

広域データ収集・解析プログラム開発のための 「*SINETStream*」の紹介

<https://sinetstream.net/>

竹房 あつ子
国立情報学研究所

オープンソースシステムソフトウェア (OSSS) ワークショップ
2023年3月30日 (木)

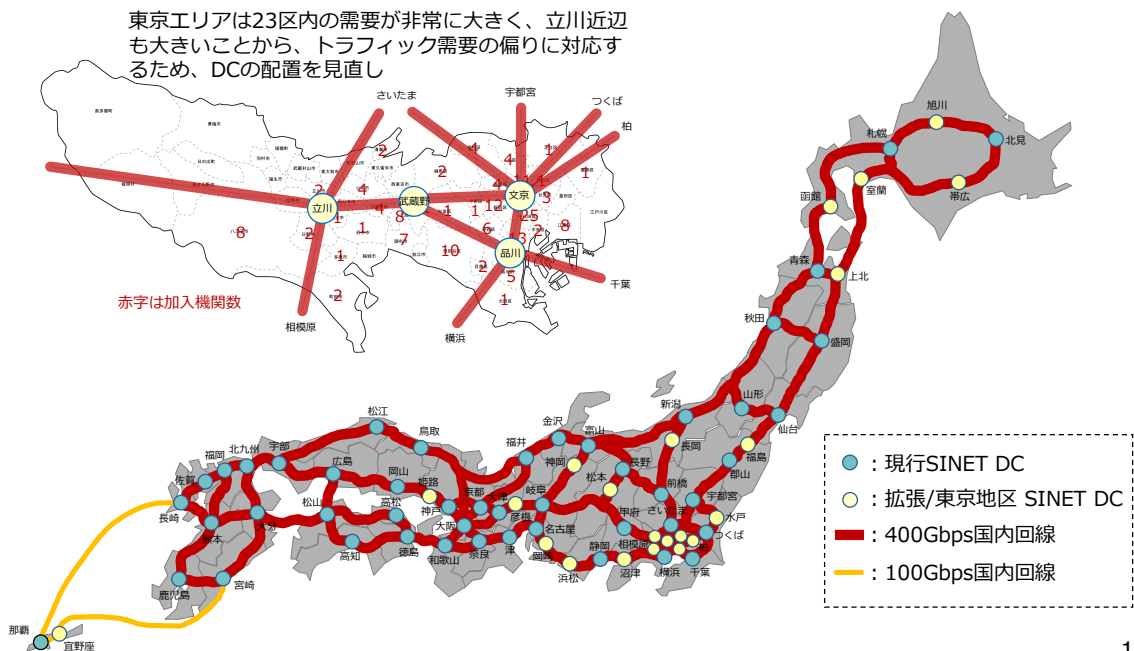
学術情報ネットワーク SINET

① 400Gbpsの全国展開と接続点の拡大



- SINET6では全国を400Gbps*で整備し、その後トラフィック状況により適宜増強
- 現DCに加え拡張DCを設置、また東京地区のDCを見直し、アクセス環境を改善

