

# モノのインターネット IoT

知能情報システム研究室（能登研究室） 特別助教

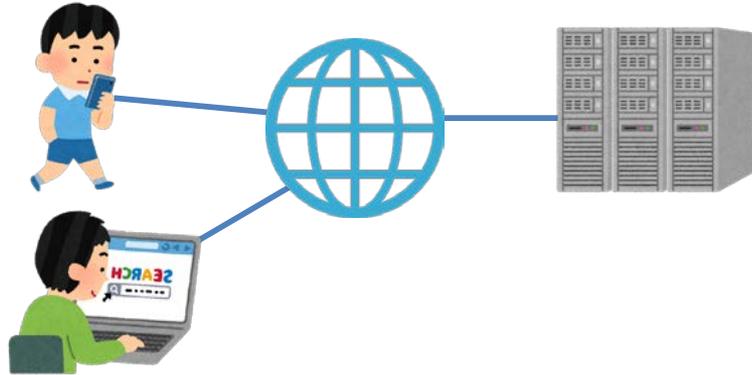
辻 順平 [tsuji@kanagawa-u.ac.jp](mailto:tsuji@kanagawa-u.ac.jp)

モノのインターネット

Internet of Things (IoT)

- スタンダードかつ**相互運用可能な通信プロトコルに基づく**自己構成能力を備えたダイナミックなグローバルネットワークインフラストラクチャ
- 「物理的」および「仮想的」なモノが**アイデンティティ・物理的属性・仮想人格を持つ**
- インテリジェントなインターフェースを使用し、**情報ネットワークにシームレスに統合される**

R. van Kranenburg, **The Internet of Things: A Critique of Ambient Technology and the All-Seeing Network of RFID**. Amsterdam, The Netherlands: *Institute of Network Cultures*, 2007.



**これまでのインターネット**  
人の直接扱うコンピュータが  
インターネットに接続する



**モノのインターネット**  
人が直接扱わないモノが  
インターネットに接続する

## Kevin Ashton が提唱 (1999年)

Procter & Gamble (P&G) のAssistant brand manager

RFIDによる**サプライチェーンマネジメントシステム**  
△をインターネットに例えたもの

**モノ** = 資源・資材・製品・商品 etc.

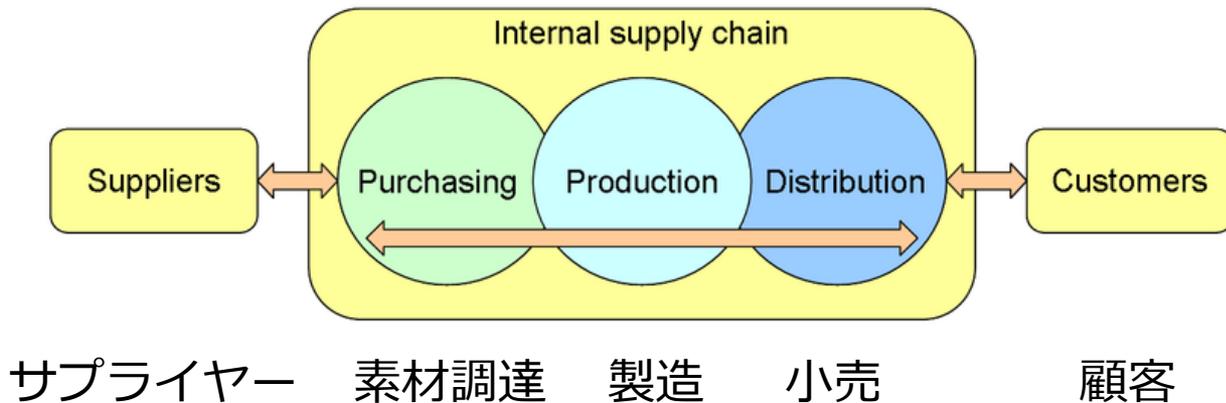


## サプライ・チェーン・マネジメント

複数の企業間で統合的な物流システムを構築し

経営の成果を高めるためのマネジメント

サプライヤーから顧客までの一連の流れを効率化することを目的



<http://beyondplm.com/2015/04/17/cofes-2015-product-lifecycle-supply-chain-and-data-networks/>

