



～移動革命の実現に向けて～

移動体IoTと産業用ドローンへの取り組み (組込みソフトと無線通信が支える産業用ドローン)

2017年7月13日

東芝デジタルソリューションズ(株)

IoT事業開発室

光井隆浩



©2017 Toshiba Digital Solutions Corporation

1



エッジコンピューティング

～FOG/Edge Computingの3階層アーキテクチャ～



©2017 Toshiba Digital Solutions Corporation

2

Product の進化

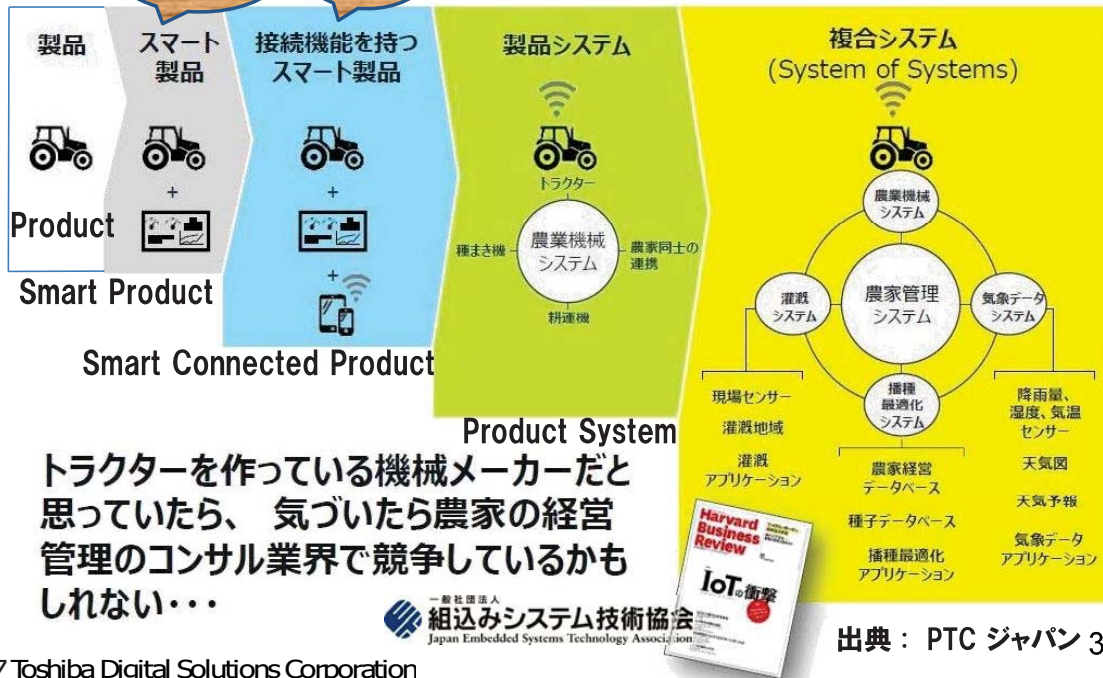


業界領域が変わっていく

PTC®

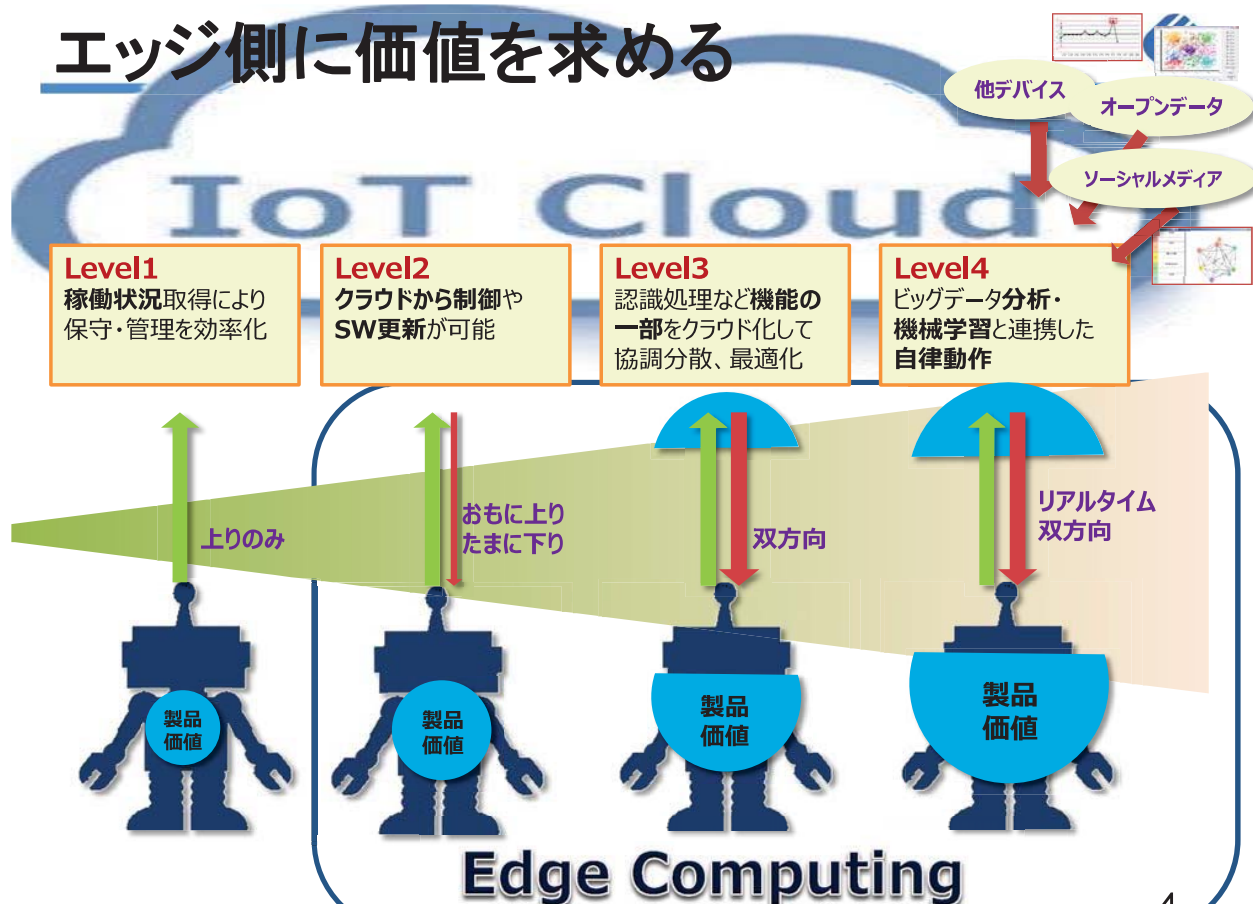
組み込み

通信



© 2017 Toshiba Digital Solutions Corporation

エッジ側に価値を求める



© 2017 Toshiba Digital Solutions Corporation

IoT の7レイヤ



IoTシステムリファレンスアーキテクチャー



一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

© 2017 Toshiba Digital Solutions Corporation

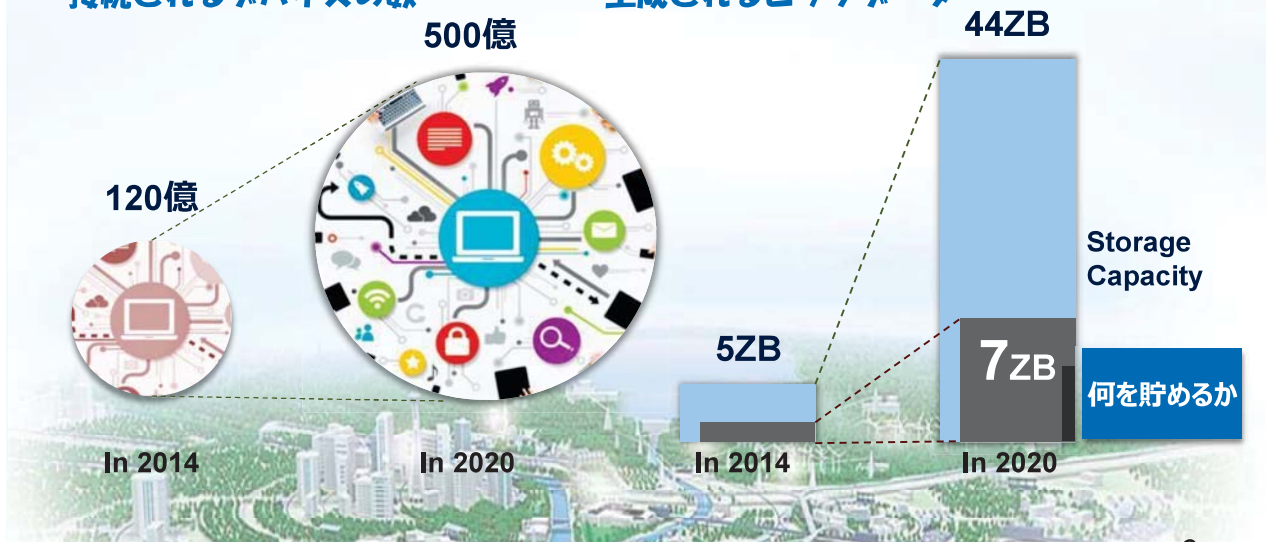
出典：IoT World Forum - Architecture Committee

5

ストレージ容量が足りない



- それ以上にネットワークの帯域も足りない
 - デバイスやエッジでの蓄積と処理が不可欠
- 接続されるデバイスの数 生成されるビッグデータ



© 2017 Toshiba Digital Solutions Corporation

6

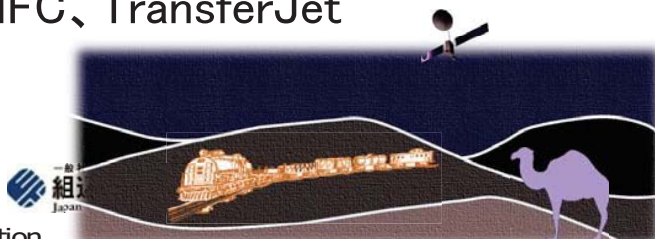
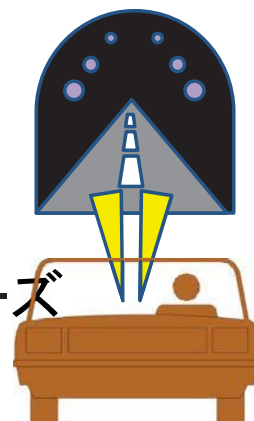
始まりはコネクテッドカー (移動体IoTの特徴)

～自動車におけるセントラルゲートウェイ方式～

移動体IoTを支える Edge Rich Technology



- ネットワークの遅延だけでなく切断が不可避
 - ・ トンネルの中
 - ・ 都市部から遠く離れた圏外
- 自動車などでは高速処理が不可欠
 - ・ m秒～数百 μ 秒オーダーの要求
- 複数の通信メディアを選択するニーズ
 - ・ 3G/LTE、Wi-Fi、WiMAX、Wi-SUN
 - ・ Bluetooth、NFC、TransferJet
 - ・ 衛星通信