* 沖縄は技術的な制約により当面100Gbpsベース

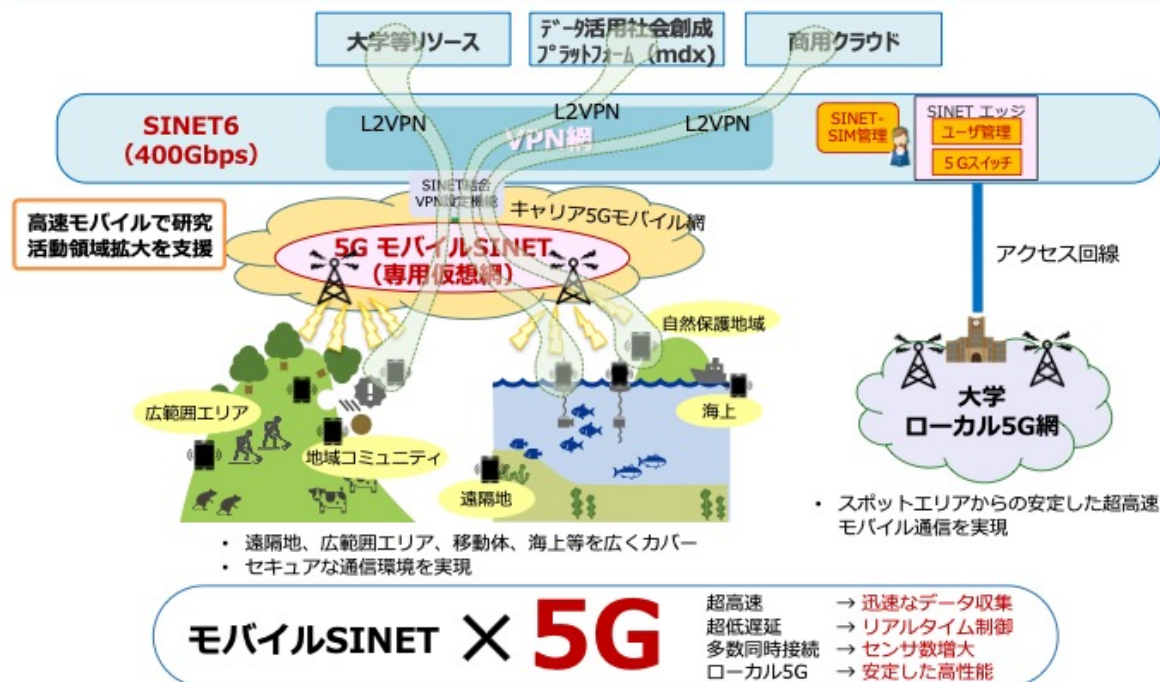


モバイルSINET

② 5Gモバイルと400Gbpsの融合



- モバイルSINET : 5G対応 (4G/3Gも可) に拡張し、2022年4月より運用開始
- ローカル5G : まずは小さな規模で実証実験を開始予定

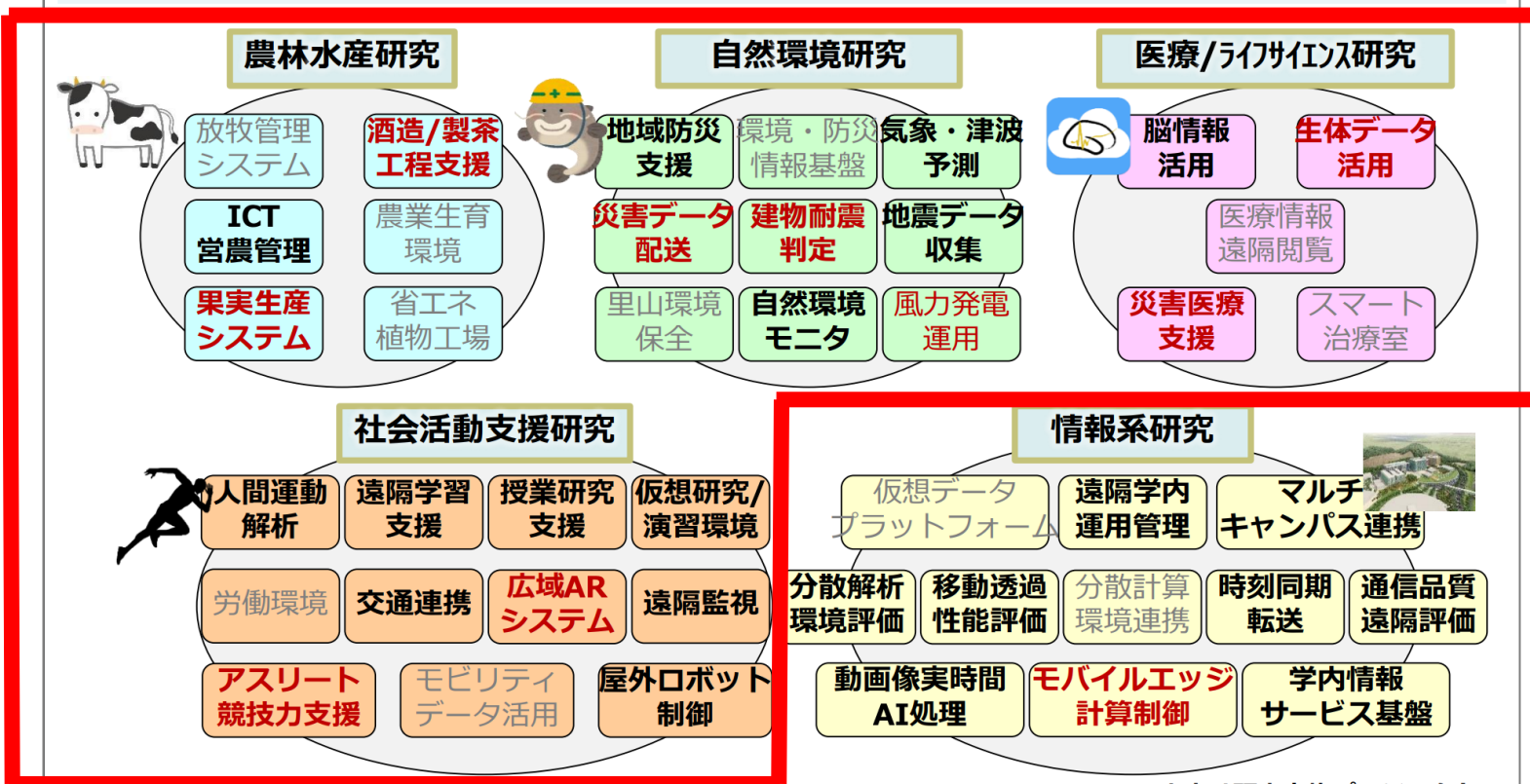




提案テーマ一覧

情報系以外の研究者を
いかに支援するか？

- ◆ 25組織の幅広い分野から42件の独創的な研究テーマが提案、採択された。
- ◆ 事情に因り実施に至らなかった案件を除く、30件の研究テーマの推進に貢献した。



