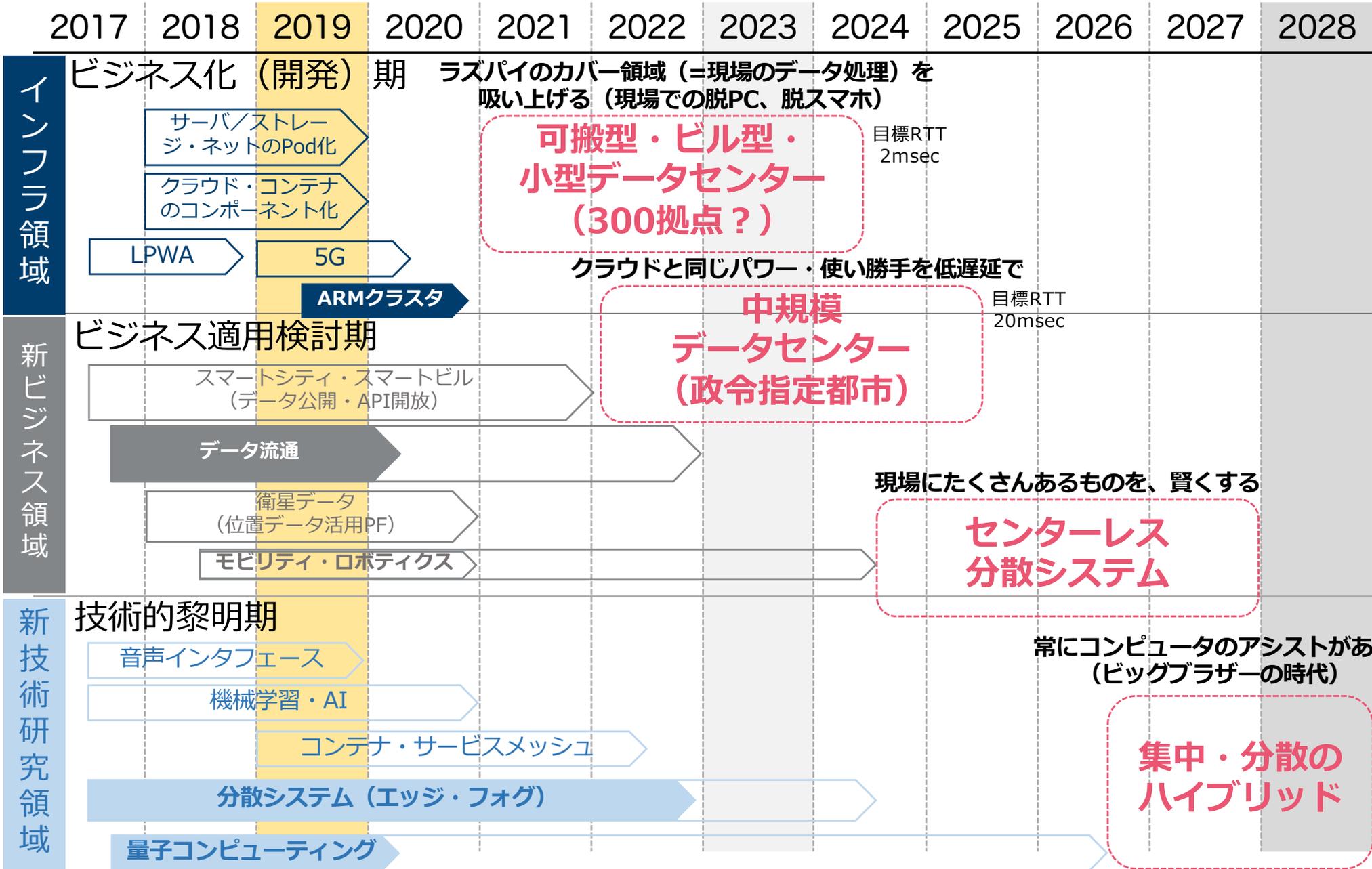
学歴 早稲田大学大学院 理工学研究科
電子・情報通信学専攻 修士課程修了
早稲田大学大学院 国際情報通信研究科 博士課程単位取得退学

職歴 富士通 (株) 富士通研究所に就職
ネットの研究やったり、SEやったり、
NICTに出向したり、トイレIoT作ったり
さくらインターネットに転職
データ流通 (含む情報銀行)、OpenFogコンソーシアム、
量子 (アニーリング) コンピュータ、AR/VR、モビリティ

専門 エッジ・Fogコンピューティング
(分散系システムのあたり)