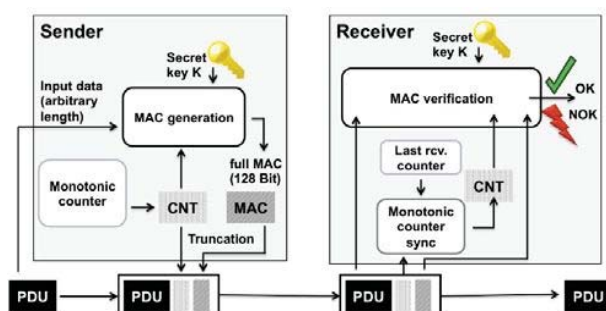


車載通信のセキュリティ標準と移動体IoTへの適用



AUTOSAR, JASPAR において、不正メッセージの排除に関する車載通信のセキュリティ仕様が標準化された
JASPARでは鍵管理についても規定している

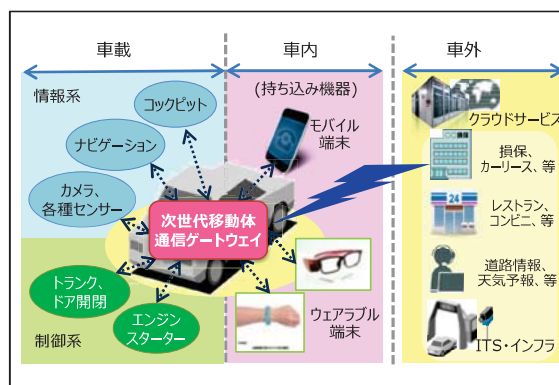
<AUTOSAR>
Specification of Module Secure Onboard Communication (2014)
<JASPAR>
情報セキュリティ メッセージ認証技術要件定義書 (2015)
情報セキュリティ メッセージ認証技術解説書 (2015)
情報セキュリティ 鍵管理ガイドライン(要件定義書) (2015)
情報セキュリティ 鍵管理ガイドライン(解説書) (2015)



出典: "Specification of Module Secure Onboard Communication", AUTOSAR Release 4.2.1

組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

©2017 Toshiba Digital Solutions Corporation



これらの車載通信のセキュリティ標準をIoTにシームレスに(切れ目なく)接続することにより、サービスの安全性を高めることができる

<メモ>

車載通信内の鍵共有をクラウド側にも拡張することにより、車載通信のセキュリティ仕様をクラウド側でも適用することが可能になる、ということを指す
具体例としては、インセンティブ保険の関連情報は完全性を担保するためにMACを付与してアップロードするなど

9

次世代移動体通信ゲートウェイ



- 当初は自動車用に開発
 - ・ 車載セントラルゲートウェイ
 - ・ Central GateWay(CGW)
- 接続可能にすること
 - ・ Connected Vehicle、Connected Car
 - ・ エッジコンピューティング(ローカル+オフライン処理)
- セキュリティを確保すること
 - ・ セントラルゲートウェイ方式(入口を一箇所に集約)
- 自動車以外の移動体全般に用途拡大
 - ・ 次世代移動体通信ゲートウェイ
 - ・ Communication GateWay(Next CGW)

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

©2017 Toshiba Digital Solutions Corporation

データの種別と緊急度合

～移動体だからこそ～

エッジコンピューティング層に割り当てられる役割

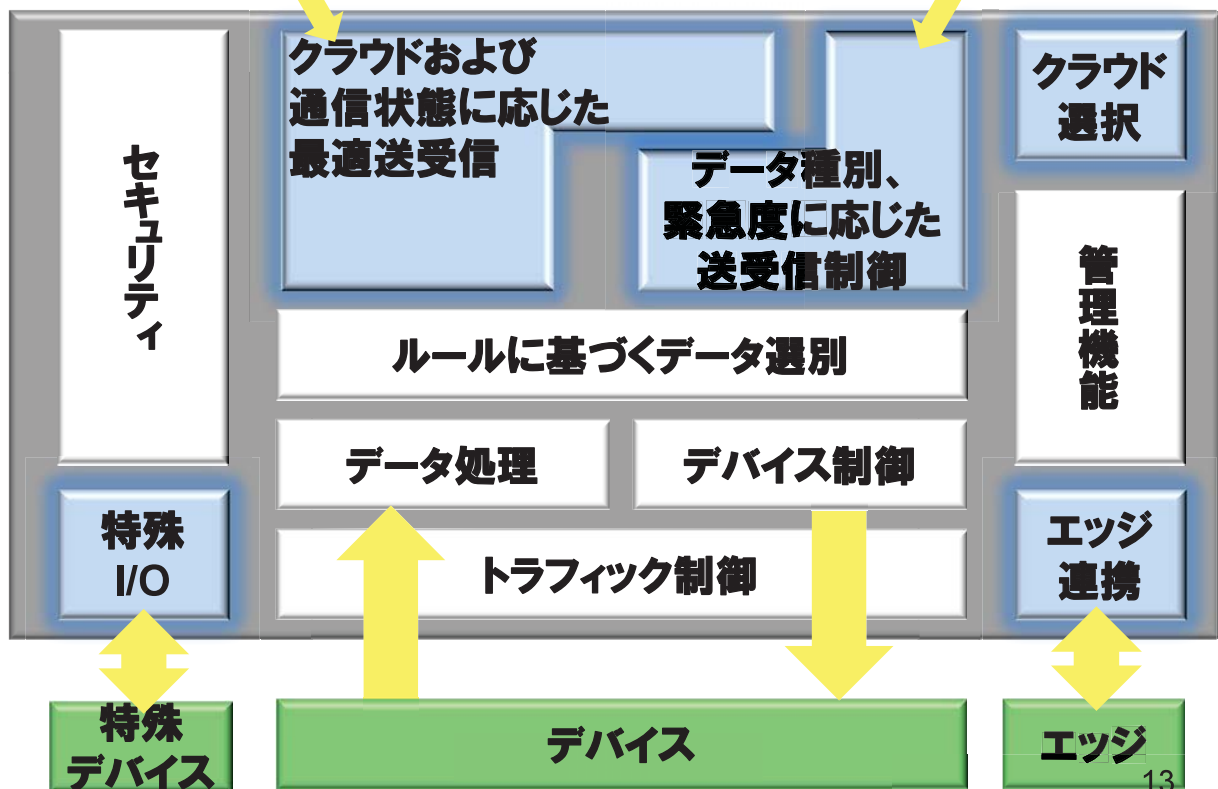


エッジ・フォグコンピューティングの役割

項目	内容
7	デバイスからのデータ処理
6	デバイスへの制御
5	トランザクションコストの量最適化
4	クラウドの負荷分散
3	アップリンク障害時の対処
2	ローカルネットワークでのトラフィック制御
1	データ連携
	管理機能の分散化
	セキュリティ