<http://weekly.ascii.jp/elem/000/000/205/205703/>

**Apple社のサプライヤーリスト（2004年）**

"Appleがサプライヤーリストを更新！ 日本は拠点数で世界第2位", 週刊アスキー より

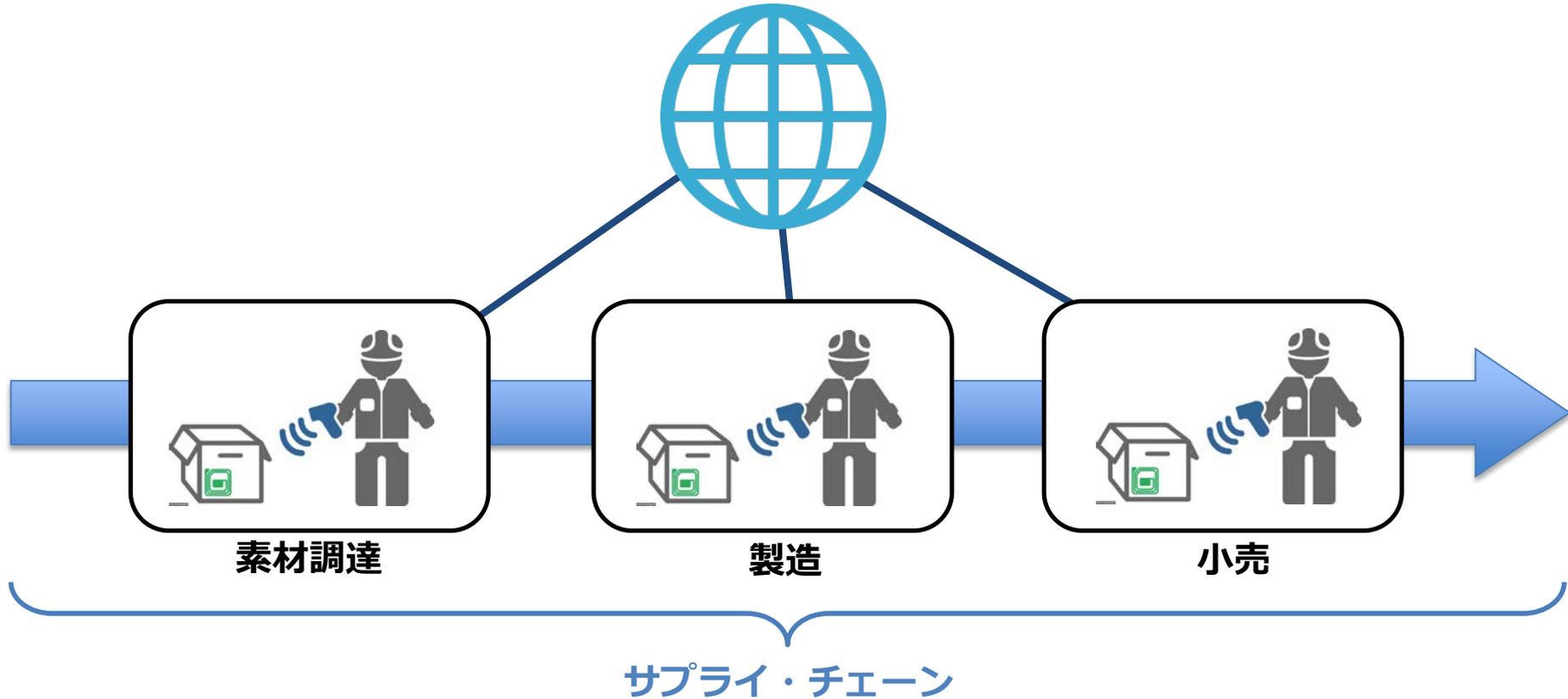


RFIDタグによって識別された

モノ