趣味 新技術調査、車、鉄道、読書、最近はガンブラ作り

情報システムはスマホから飛び出し、現場（環境）に溶けこんでいく。



超個体型データセンター : Super Organism Data Center

序文

- クラウド時代の一極集中構造が限界に達し、エッジコンピューティングによる半集中の階層構造を利用しつつも、さらに分散化が進み、あらゆるデバイスや場所にデータセンター的な機能が溶け込んでいく。
- しかし、各コンピューティングは独立した個体として機能しながらも、総体としては統率されているようにみえたり、小・中規模データセンターがハブとなって結果的に全体がうまく繋がれ、構成されていく。その様は、分散された各個体と集中する各個体が群体をなしており「超個体的」であるといえる。
- 各コンピューティングが自律的に分散と集中のハイブリッド構造をとるような環境を「超個体型のデータセンター」、各データセンターを総体として透過的に扱えるOSを「超個体型データセンターOS」と定義する。

1. 現在はデータセンターに巨大なコンピューティングリソースが存在しているが、今後は、レイテンシ・セキュリティ・コスト等の要件から、**あらゆる場所や社会（組織）にコンピューティングリソースが溶け込んでいく**ことになる。
2. それら分散したコンピューティングリソースは、単独でコンピューティングパワーを提供するにとどまらず、その場所や社会の要求に応じて、**自律的に、分散あるいは有機的に結合**し、現場・クラウドそれぞれが**縦横に結びついたハイブリッド構造**をとれるように機能する。
3. そのようなシステムにより実現されるものは、人々の身近に存在し、リアルタイムかつインテリジェンスにユーザを支えながら、しかし同時にバックエンド側が有機的に結合することにより、かつてないマシンパワーとリソース量を動員することで**現場最適かつ全体最適**をも実現する**Super Organism World**である。
4. さくらインターネット研究所はこのようなビジョンのもと、Super Organism Worldを実現する**超個体型データセンターシステム**やそれを統括管理する**超個体型データセンターOS**等の研究開発を推進していく。

- さくらインターネット研究所では、「**超個体型データセンター**」コンセプトの実現に向けた、様々な研究開発を実施中。
- 超個体型データセンターOSを作ろう！ということから、分散OSを作るにあたって必要となる様々なコンポーネントについて広く検討中。
 - プロセス管理
 - ストレージ管理
 - ネットワーク制御
 - デバイス制御
 - 監視手段
 - ...
- 超個体型データセンター実現の観点から、エッジコンピューティングをトップダウンで分析・分類し、研究開発ターゲットを決定。

} このあたりが、エッジコンピューティングにマッチする。

ここでは、エッジコンピューティングを以下の2つの観点から分類した。

- ・ 推進事業者、領域による分類
- ・ 機能レベルによる分類

- 推進事業者、領域による分類
- 機能レベルによる分類

- 「エッジコンピューティング」は、それを語る人のバックグラウンドによって内容が異なり定義は曖昧。ここではこのように分類する。

分類	MEC型	IIC型	クラウド延伸型
説明	携帯電話の基地局のコンピューティングリソースを活用	産業システムを母体にエッジの標準化を目指す	クラウドのエコシステムをエッジ領域に延伸しようとするもの
推進団体・組織	MEC (Multiaccess Edge Computing)	IIC (Industrial Internet Consortium), EdgeX Foundry	AWS Greengrass, Azure IoT Edge, Google Cloud Iot Edge
階層	3 (クラウド、エッジ、デバイス)	3~ (クラウド、エッジxN段、デバイス)	2~ (クラウド、エッジxN段、デバイス(0~N段))
エッジの所有者	携帯電話事業者など。単一事業者。	そのエッジ領域の管理者(工場管理者等)	個々のエッジシステム(小領域)の所有者
備考		OpenFogコンソーシアムなどもここに入る	

- 飯田勝吉: エッジコンピューティング研究開発の現状と今後の課題 (インターネットアーキテクチャ), 信学技報, Vol. 117, No. 187, pp. 25-30 (2017).
- 秋山豊和, 他: エッジコンピューティング環境を考慮したDataflow platformにおけるコンポーネント管理方式と配備戦略, Webシステムアーキテクチャ研究会, 2019/04/13