出典：シスコシステムズ

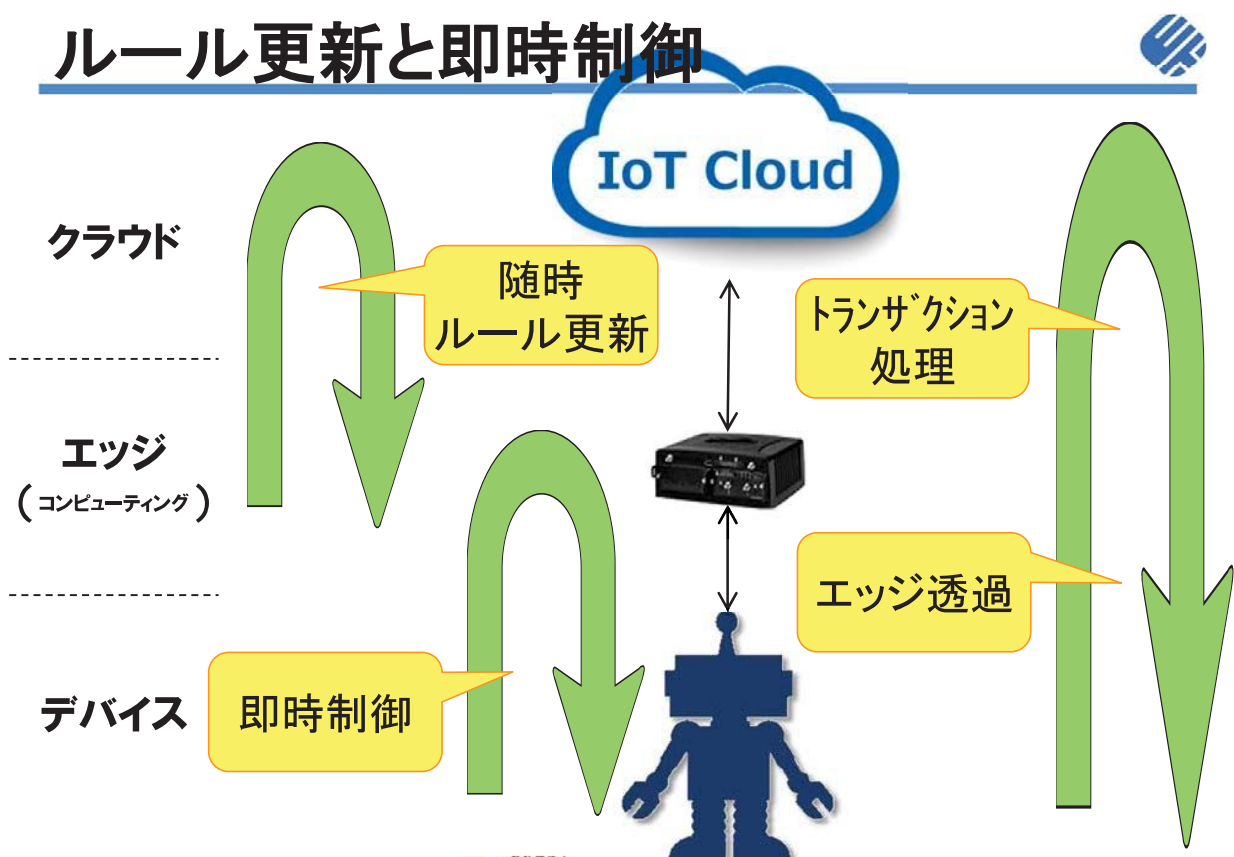
移動体IoTの基本機能



© 2017 Toshiba Digital Solutions Corporation

13

ルール更新と即時制御

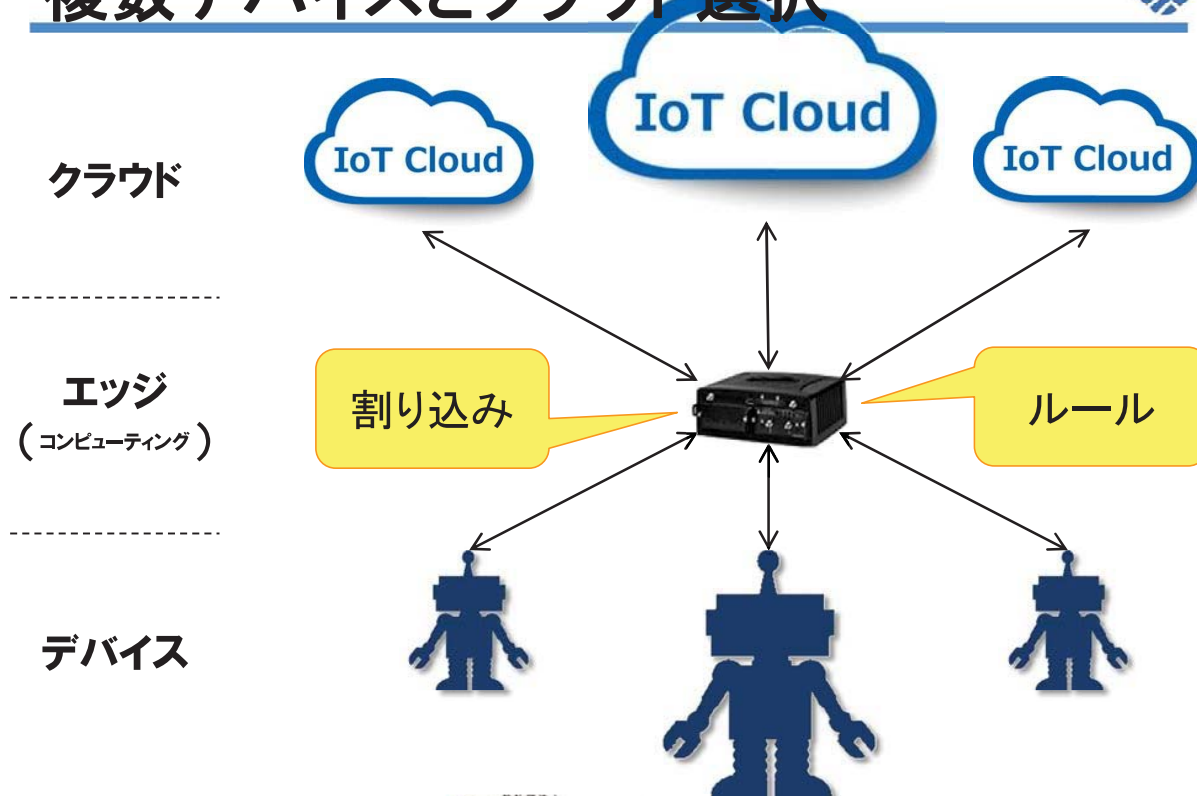


一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

© 2017 Toshiba Digital Solutions Corporation

14

複数デバイスとクラウド選択

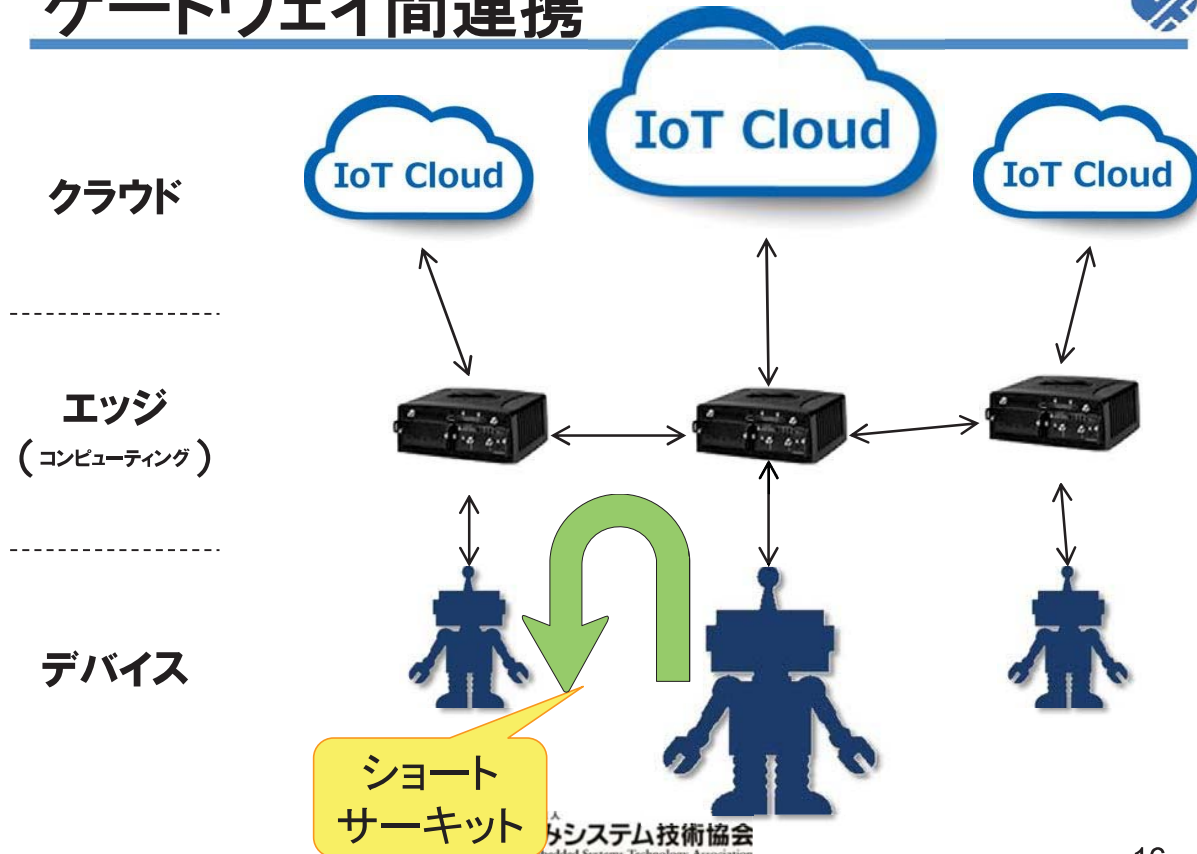


一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

© 2017 Toshiba Digital Solutions Corporation

15

ゲートウェイ間連携



一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

© 2017 Toshiba Digital Solutions Corporation

16

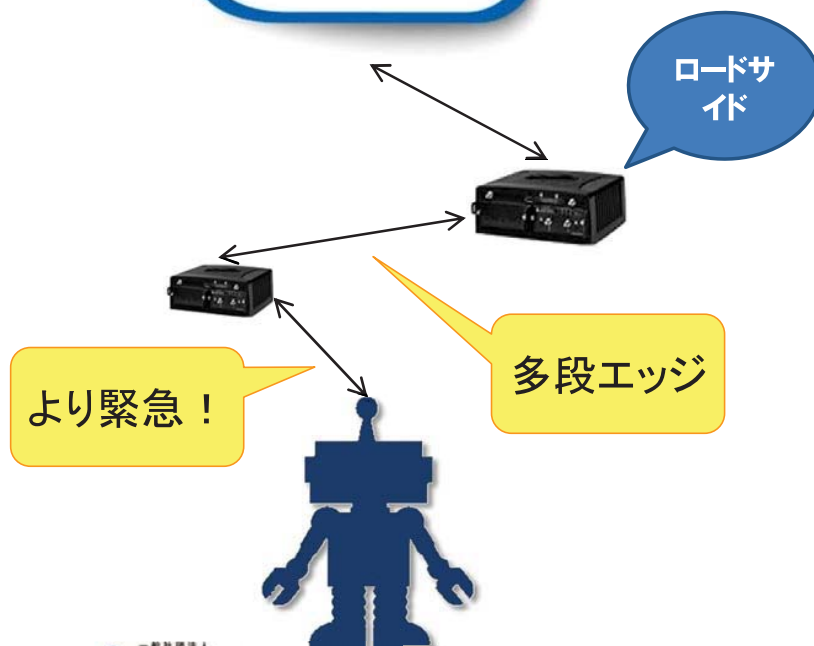
カスケード構成



クラウド

エッジ
(コンピューティング)

デバイス



一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

© 2017 Toshiba Digital Solutions Corporation

17

TOSHIBA
Leading Innovation >>>



運転者のメリット、 サービス事業者のメリット

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

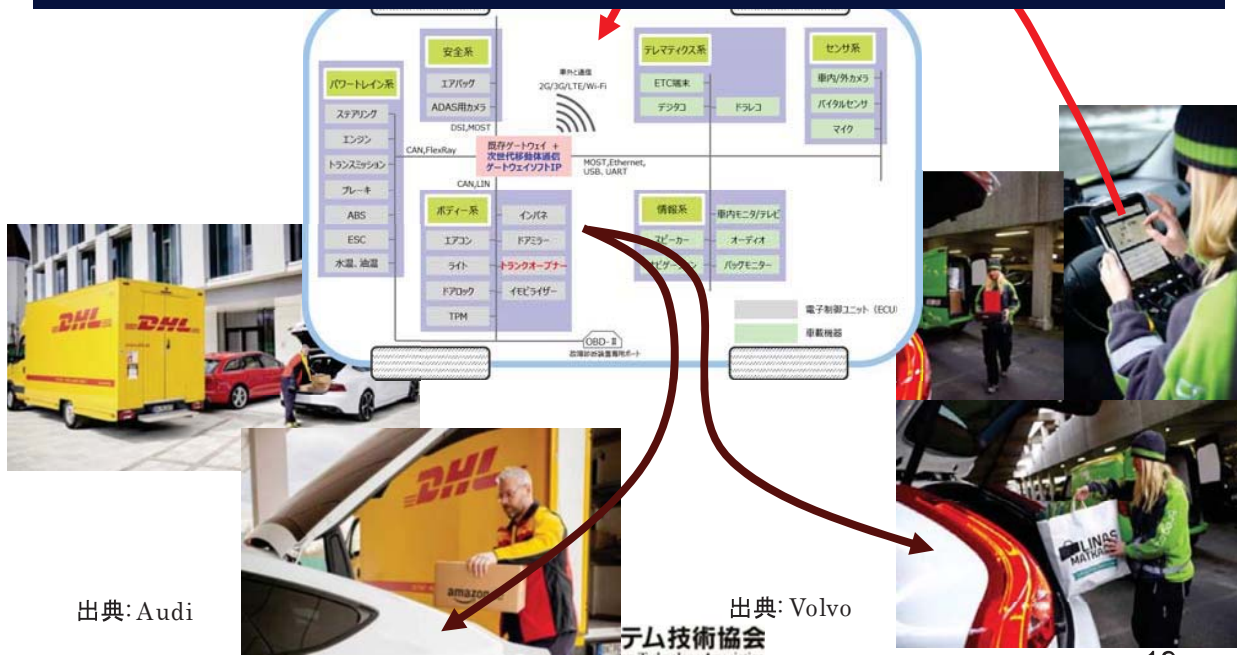
© 2017 Toshiba Digital Solutions Corporation