インターネット

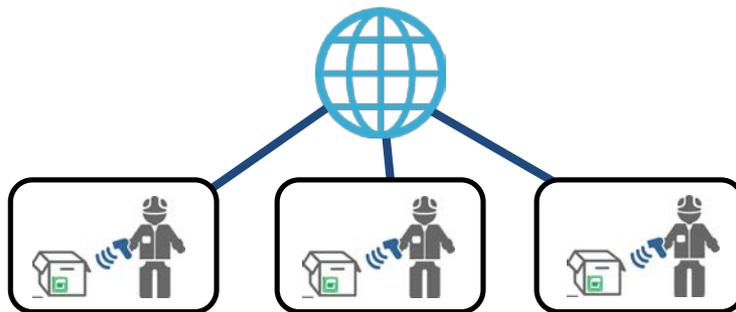
モノの情報がインターネットを介してシームレスに相互利用される



## (1) 物理的なモノの情報を識別・センシングする技術

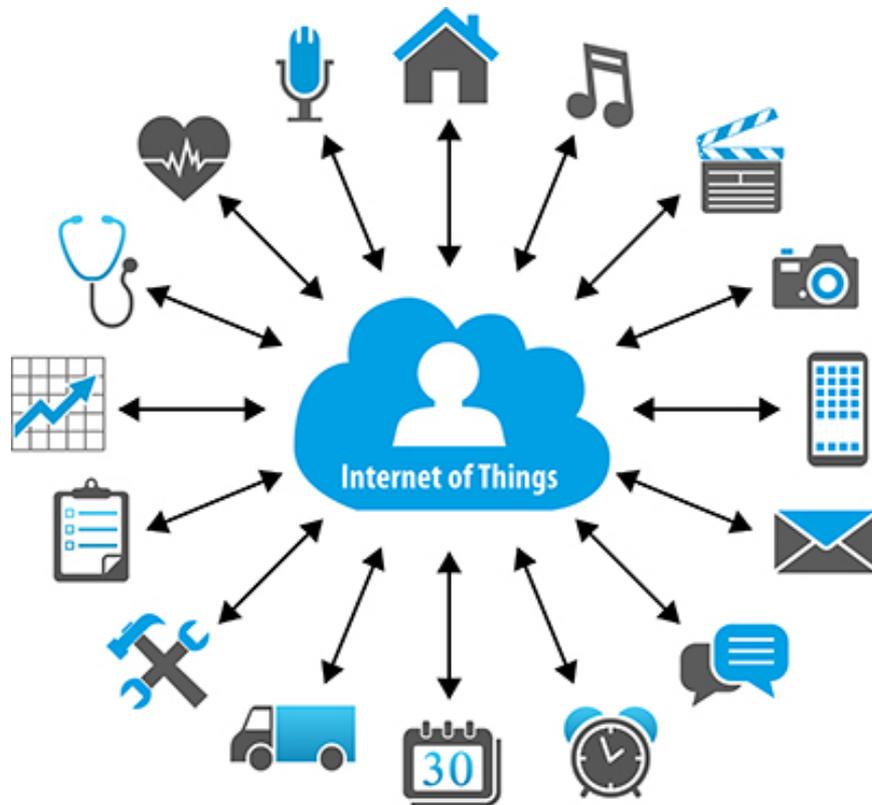
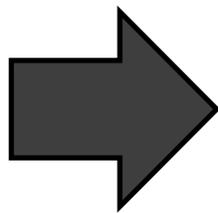