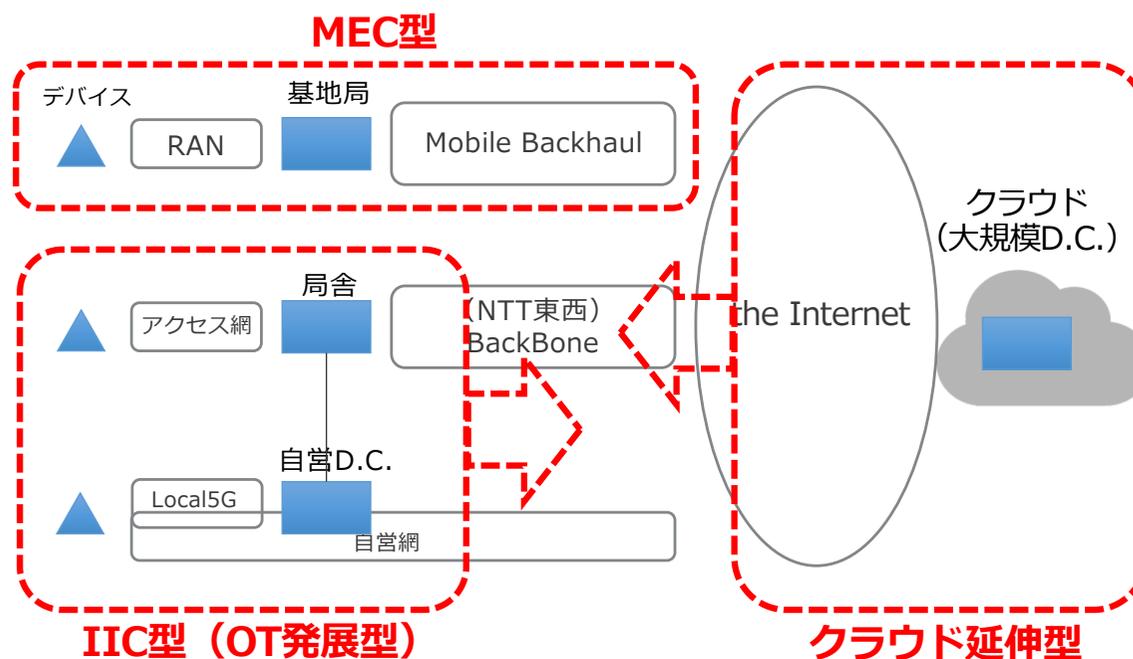
- エッジコンピューティングは、ユーザの近傍に進出するために、必然的に「**メディア（アクセスネットワーク）**」が必要。
- アクセスネットワークとの関わり方（誰が推進するか）から、エッジコンピューティングを3種に分類。

3種のアksesネットワーク

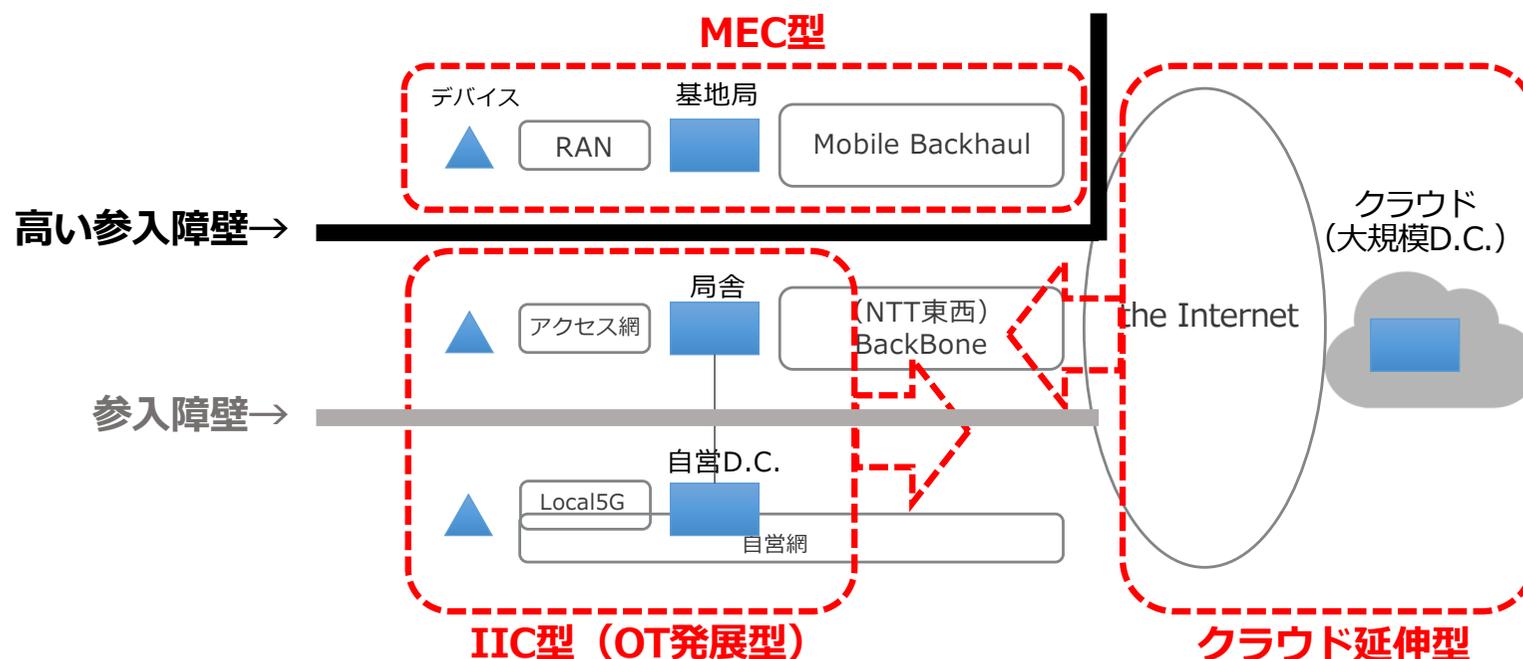
モバイル（キャリア）ネットワーク

有線（キャリア）ネットワーク

自営（有線）ネットワーク



- アクセスネットワークを超えてエッジをつなげるのは現実的にはかなり難しい。
 - →単一のエッジコンピューティングPFがすべてを制覇するというのは現実的ではない。
 - (クラウド事業者が携帯電話事業者と手を結ぶ→悪夢のシナリオ)