18

宅配便の留守時格納



不在時に宅配業者からの連絡を受けクルマのトランクを遠隔でオープン
再配達がなくなり、事業者、ユーザーともに嬉しい！



© 2017 Toshiba Digital Solutions Corporation

19

空気圧センサの応用



空気圧センサー情報を活用し故障や事故の予防
カーナビ（コックピット）と連携したリコメンドシステム



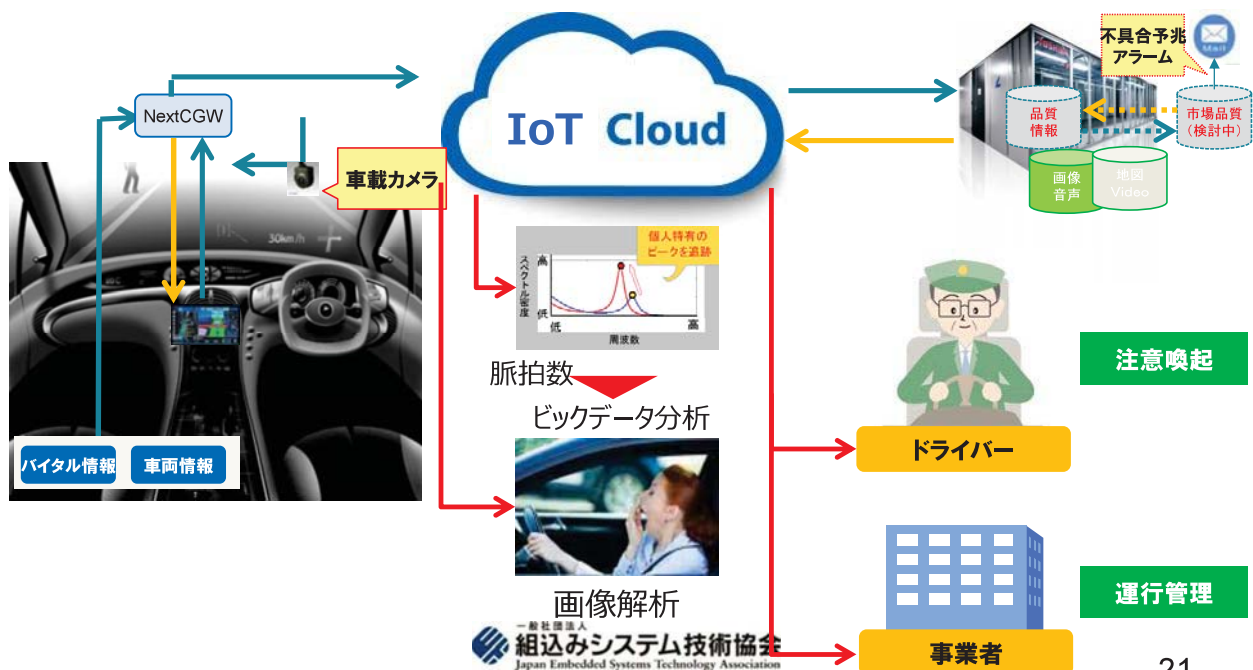
© 2017 Toshiba Digital Solutions Corporation

20

ドライバーの健康状況把握



バイタル情報と画像認識情報の連携による事故の予防、運転負荷の低減



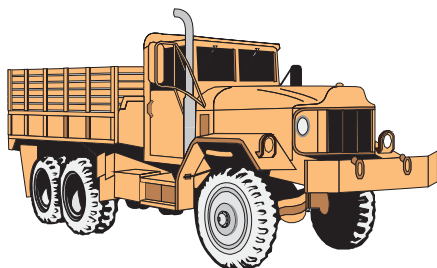
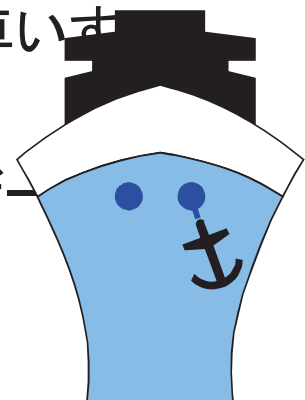
© 2017 Toshiba Digital Solutions Corporation

21

更に...



- 鉄道、建機、農機、フォークリフト
- オートバイ、自転車、三輪車、車いす
- 航空機、ヘリコプター、**ドローン**
- 客船、タンカー、漁船、クルーザー



一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

© 2017 Toshiba Digital Solutions Corporation

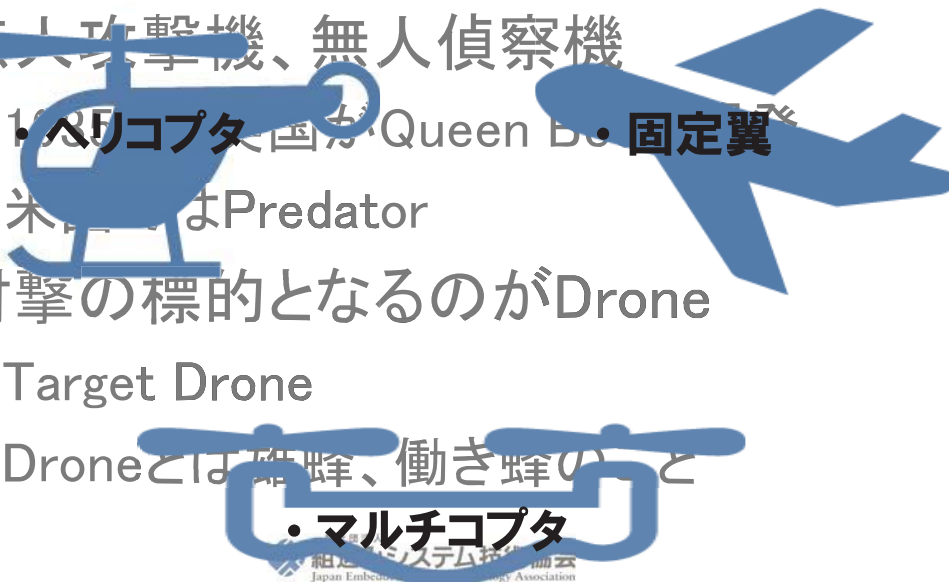
22

さて、ドローンです

ドローン



- UAV; Unmanned Aerial Vehicle
- UAS; Unmanned Aircraft Systems
- 無人攻撃機、無人偵察機
 - 米軍はQueen Bee
 - 米軍はPredator
- 射撃の標的となるのがDrone
 - Target Drone
 - Droneとは雄蜂、働き蜂のこと
 - マルチコプタ



重要インフラ・産業領域でのセキュリティ要件

- OSがブラックボックスでないこと
- 通信がブラックボックスでないこと
- 通信を傍受されないこと
- 記録メディアを紛失(墜落)してもデータを読み取れないこと、耐タンパ
- 操縦を乗っ取られないこと
- データを改竄されないこと



■ オープンソースの採用

 一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

©2017 Toshiba Digital Solutions Corporation

25

TOSHIBA
Leading Innovation >>>

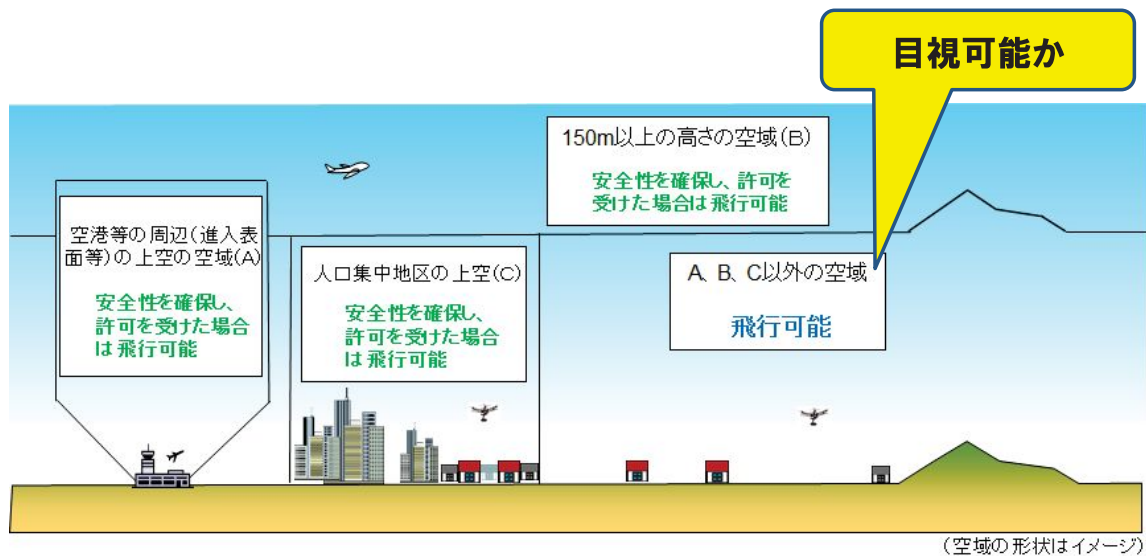


ドローンの目視外飛行

 一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

©2017 Toshiba Digital Solutions Corporation

26



出典:国土交通省ホームページ

(http://www.mlit.go.jp/koku/koku.tk10_000003.htm)

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

© 2017 Toshiba Digital Solutions Corporation

27

目視内飛行



- 無人航空機および周囲の状況を操縦者が常時監視して飛行させること
- FPVや双眼鏡による視認は含まれない
 - FPV; First Person View
- 操縦者以外の補助者による視認は認められない
- 気象条件によるが、目視可能な距離は短い
※機体のサイズや色、背景の状況や気象により条件が大きく異なることから、改正航空法では具体的な目視可能距離を明示していない

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

© 2017 Toshiba Digital Solutions Corporation

28

目視外飛行



- 国交省に目視外飛行の許可を申請(検討中)
- JUIDA認定資格が求められる(法規ではない)
- 無線による常時接続と画像の確認(FPVのように)が必須
 - 機体の目視に加え、対象物との測距が不可欠
- 長距離/広帯域無線が必要になる可能性が高く、その場合には第三種陸上特殊無線技士の免許が必須
- JUTMへのフライトプラン事前申請
- 緊急回避機能の実装



JASAによる ドローン制御ソフトの推進活動

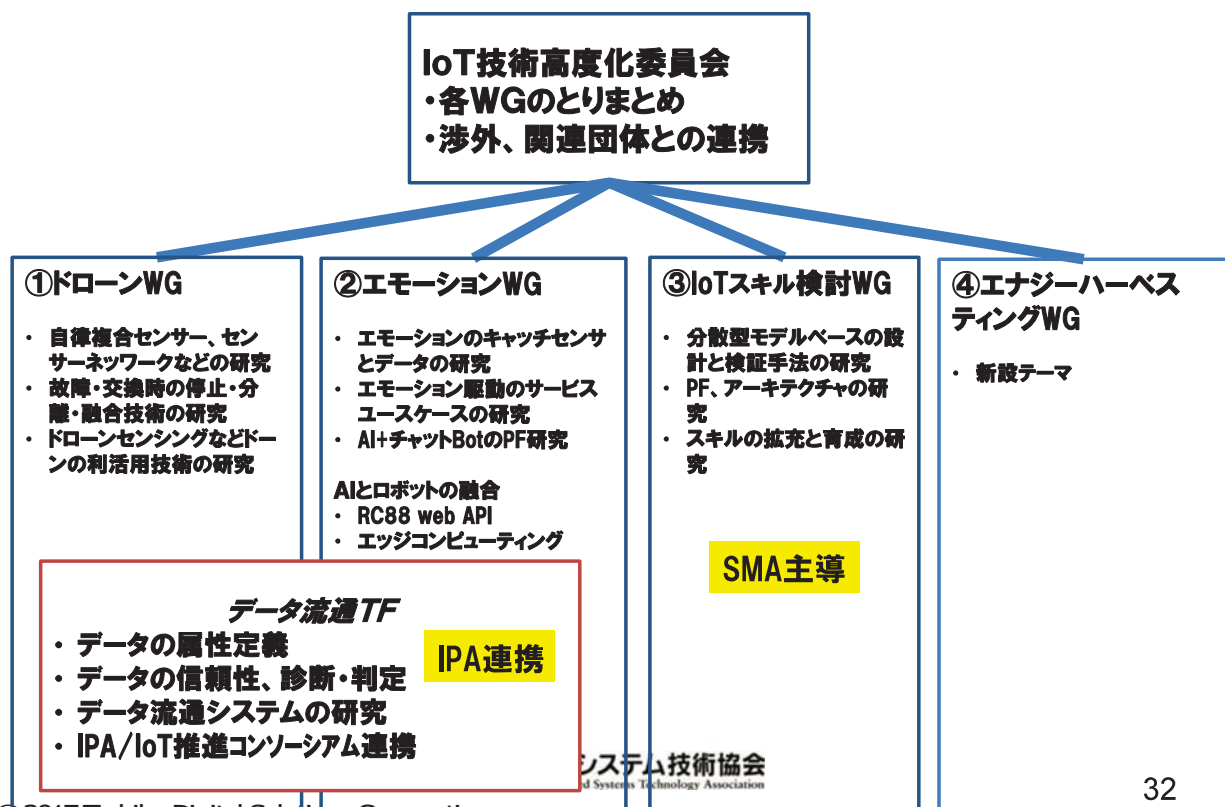
JASA(組込みシステム技術協会)内に 準備会議がスタート



- 一般社団法人 組込みシステム技術協会
- 国内における組込み産業の中核団体
 - ・ 組込み技術の標準化
 - － OpenEL
 - － ETEC/ETSS
 - ・ オープンソースの開発と評価
- 2015年5月、JASA内にIoT技術研究会が発足
- 2016年4月、同研究会内にドローン部会を設置
 - ・ ドローン・オープンソース・コミュニティ
 - ・ Dronecodeなどに対応するための準備会議
- 2017年4月、IoT技術高度化委員会として陣容拡大