## (2) インターネットを介してシームレスに相互利用する技術

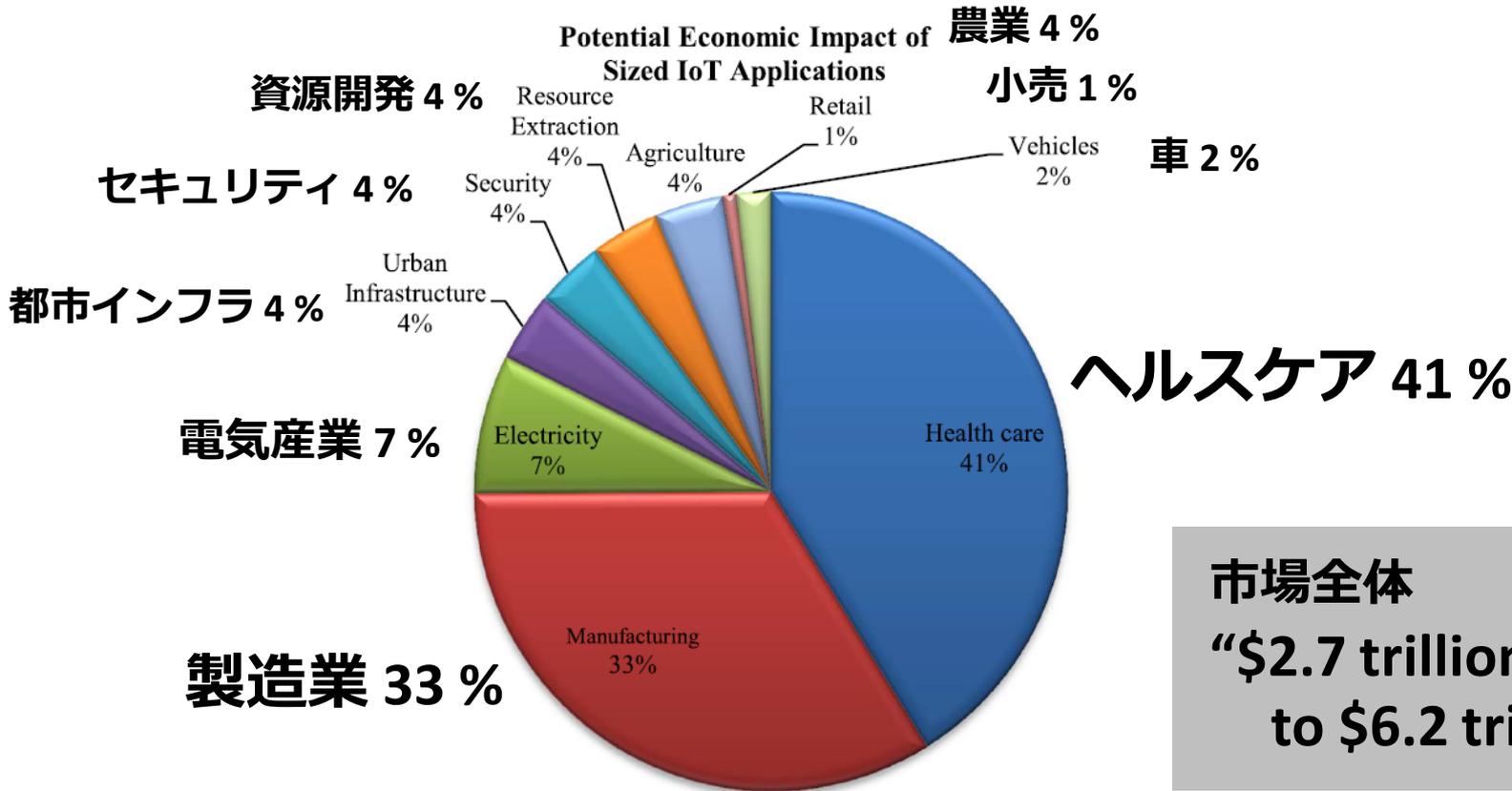


サプライチェーン  
物流システム

Kevin Ashton 1999



あらゆるモノがインターネットに接続されて  
相互に利用される



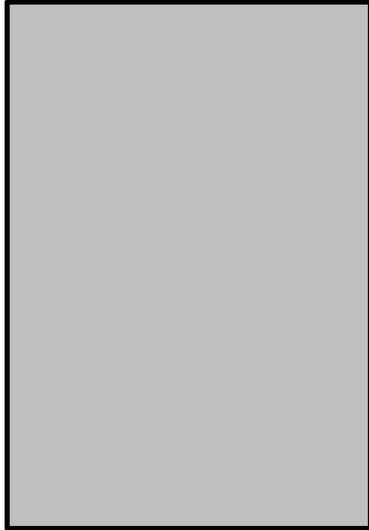
市場全体  
"\$2.7 trillion  
to \$6.2 trillion"

Fig. 2. Projected market share of dominant IoT applications by 2025.

[Al-Fuqaha, et al., 2015] より

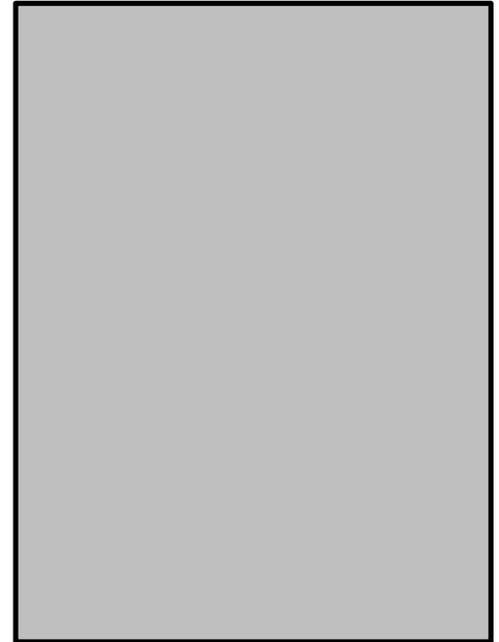
種々のセンサが内蔵されたフィットネスバンド

GPSセンサ・心拍数・心拍数モニタ・  
加速度センサ・バイブレータ etc.