- ・ 推進事業者、領域による分類
- ・ 機能レベルによる分類

- エッジコンピューティングとは？

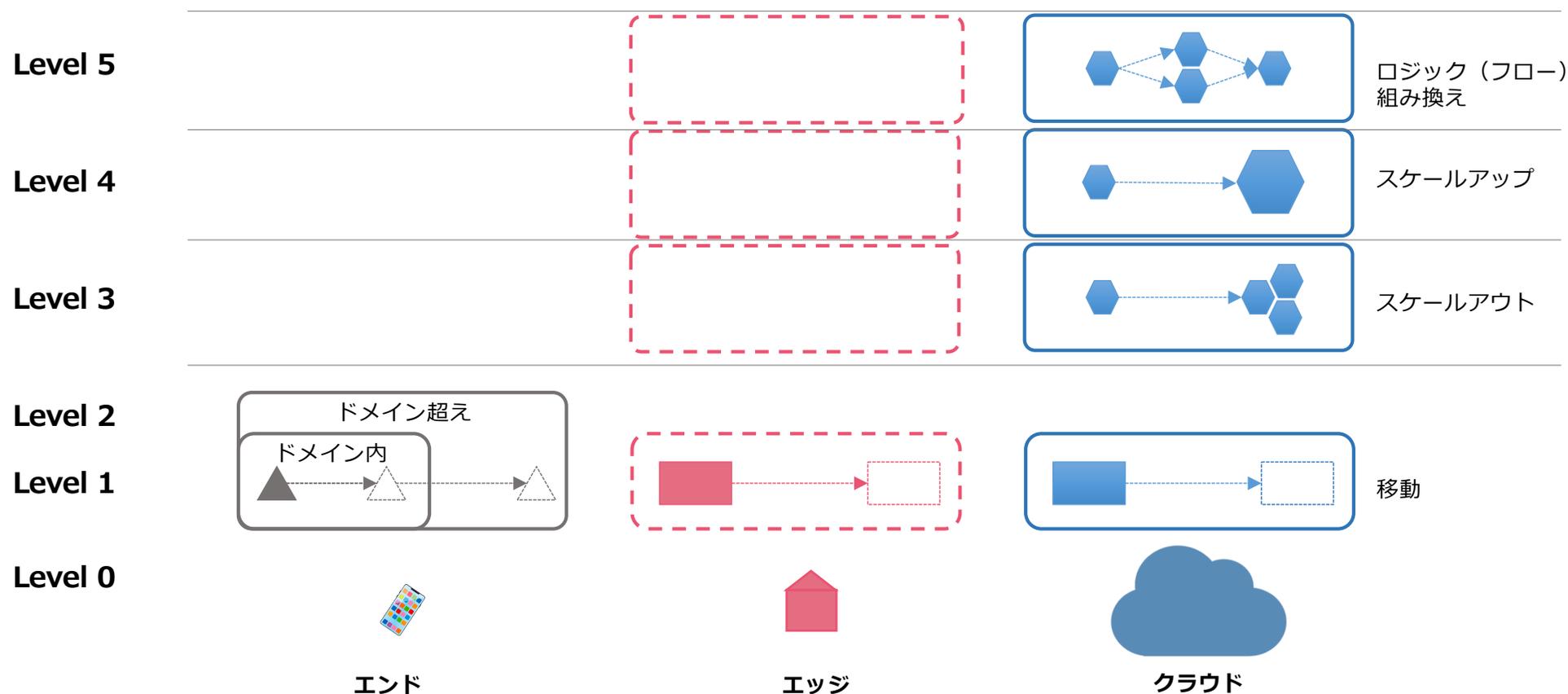
最低限のコンセンサス

- ユーザ近傍（エッジ）にコンピュータリソースを置き、低レイテンシのサービスを提供する
- エッジだけでなくクラウド（のリソース）も併用する
- それ以外は、バラバラ...
 - ユーザ（エンドデバイス）の移動に対応する
 - クラウドと同様の使い勝手で使える
 - エッジノードによって機能・性能に差がある（のを吸収できる）
 - ...