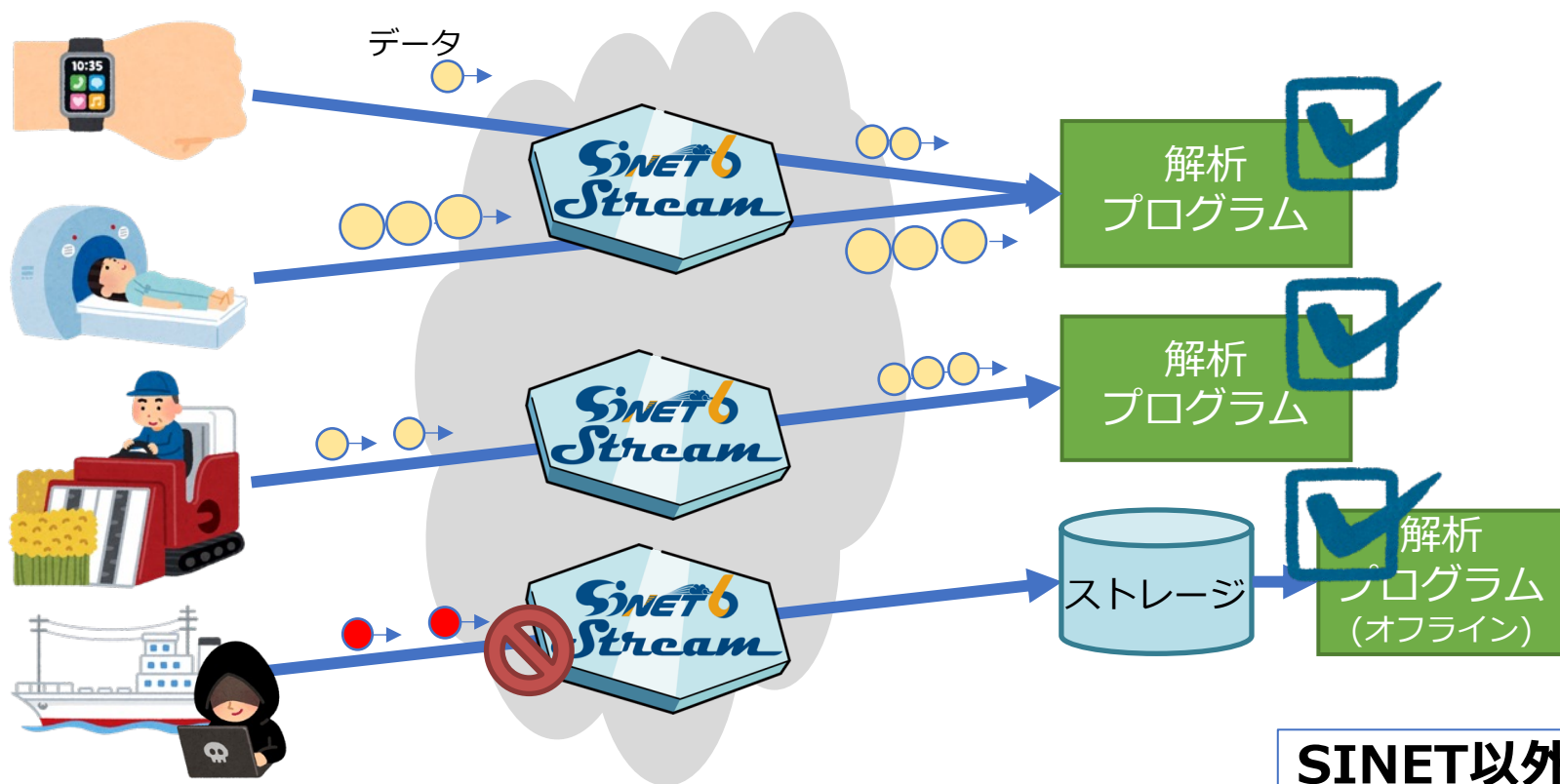
NIIで実施したIoT実証実験第1期の成果

太字は研究実施プロジェクト
赤字は産学連携プロジェクト

© 2020 National Institute of Informatics

SINETStream=ソフトウェアライブラリ

- IoTアプリシステム開発のためのソフトウェアライブラリ
- 安全・確実なIoTデータの収集・蓄積・解析に必要な機能を提供



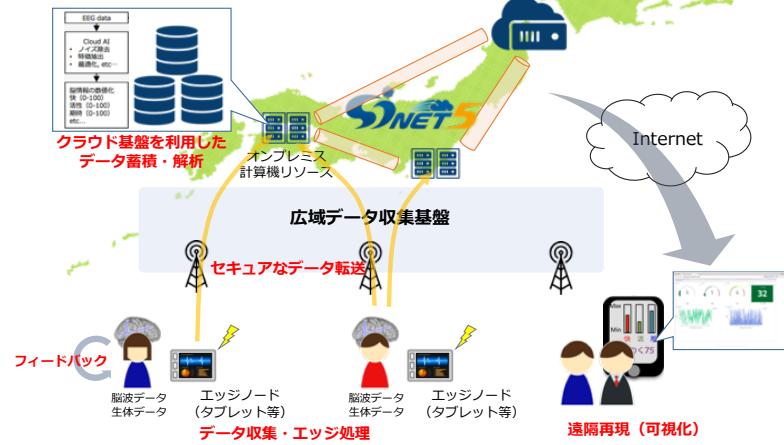
モバイルSINET+
SINETStreamで、
IoTシステム開発・
実験を支援