IoT技術高度化委員会の活動(17年度計画)



衝突回避機能

JASA IoT技術高度化委員会での検討事項

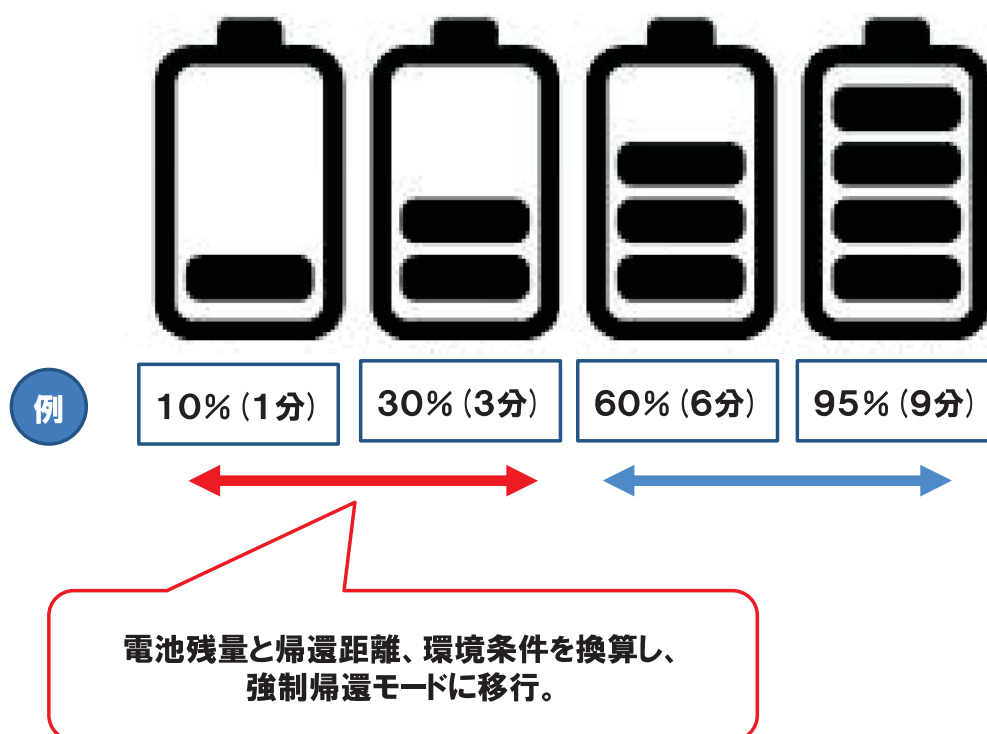


© 2017 Toshiba Digital Solutions Corporation

33

墜落回避機能

JASA IoT技術高度化委員会での検討事項



組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

© 2017 Toshiba Digital Solutions Corporation

34

出発地点への帰還

JASA IoT技術高度化委員会での検討事項



© 2017 Toshiba Digital Solutions Corporation

35