・クラウドが（で）実現している機能を整理する

レベル	内容	エンド (ネット)	クラウド
Level5 ロジック変更	ロジックを組み 替えられる。		オーケストレーション、 疎結合アーキ、マイクロ サービス
Level4 スケールアップ	処理能力を柔軟に 変えられる。		仮想化によるスケール アップ、ベアメタル
Level3 スケールアウト	処理能力を増減 させられる。		SLBによるスケールアウ ト
Level2 ノード移動 (ドメイン超え)	ノードが動ける。 OSIレイヤ3が 変わる。	LTE/Wi-Fi切替、 FMC、トンネリング	
Level1 ノード移動 (ドメイン内)	ノードが動ける。 OSIレイヤ2で 吸収する。	Wi-Fi、LTE、VLAN	VMマイグレーション

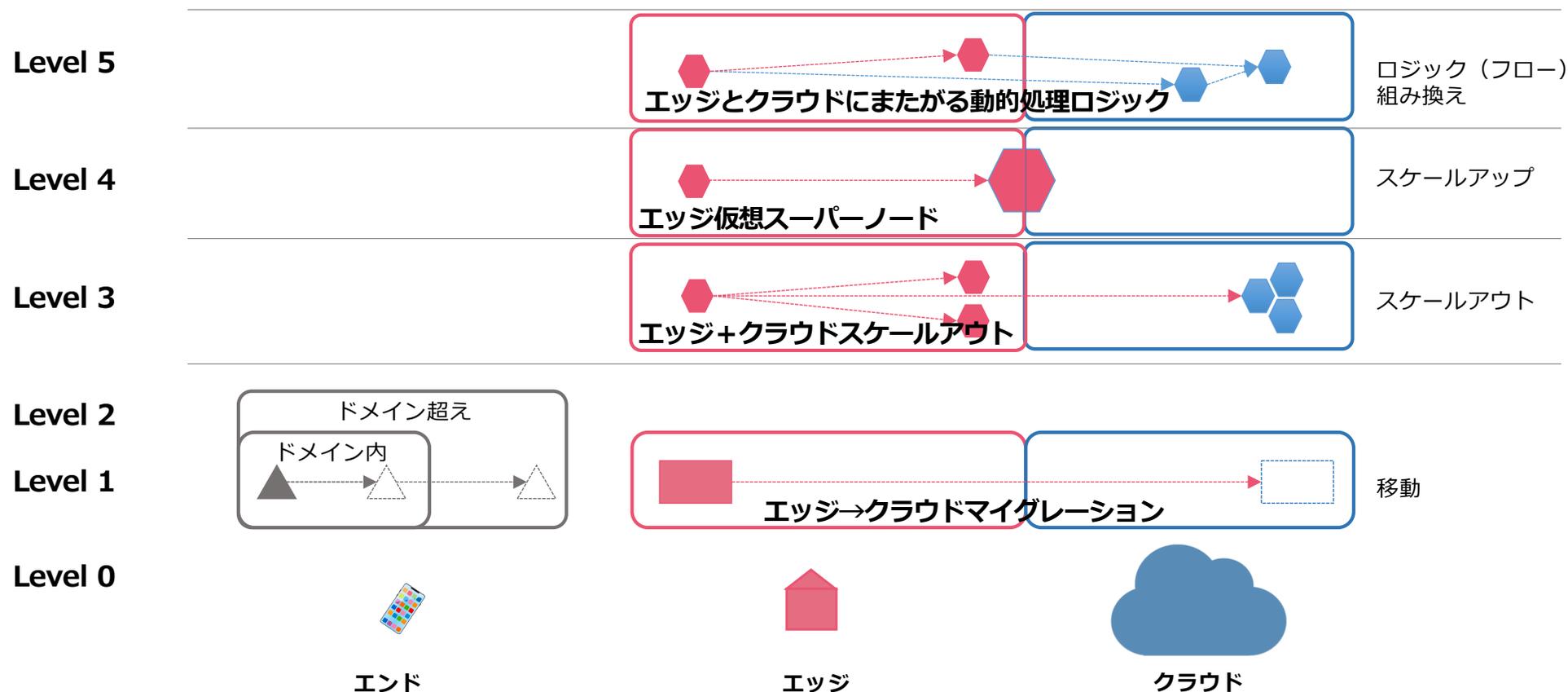
- クラウドは " レベル5" (=疎結合・マイクロサービス) まで到達



・クラウド＋エッジに拡張する

レベル	内容	エンド（ネット）	エッジ	クラウド
Level5 ロジック変更	ロジックを組み替えられる。			エッジとクラウドにまたがる動的処理ロジックを組める
Level4 スケールアップ	処理能力を柔軟に変えられる。			エッジ＋クラウド 仮想スーパーノードが使える
Level3 スケールアウト	処理能力を増減させられる。			エッジとクラウドを組み合わせ て使える
Level2 ノード移動 (ドメイン超え)	ノードが動ける。 OSIレイヤ3が 変わる。	LTE/Wi-Fi切替、 FMC、トンネリング		
Level1 ノード移動 (ドメイン内)	ノードが動ける。 OSIレイヤ2で 吸収する。	Wi-Fi、LTE、VLAN		クラウドとエッジをまたがる マイグレーション

- “エッジに拡張したレベル5”で、エッジとクラウドをまたがる動的ロジック組み換えが可能に。



- エッジコンピューティングとは？

最低限のコンセンサス

- ユーザ近傍（エッジ）にコンピュータリソースを置き、低レイテンシのサービスを提供する
- エッジだけでなくクラウド（のリソース）も併用する

- それ以外は、バラバラ...