**Fitbit**

スマートフォンで健康状態を可視化



<https://jins-meme.com/ja/>

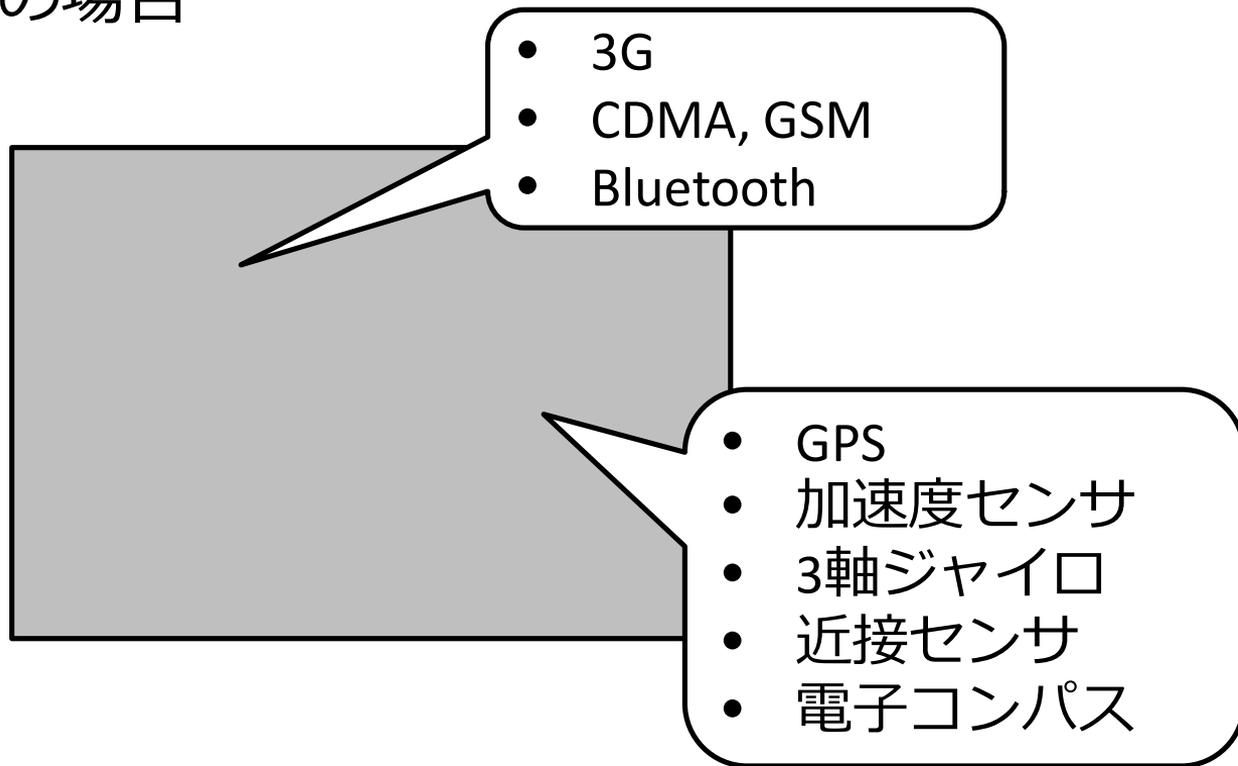
## Field Server II

複数のセンサを内蔵した  
農場モニタリング用ネットワークカメラ



インターネットのレシピサイトと連動し調理、スマートオープンレンジMAID

## iPhoneの場合



## (1) 無線タグ

RF-ID

## (2) インターネット技術

IPv6

## (3) 小規模ネットワーク

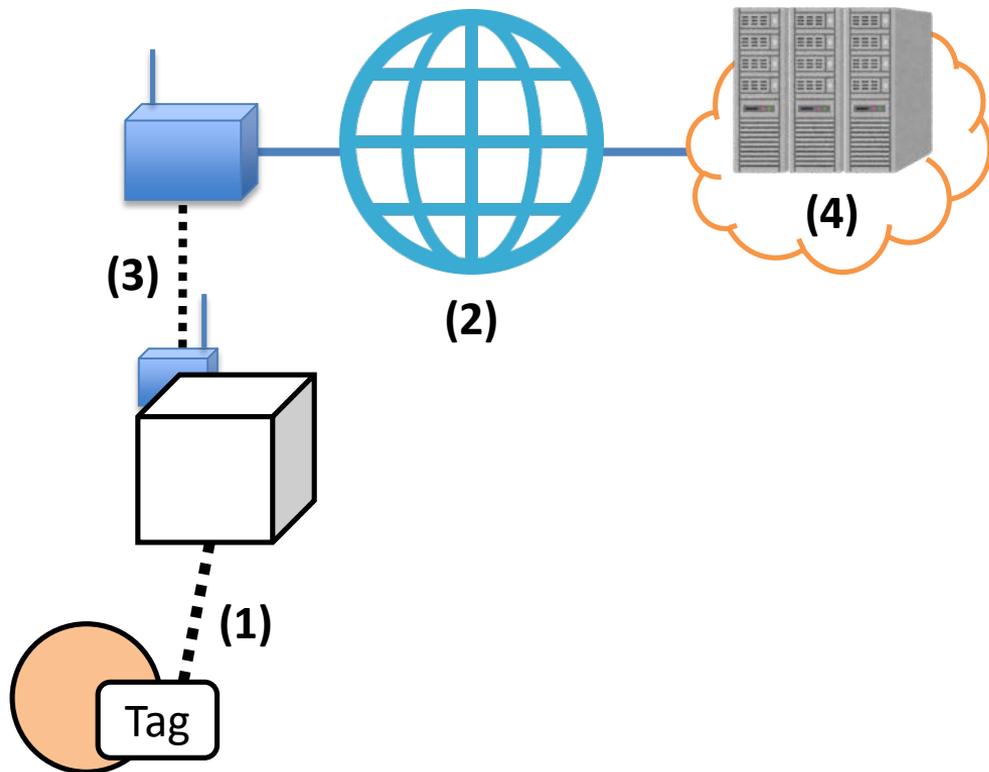
6LoWPAN

## (4) クラウド技術

Amazon IoT

## (5) アーキテクチャ

オープン IoT



無線によって個体識別・管理を行う技術の総称

バーコード方式：接触型

RFID (Radio Frequency IDentification)方式：非接触型

- IPv4