SINET以外でも使えます

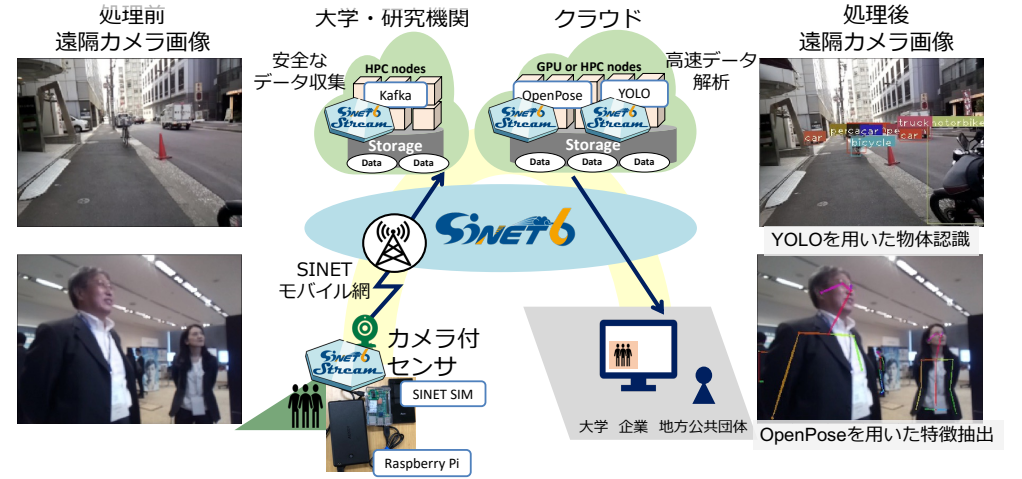
*SINETStream*利用事例

SINETStream利用事例

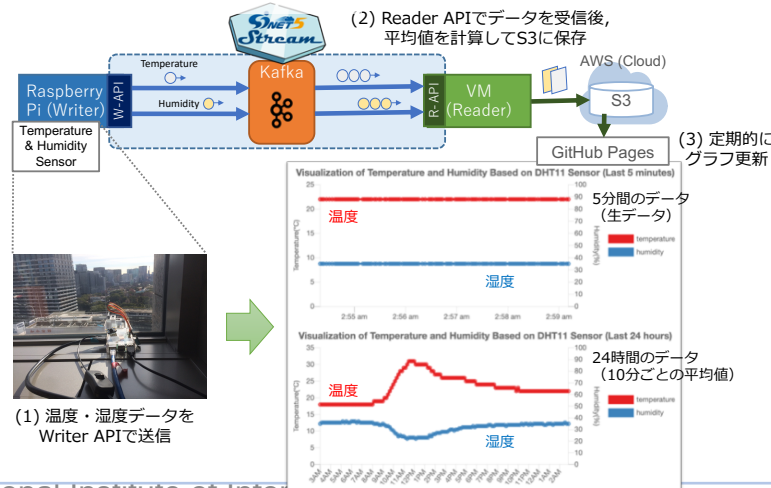
脳波データ解析ライフサイエンスアプリ [広島大 近堂先生, 町澤先生]