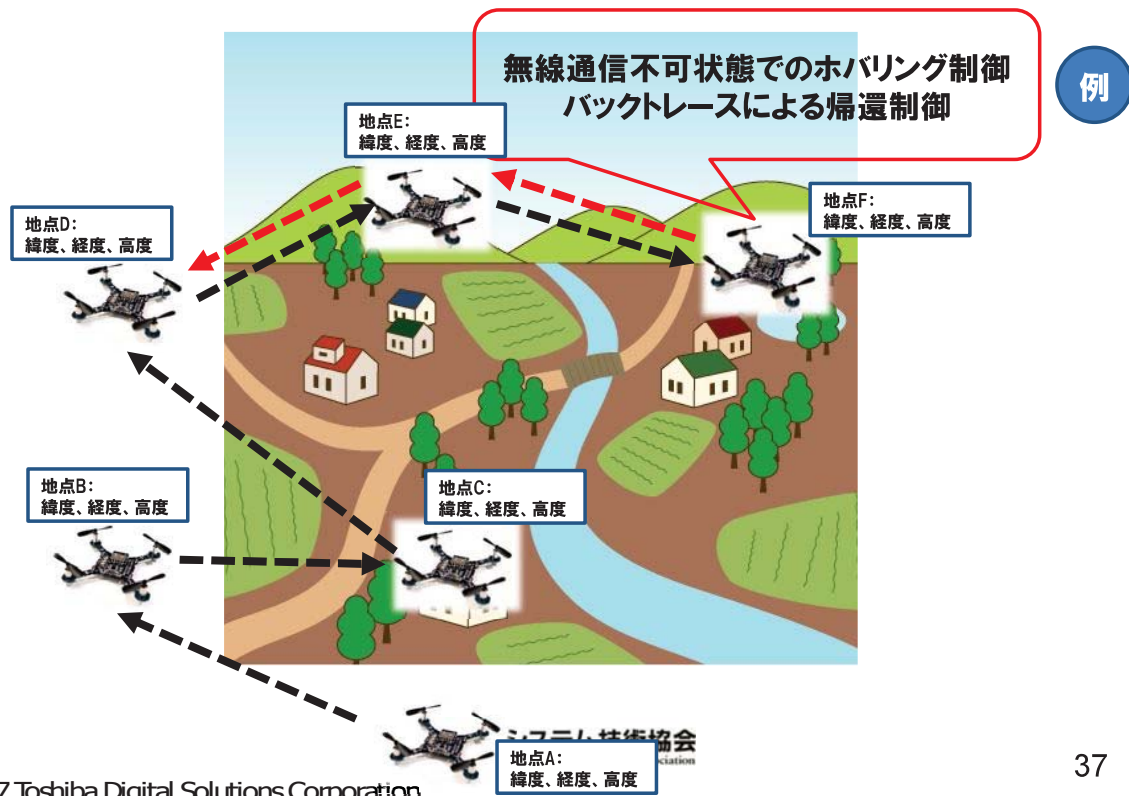
近隣充電基地への帰還

JASA IoT技術高度化委員会での検討事項

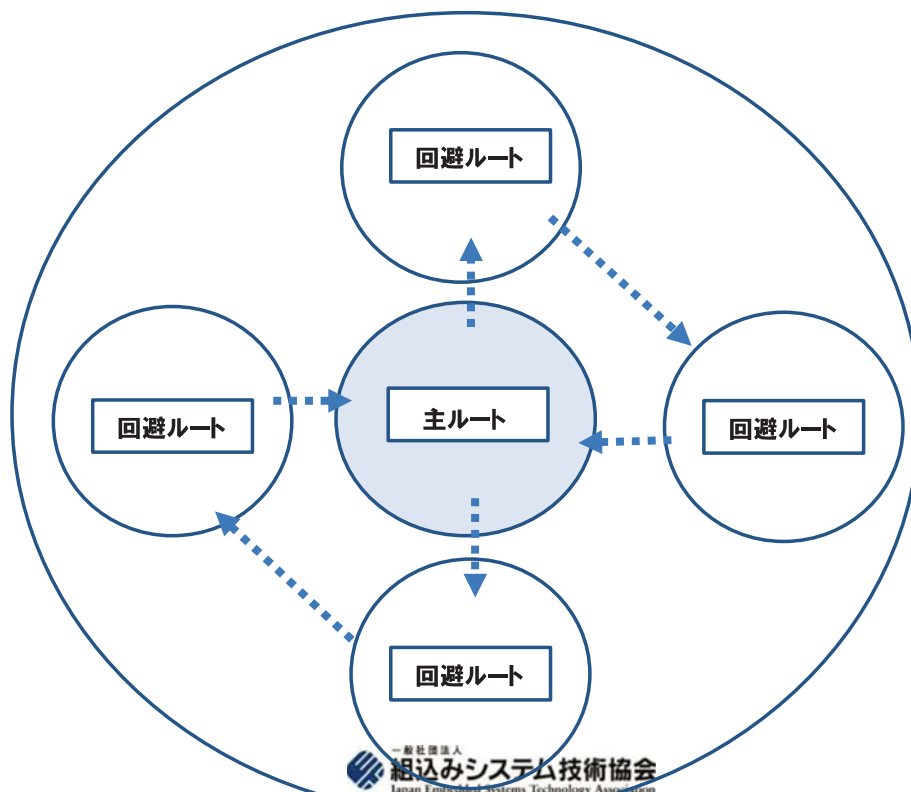


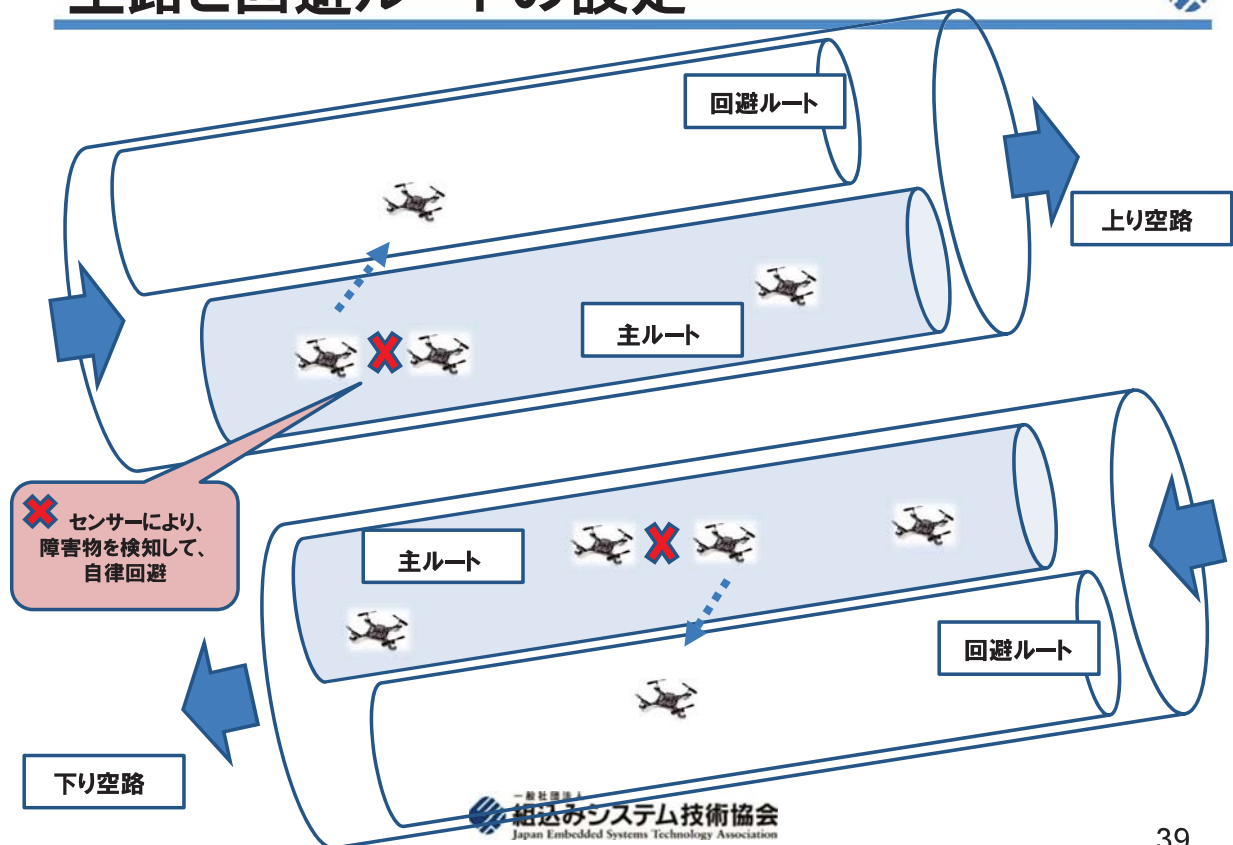
© 2017 Toshiba Digital Solutions Corporation

36



空路の設定

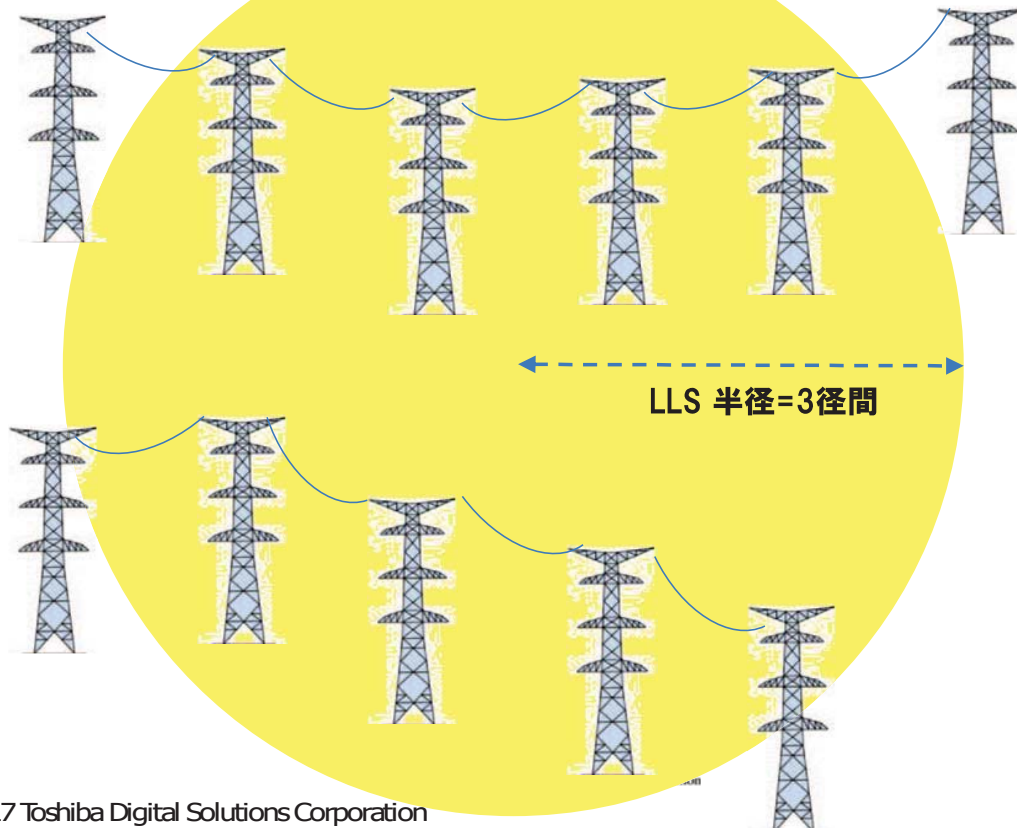




ドローン無線通信の特徴

LLSが落雷を検知

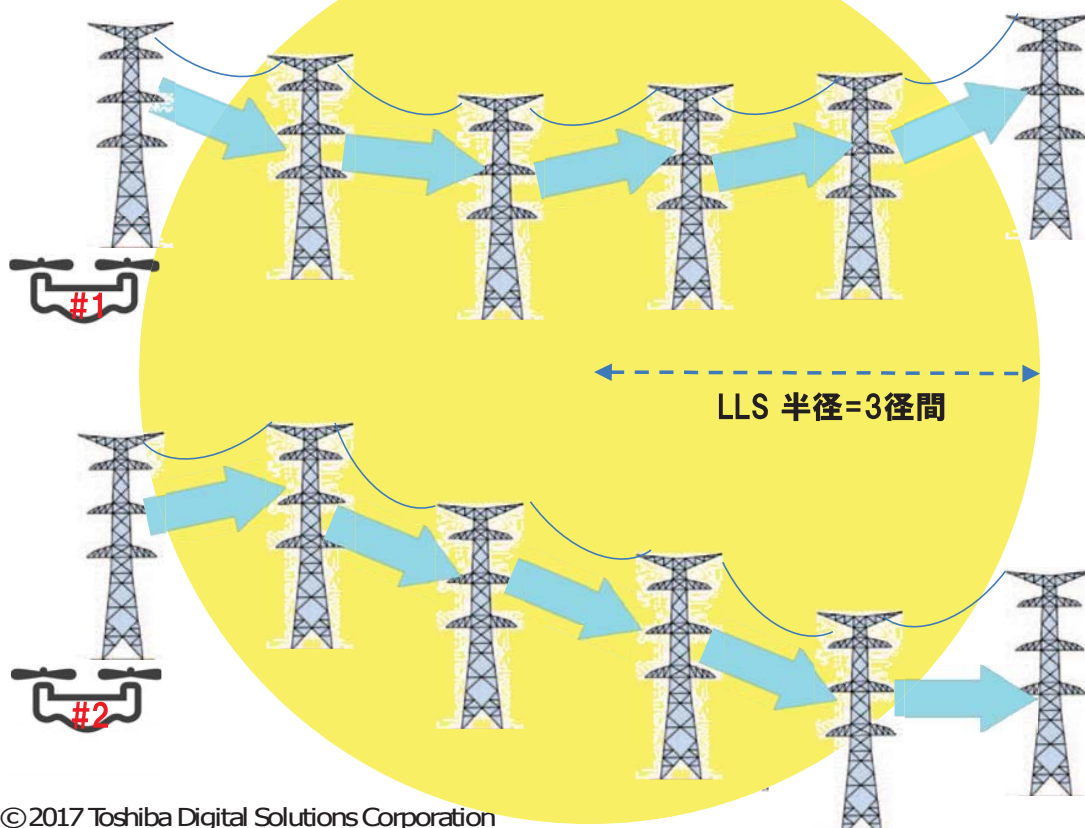
LLS: Lightning Location System (落雷位置標定システム)