- ユーザ（エンドデバイス）の移動に対応する →Level5
- クラウドと同様の使い勝手に使える →Level3
- エッジノードによって機能・性能に差がある（のを吸収できる） →Level4
- ...

どこまでのフレキシビリティを持たせるか？

エッジ-クラウド間でのマイグレーション（=Level1,2）は必要？

ロジック組み換え（動的なデプロイ）（=Level5）は必要か？

使い方例：ユーザの移動に合わせた処理の移動など

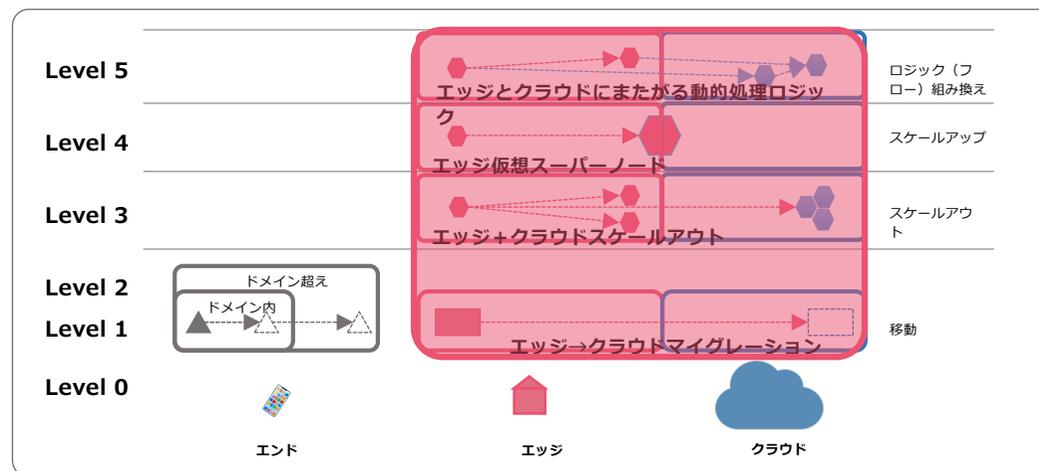
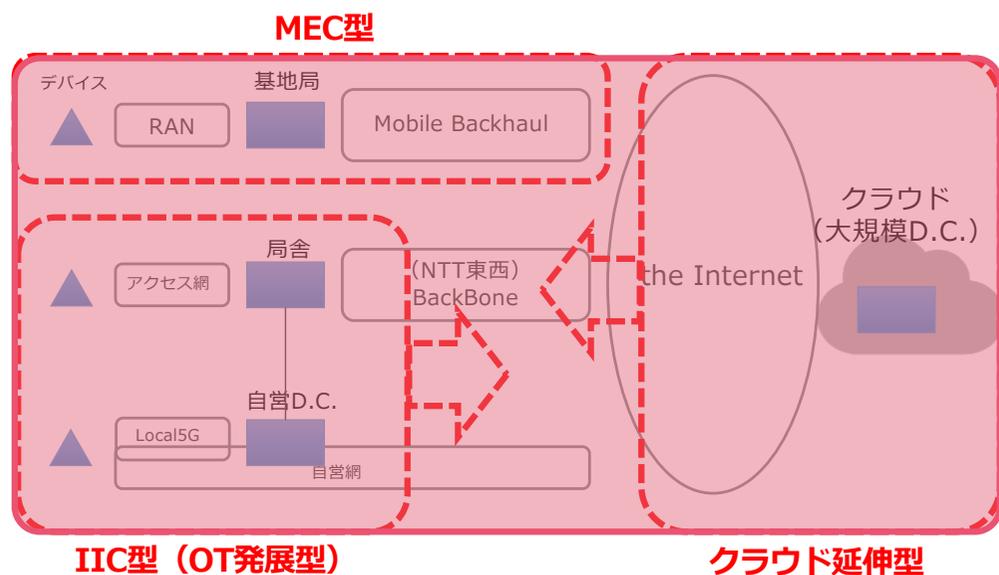
機能を考えることは出来るが、本当に使われるか、は...？

使う側の観点からは、極力構成変更のないシステムにしたいはず....