133.87.184.40

8 bit ずつ 4 区間に区切られた計 **32 bit** のアドレス方式

0.0.0.0 ~ 255.255.255.255 の  **$2^{32}$**  個のホストを識別できる

約 10 億個

- IPv6

2001:0db8:bd05:01d2:288a:1fc0:0001:10ee

16 bit ずつ 8 区間に区切られた計 **128 bit** のアドレス方式

0:0:0:0:0:0:0:0 ~ ffff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff の  **$2^{128}$**  個のホストを識別できる

約 100 澗個 (≒  $10^{38}$ )

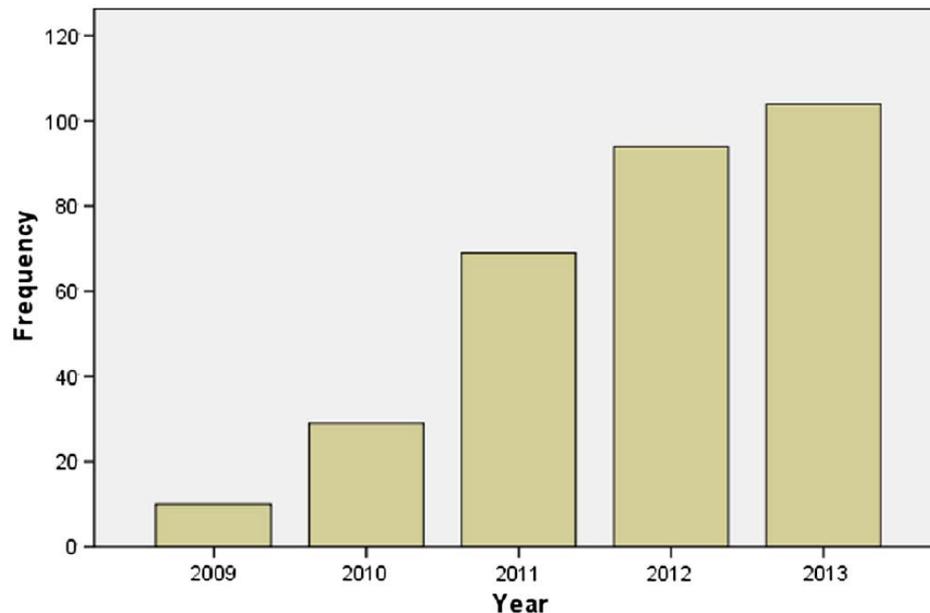
- 2007年に策定された省電力で通信可能な**パーソナルエリアネットワーク**（PAN）
- PAN 上で IPv6 による**通信を実現**するための仕組みを提供