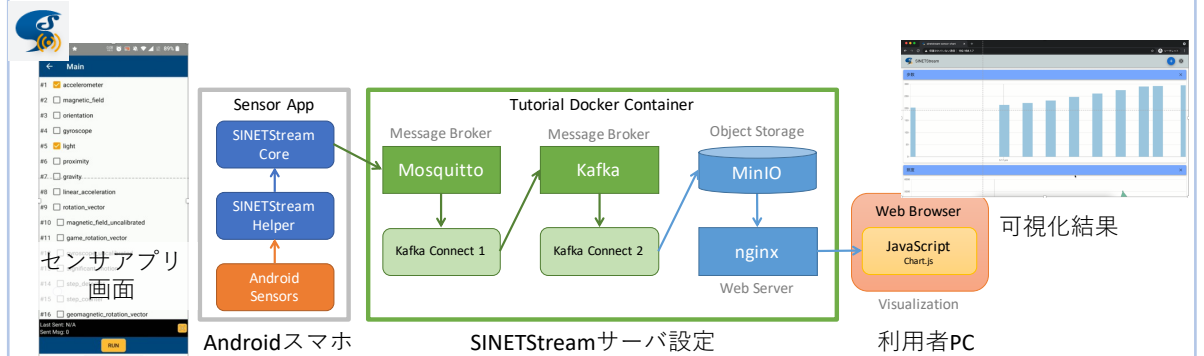
監視カメラ画像オンライン処理



長期間環境モニタリング



スマートフォンを用いたセンサデータ収集

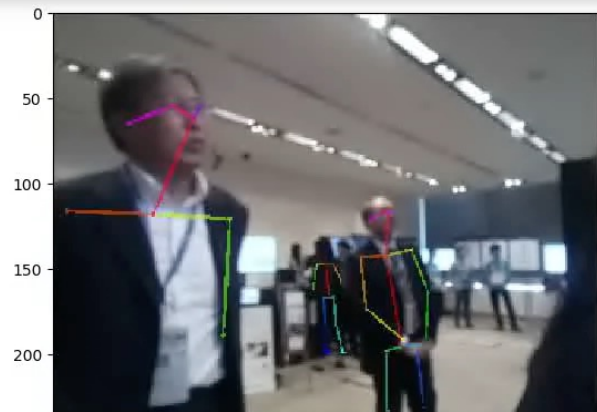


利用事例：監視カメラ画像オンライン処理

処理後の
カメラ画像

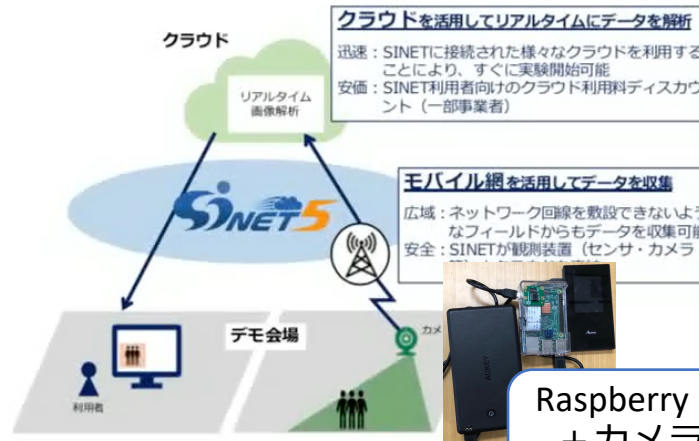


YOLOを用いた物体認識



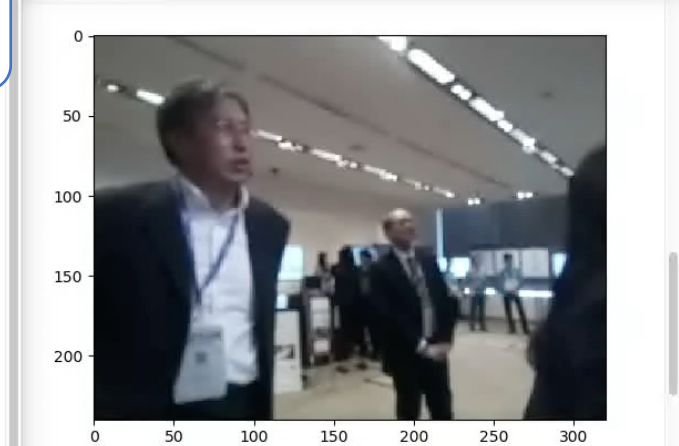
OpenPoseを用いた特徴抽出

SINETモバイル網とクラウドを活用したリアルタイム画像解析



YOLO, <https://pjreddie.com/darknet/yolo/>
OpenPose, <https://github.com/CMU-Perceptual-Computing-Lab/openpose>