© 2017 Toshiba Digital Solutions Corporation

41

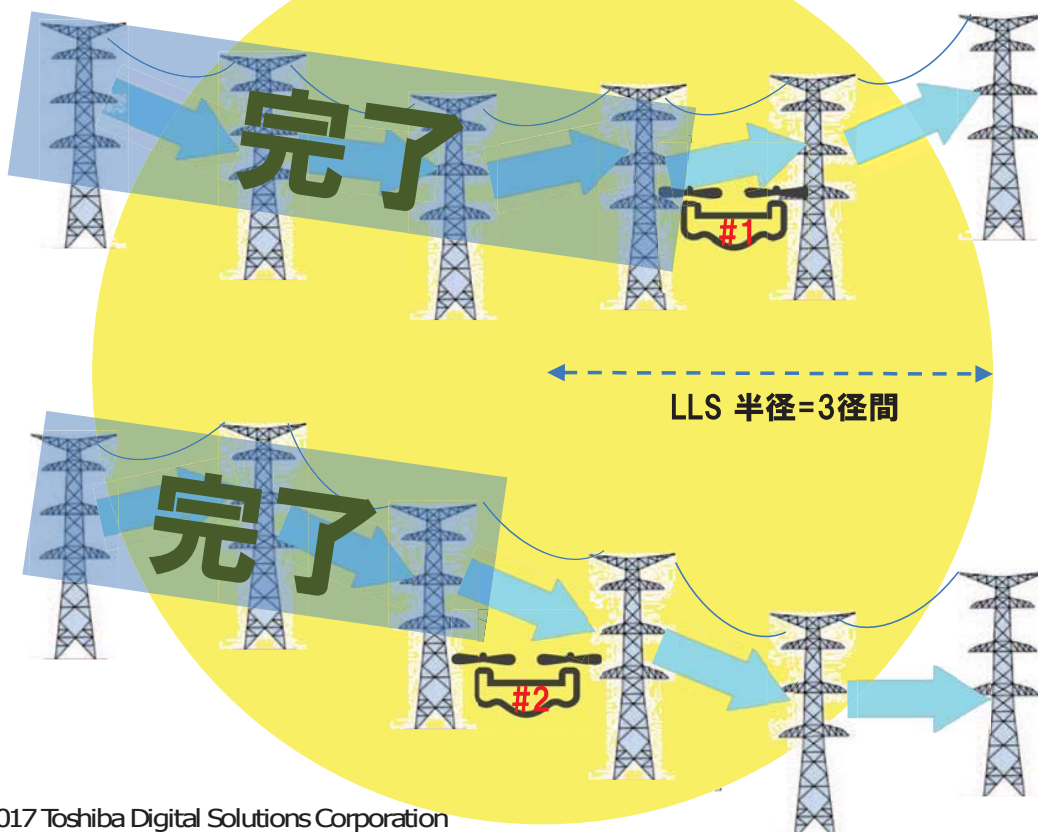
①点検計画立案



© 2017 Toshiba Digital Solutions Corporation

42

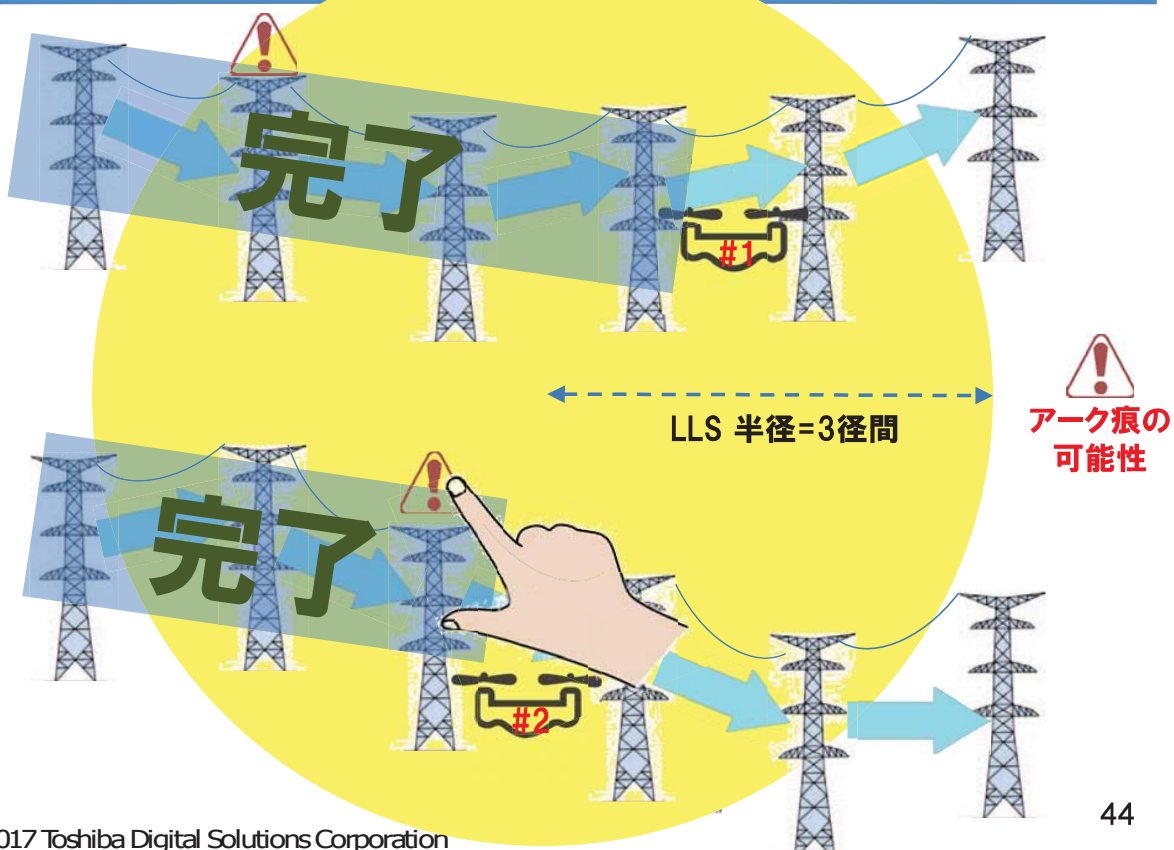
②点検進捗状況



© 2017 Toshiba Digital Solutions Corporation

43

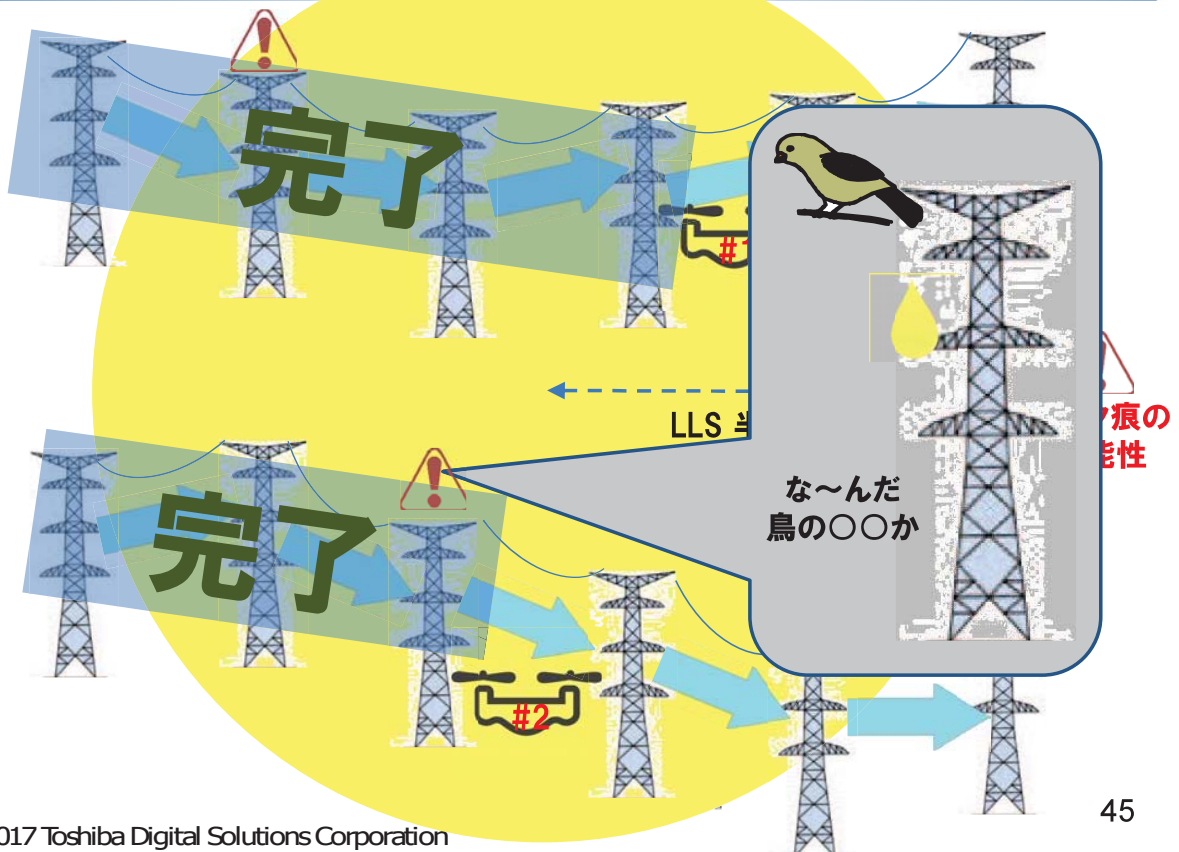
③進捗状況確認



© 2017 Toshiba Digital Solutions Corporation

44

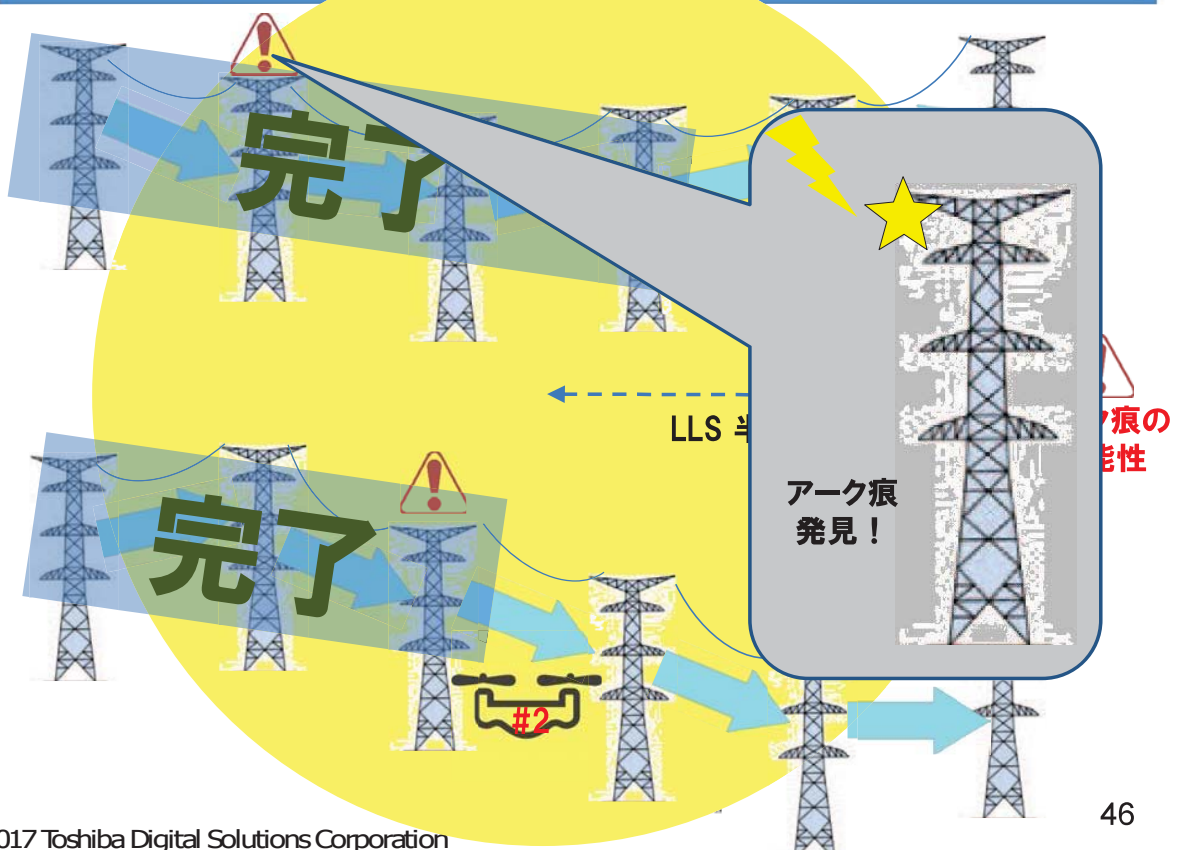
④画像DB照会



© 2017 Toshiba Digital Solutions Corporation

45

④画像DB照会



© 2017 Toshiba Digital Solutions Corporation

46

分類	無線局免許	周波数帯	送信出力	利用形態	備考	無線従事者資格
免許及び登録を要しない無線局	不要	73MHz帯等	※1	操縦用	ラジコン用微弱無線局	不要
	不要※2	920MHz帯	20mW	操縦用	920MHz帯テレメータ用、テレコントロール用特定小電力無線局	
		2.4GHz帯	10mW/MHz	操縦用 画像伝送用 データ伝送用	2.4GHz帯小電力データ通信システム	
携帯局	要	1.2GHz帯	最大1W	画像伝送用	アナログ方式限定 ※4	第三級陸上特殊無線技士以上の資格
携帯局 陸上移動局	要※3	169MHz帯	10mW	バックアップ回線用	無人移動体画像伝送システム（平成28年8月に制度整備）	
		2.4GHz帯	最大1W	操縦用 画像伝送用 データ伝送用		
		5.7GHz帯	最大1W	画像伝送用 データ伝送用		