3つのエッジコンピューティング (PF) 研究開発計画

Plan1: 「クラウド延伸型」 + 「MEC型」のLevel5

- エッジとクラウドをシームレスに使えるコンピューティング環境の実現
- 屋外でも屋内と同じようなコンピューティングの恩恵を受けられる



(さくらの) クラウドを携帯網まで延伸する。

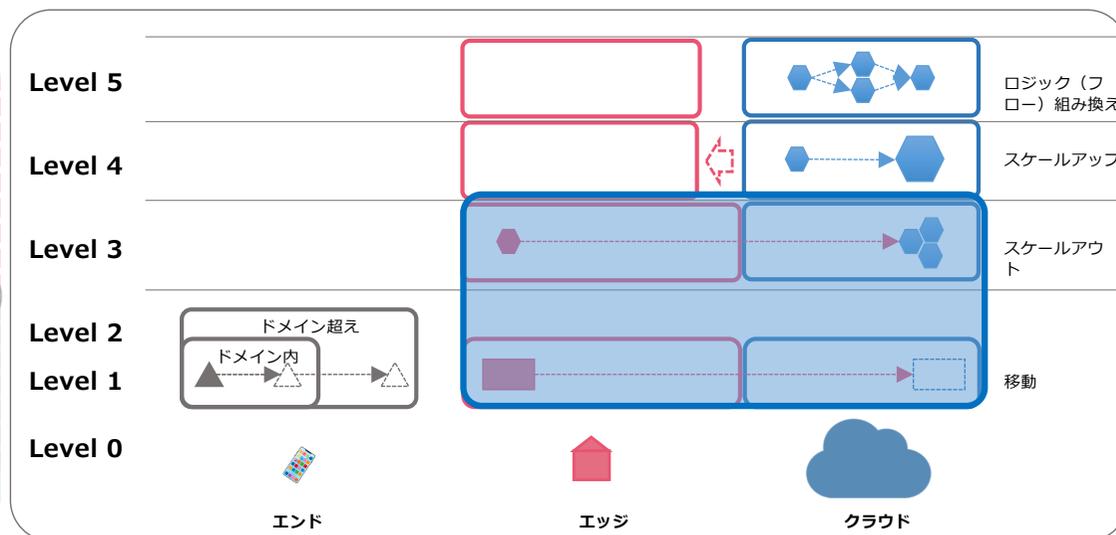
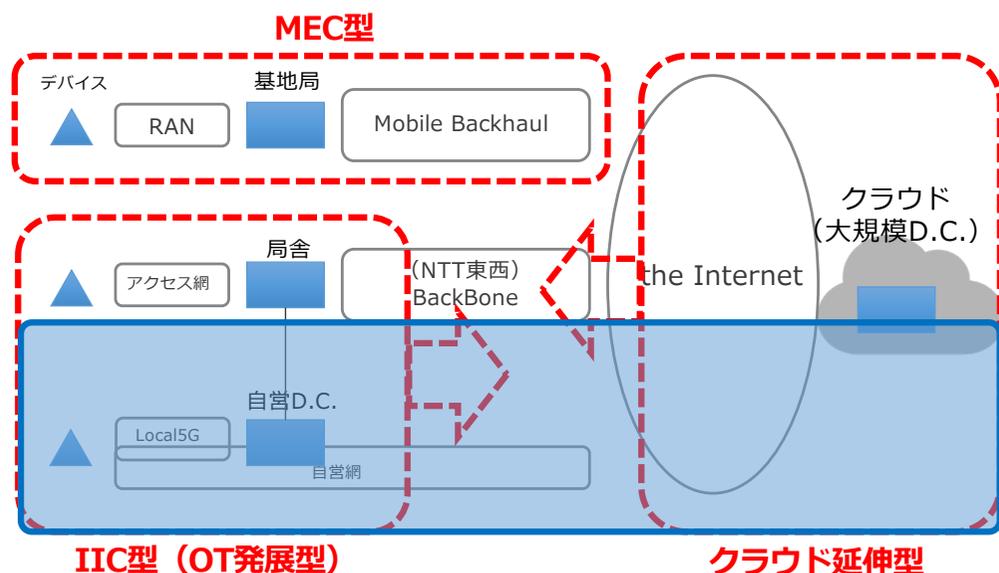
- クラウドAPI/コントロールパネルをそのまま使える
- クラウド内ネットワークがエッジ領域まで延伸する
- Pod型データセンタ

エッジとクラウドが一体となったPaaSの提供

- エッジ⇔クラウド間でのマイグレーション
- エッジ⇔クラウド通しでのスケールアウト
- エッジでクラウドのGPUが見えて使える (仮想スーパーノード)
- エッジ⇔クラウド通しでのフローの組み換え