IoT デバイスを Amazon Web Service の各種サービスに接続するフレームワークを提供

IoTデバイスをオープンに相互接続させるためのアーキテクチャ

- IoT-Aggregator 上で動作する「デバイス仮身」に対して、セキュアな通信路を介してデバイス情報を同期
- デバイスへの外からのアクセスは、**デバイス仮身を介して行う**

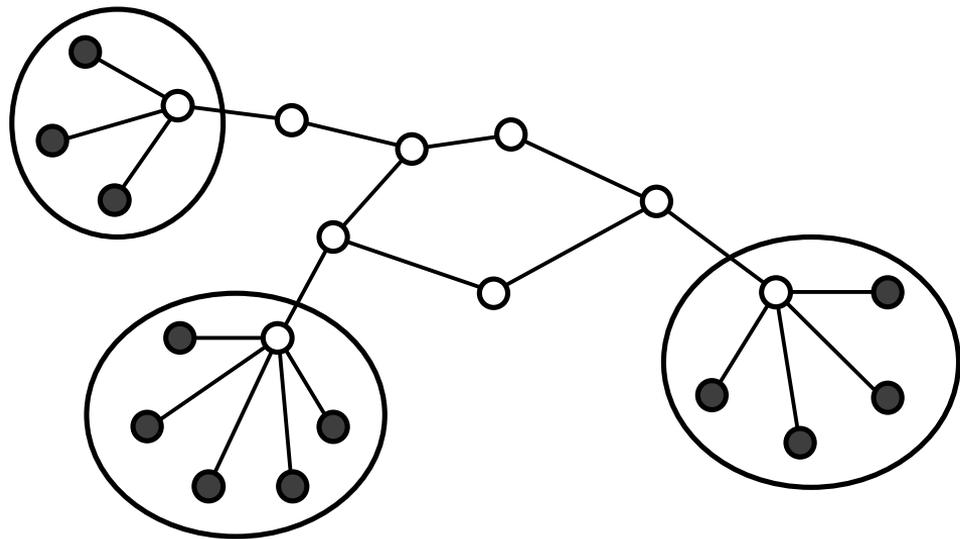
[Li, et al., 2014] より



- 2009年から2013年までの IoT に関する研究論文は **306 件**
- 年々増加の傾向あり

- インダストリアル・インターネット（アメリカ）
- インダストリー4.0（ドイツ）
- 物聯網（中国）
- u-Japan政策（日本）

## インターネットの利用の変遷



黎明期：メール

1990・2000年代：ブラウザ

これから：モノのインターネット？

[坂村, 2016] 坂村健 : **オープンIoT—考え方と実践**, パーソナルメディア (2016).

[Li, et al., 2014] Li, D.X., et al.: **Internet of Things in Industries: A Survey**, *IEEE Trans. on Industrial Informatics*, Vol. 10, No. 4, (2014).

[Al-Fuqaha, et al., 2015] Al-Fuqaha, A., et al.: **Internet of Things: A Survey on Enabling Technologies, Protocols, and Applications**, *IEEE Communication Surveys & Tutorials*, Vol. 17, No. 4, pp. 2347-2376, (2015).

<https://www.youtube.com/watch?v=L1unGW2Ae1M>

## 店頭での高度な商品管理(SCM)

売上げ・在庫管理, 商品の位置管理, 万引検知など.

## 空間見守り・ヘルスケア

各種センサーで体調を管理. 必要があれば医者 of 診断.

## 樹木の通信(環境モニタリング)

生育状況や周辺環境を知ることで, 森林の減少を止める.

## パーソナライズされた空間 (Intelligent Home)

小さなICカードを持ち歩くだけで, 自動でエアコンが好みの温度に働く, 好みの音楽が自動でかかる, イスが自動で調整される.

## スマートグリッド

電力網をITによって自律分散的に制御・管理する.