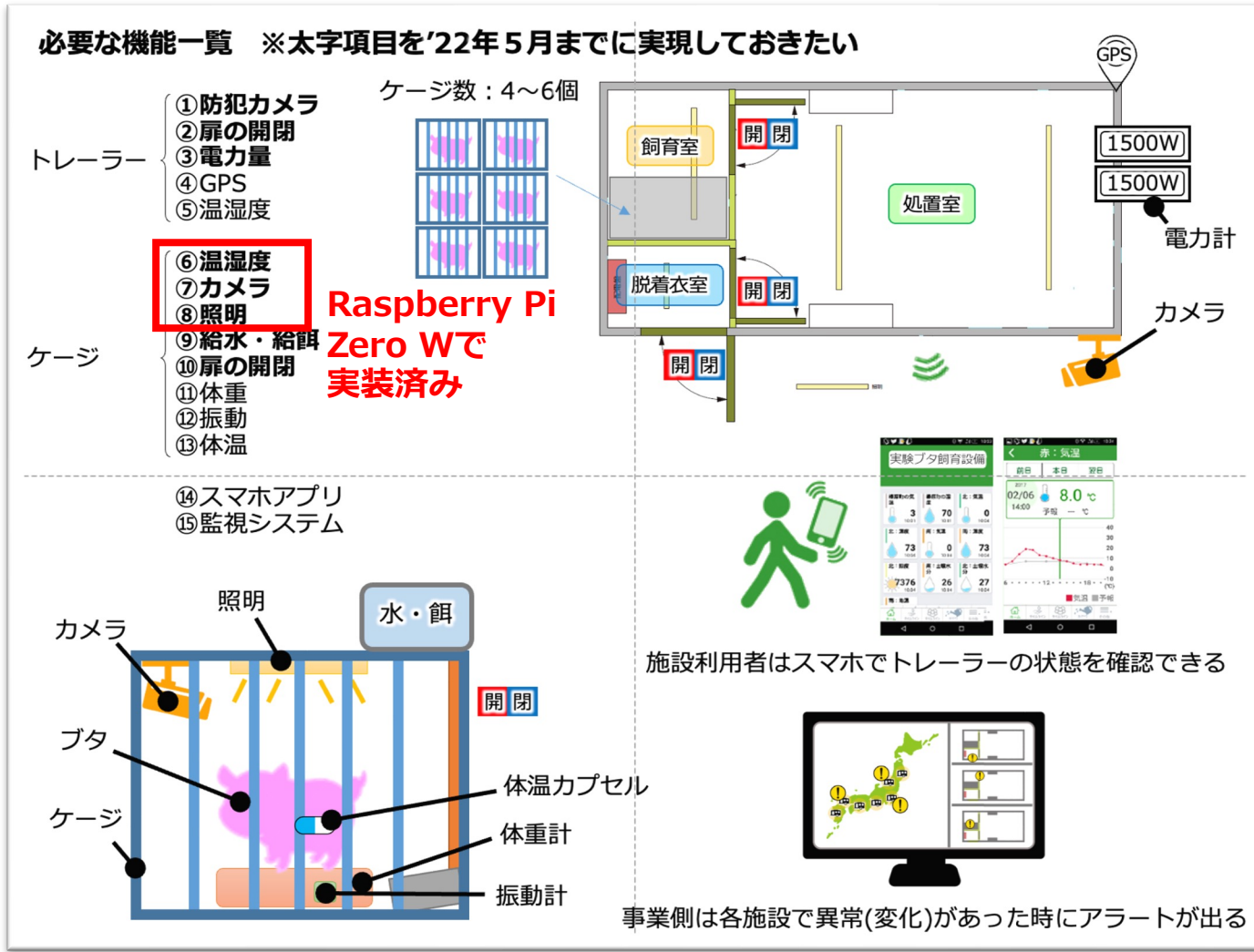
処理前の
カメラ画像



- 遠隔動物医療 [徳島大 森松先生, 竹島先生]
- 船上多種センサデータ収集 [東京海洋大 大島先生 + NII]

遠隔動物医療での多種センサーデータ収集 [徳島大]