Plan2: 「クラウド延伸型」のLevel3

- （さくらの）クラウド(IaaS)をエッジ領域に拡張していく
- 使い勝手は現状のIaaSと同じ



（さくらの）クラウドを自営領域に置いていく。

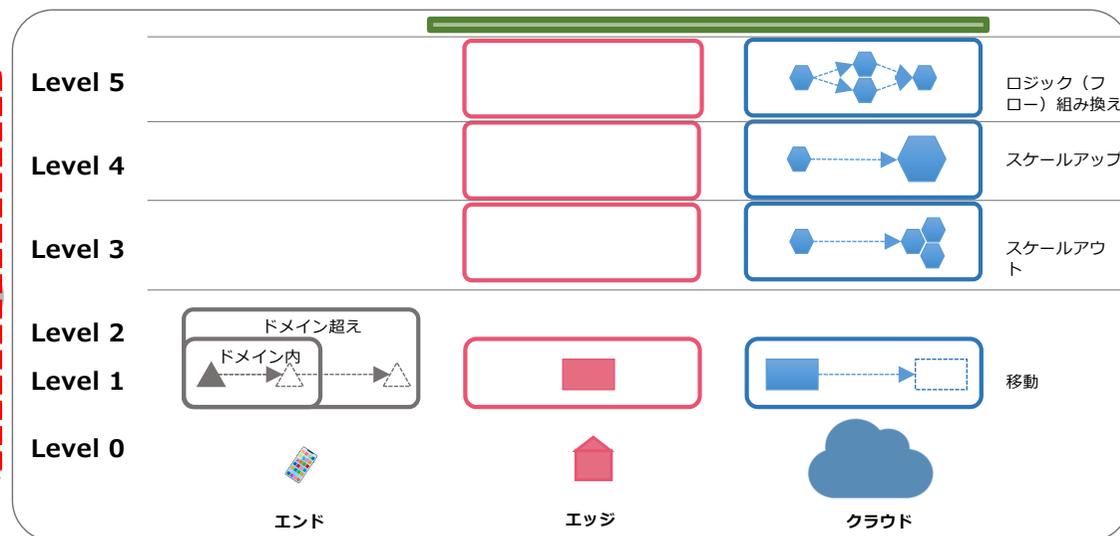
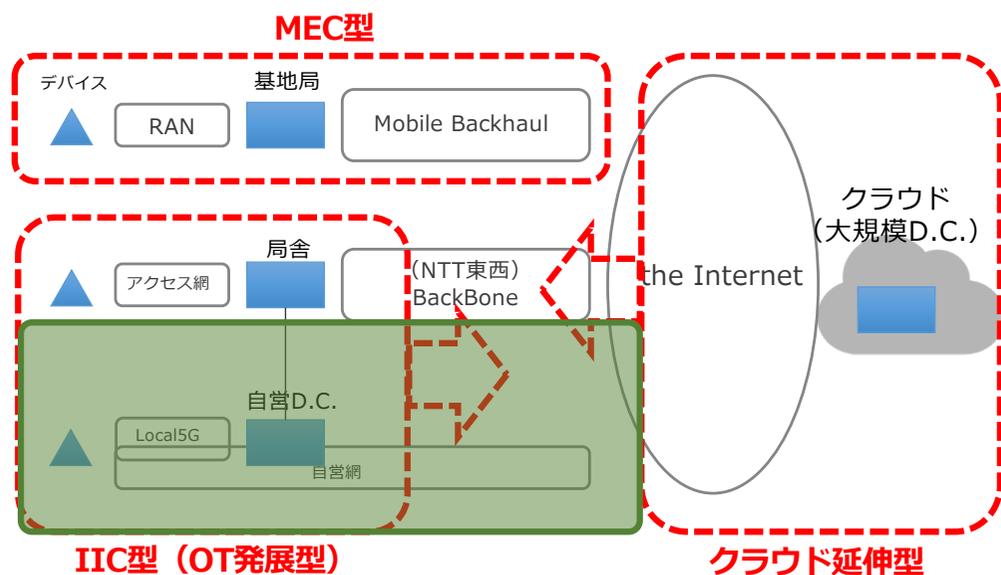
- クラウドAPI/コントロールパネルをそのまま使える
- クラウド内ネットワークがエッジ領域まで延伸する
- Pod型データセンタ

エッジとクラウドを組み合わせるIaaSの提供

- エッジ⇔クラウド間でのマイグレーション
- エッジ⇔クラウド通しでのスケールアウト
- （オーケストレーションはユーザ領域として実装）

Plan3: 「IIC/OT発展型」のLevel0

- ユーザーが作ったエッジ領域を広げていく手助け



自営のシステムを相互に接続していく

- 自営エッジノードを簡単に作れる標準パッケージを提供
- (研究室LANを相互に接続していくイメージ)

エッジ環境の相互利用が出来るよう、APIレベル/データレベルので互換性確保を推進

- エッジコンピューティングの分類を2軸で提案
 - 領域による分類
 - MEC型、IIC(OT発展)型、クラウド延伸型
 - 機能レベルでの分類
 - マイグレーション(L1,2)、スケールアウト(L3)、スケールアップ(L4)、ロジック組み換え(L5)
- さくらインターネット研究所としての開発計画案
 - MEC+クラウド延伸でL5：どこでもコンピューティングの実現
 - クラウド延伸でL3：さくらのクラウドを自営領域に伸ばす
 - IIC/OT発展でL0：自営のエッジノードを相互につなげる
- ニーズのあるインフラを作っていきたい（&面白そうな研究テーマに取り組んでいきたい）