## 高度交通システム(ITS)

車同士がお互いに通信し合い渋滞を緩和, 事故を防ぐ.

地面に取り付けられたセンサーはメンテナンスの時期を教えてくれる. CO2排出削減にも効果.

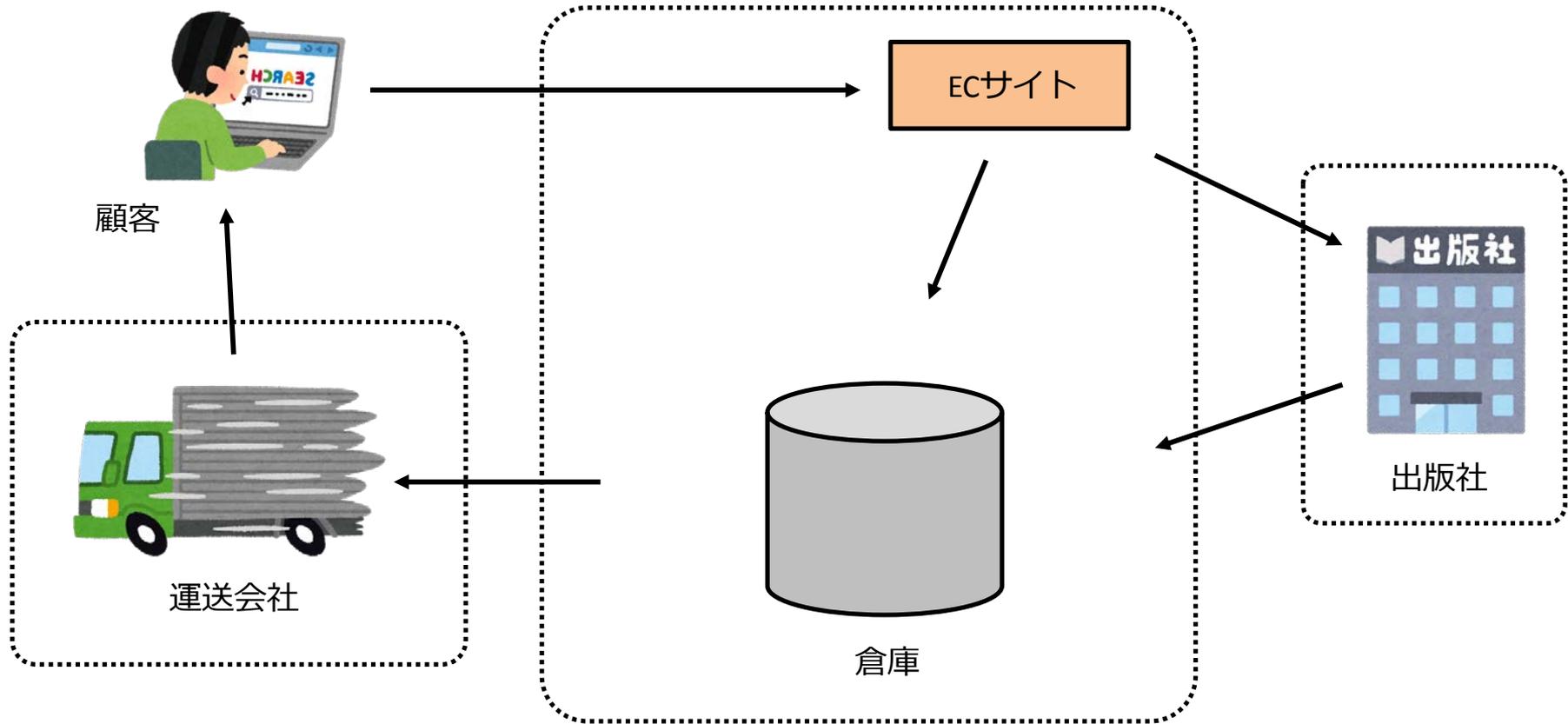
- ユビキタス・コンピューティング
- パーベイシブ・コンピューティング
- マシン・トゥ・マシン (M2M)
- サイバー・フィジカル・システム (CPS)
- 超機能分散システム (HFDS)

## インターネット

複数のネットワークを相互接続した  
世界規模の通信ネットワーク

## ウェブ

インターネット上に配置されたハイパーテキストを  
公開・閲覧するためのシステム



商品がIDにより管理され、複数の企業間をまたいでリアルタイムで管理されている