国内でドローン等での使用が想定される主な無線通信システムは、以下のとおりです。

※1： 500mの距離において、電界強度が200μV/m以下のもの。

※2： 技術基準適合証明等（技術基準適合証明及び工事設計認証）を受けた適合表示無線設備であることが必要。

※3： 運用に際しては、運用調整を行うこと。

※4： 2.4GHz帯及び5.7GHz帯に無人移動体画像伝送システムが制度化されたことに伴い、1.2GHz帯からこれらの周波数帯への移行を推奨しています。

出典：総務省ホームページ

（ <http://www.tele.soumu.go.jp/j/sys/others/drone/index.htm> ）



©2017 Toshiba Digital Solutions Corporation

47

TOSHIBA
Leading Innovation >>>



MCPCによる ドローン無線通信のガイドライン策定活動



©2017 Toshiba Digital Solutions Corporation

48



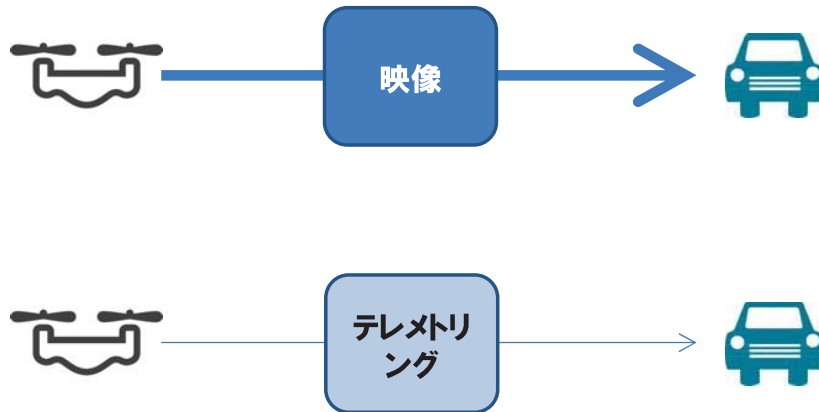
- Mobile Computing Promotion Consortium(MCPC)
 - ・ ワイヤレスシステム活用委員会の傘下に**ドローンワーキング部会**が発足
- ドローン無線通信のガイドライン策定活動
 - ・ 標準化、規格化の前段階
 - ・ ドローンのみならず、広く**移動体ロボット**全般を視野に標準化を推進
 - ・ 限られた帯域の有効利用を目的に、産業用ドローンのユースケースを見極め
- 考慮すべき**多様なユースケース**
 - ・ 設備点検と物の運送
 - ・ 同じ空域を飛行する機体の数、飛行速度などに大きな差異

多様なユースケースに分類して無線利用を検討



- 農業の場合
 - ・ 農薬散布、積載物落下、私有地、風や日射の対策
- 物流の場合
 - ・ ペイロード、固定経路、往路と復路、充電設備、自動着陸
- 測量の場合
 - ・ 精度、飛行速度、障害物検知と回避
- 撮影の場合
 - ・ 大容量映像撮影、確認映像の伝送
- 点検の場合
 - ・ 対象物との測距、低速安定飛行、画像伝送
- 修理の場合
 - ・ ロボットアーム、対象物との測距
- 災害対応の場合

複数無線の使い分け

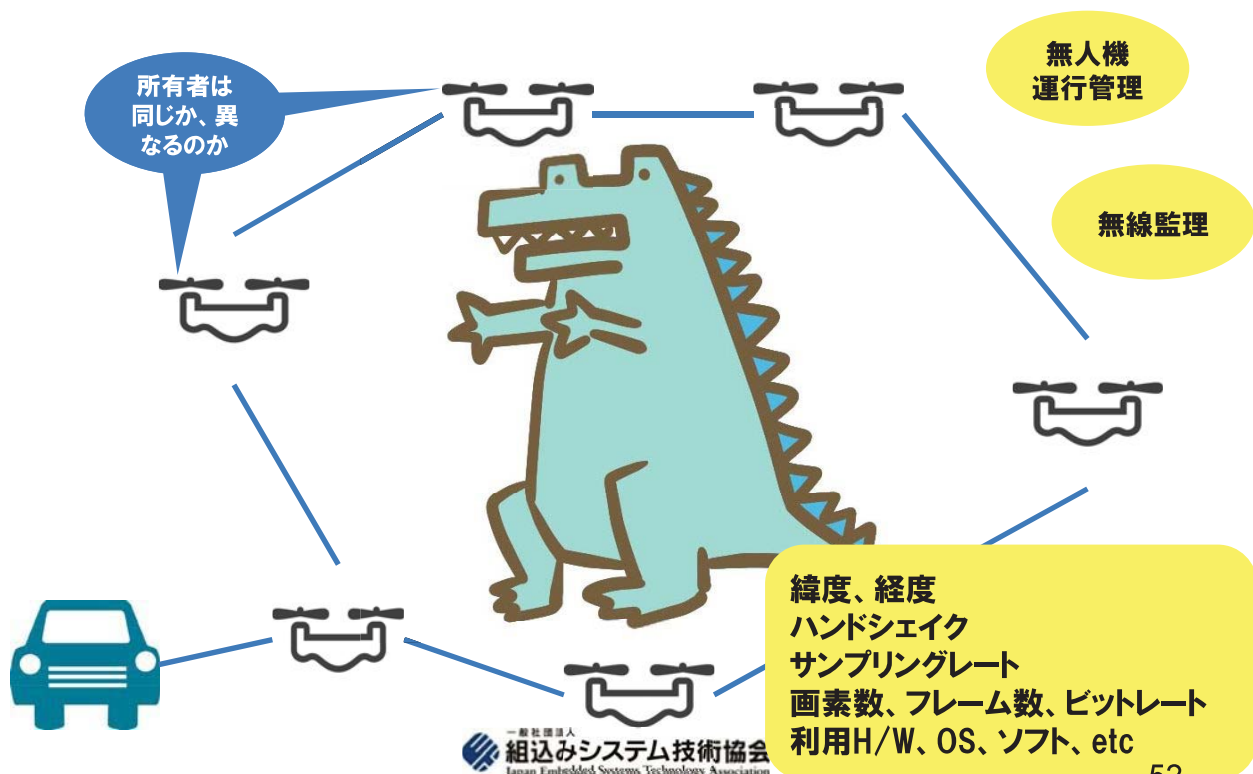


一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

© 2017 Toshiba Digital Solutions Corporation

51

マルチビュー&リアルタイム3Dの例

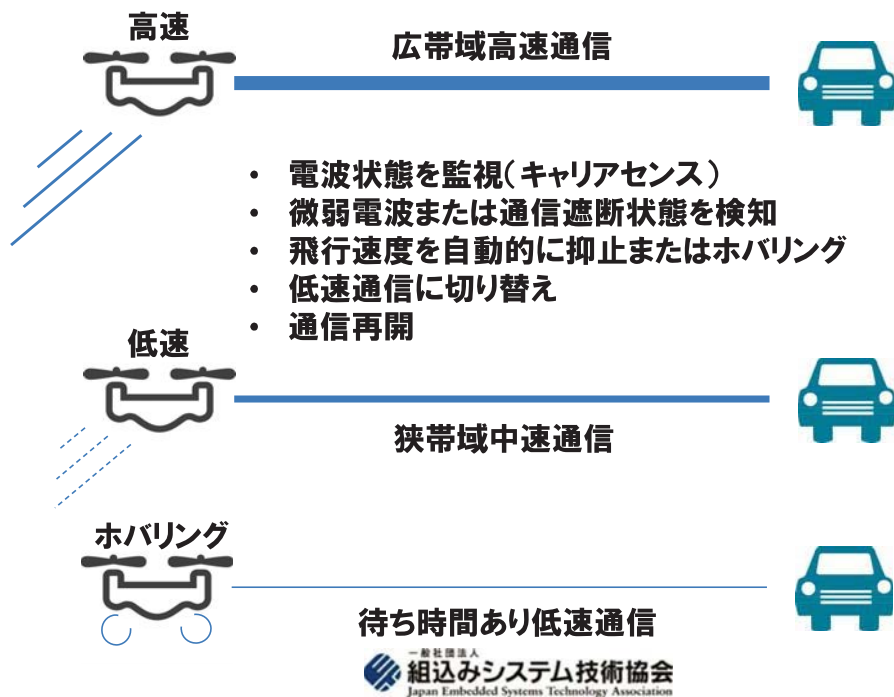


© 2017 Toshiba Digital Solutions Corporation

52

通信状態に応じた飛行速度制御

無線通信と飛行制御(組込みソフト)の協調例



© 2017 Toshiba Digital Solutions Corporation

53



関係団体との協調

© 2017 Toshiba Digital Solutions Corporation

54

関係団体との協調



- SMA(一般社団法人 スキルマネジメント協会)
 - ・ ETSS(組込みスキル標準)やMBD(モデルベース設計開発手法)などを推進
 - ・ JASAとSMAにて組込みIoTを共同検討
- IPA(独立行政法人 情報処理推進機構)
 - ・ 品質やセキュリティの側面で支援
 - ・ IoT推進コンソーシアムとの協調
- JUTM(日本無人機運行管理コンソーシアム)
 - ・ 衝突回避・機体識別・通信WG
 - ・ JASA、MCPCと協調



最後に

一般社団法人 電子情報技術産業協会
(JEITA)

ソリューションサービス事業委員会

光井隆浩

許可を得て掲載した
有料出版物のため
印刷配布は控えます

電子情報産業の世界生産見通し (通称、JEITA赤本)



(A) 固定ロボット5種

1. コミュニケーション
ロボット
2. 業務支援ロボット
3. 介護ロボット
4. 清掃ロボット
5. 産業用ロボット

移動する

(B) 移動ロボット2種

1. 自動運転車
2. ドローン

移動する

	2015年	2025年
(A)	1.7兆円	38.5兆円
(B)	6.1兆円	93.6兆円

出典: JEITA 電子情報産業の世界生産見通し 注目分野に関する動向調査 2016年12月

移動ロボットに共通する機能、技術



(移動革命の実現)



59

自律的なエッジ



日本の立ち位置「移動する」

現状

- 国内外の事業者は、2020年頃のレベル4*自動走行車両の実現を目指し、ソフト系とハード系の事業者が強みを補完するために提携する動きが日常化（日産とDeNA、FordとUber等）。
- とりわけ競争の鍵となる認知技術を中心とした自動走行技術開発についてはサプライヤが競争をリード（Bosch、Continental、Intel（mobileye）等）。更に、情報処理を支えるAI半導体・システムも、共通の情報処理基盤として今後重要。
- 勝ちの絵姿が不透明な中、海外各国は、自動走行車両のいち早い実用化を目指し、国内ルールの検討や、公道実験が可能な環境を整備し、自国内における自動走行技術開発の加速と移動関連データ取得等を奨励。日本政府も対応を加速。
- ドローンについては、本体やコントローラー開発では海外企業（DJI、Intel等）が先行する中、ドローン単体の衝突回避等の技術開発に加えて、**複数ドローンを制御する運航管理システムの開発や、物流事業者やECマース事業者などによる、事業性のあるサービス開発が重要に。**

*SAEレベル4 高度運転自動化：システムが全ての運転タスクを実施（領域限定的）で、予備対応時に利用者が応答することは期待されない

日本の立ち位置・アプローチ

- 日系自動車OEMの世界シェア3割から生み出される運転制御・カメラ情報等の多様なリアルデータ、自動走行に必要な認知・判断・操作技術に係る日系サプライヤのグローバルな存在感など、課題解決への貢献に必要なリソースを日本は有しており、ひいては経済成長につながるポテンシャルを有している。ドローンについては、防災・物流など明確な出口分野が国内に存在。
- 日本がいち早く課題解決に貢献していくため、取得可能なリアルデータを元に、**(i)自律的なエッジ（自動走行車・隊列走行車・ドローン等）を実現し、エッジを最適運用し、いち早く社会実装して移動サービスモデルを確立するための(ii)基盤となるシステム・インフラを整備し、ダイナミックマップ等の移動に係る「リアルデータのプラットフォーム」を創出するとともに、併せて(iii)ビジネス環境・ルールの障害を取り除くことが肝要。**

60

IT Media / EE Times Japan

<http://eetimes.jp/ee/articles/1705/25/news007.html>



61

TOSHIBA
Leading Innovation >>>

62