トレーラー型動物飼養保管・実験室，遠隔動物監視



Zabbixで収集・可視化

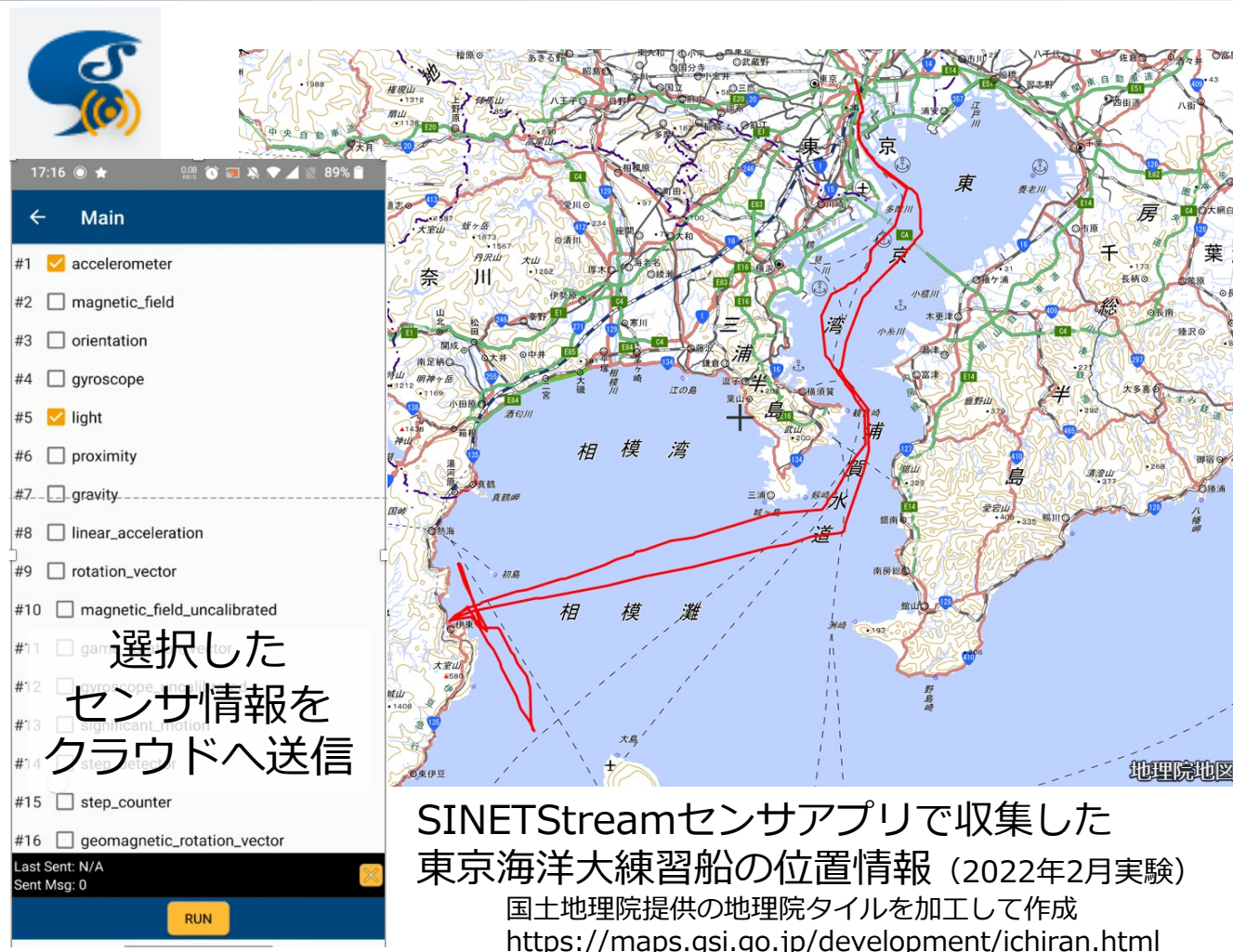
温度

湿度

照度

船上での多種センサデータ収集 [海洋大 + NII]

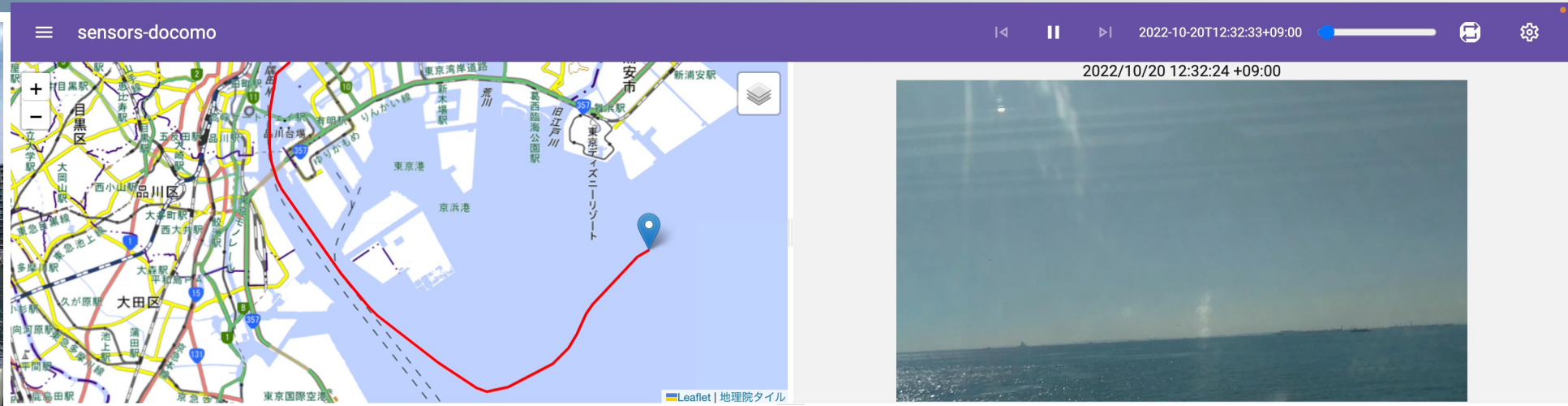
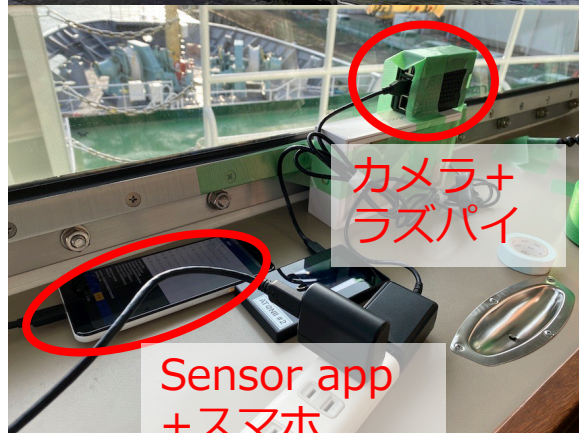
- SINETStreamのサンプルアプリ利用
 - Androidスマホの多種センサ情報を収集する**Sensorアプリ**
 - カメラ付Linux端末(Raspberry Pi)で画像・通信スループット収集プログラム
→ **開発不要**, ダウンロード&設定で利用可能
- 船上での多種センサデータ収集実験
 - 東京海洋大の練習船に設置
 - モバイルSINET経由でサーバに送信
 - 2022年10月の3日間の実験航海でAndroid 15種類, Linux 2種類のセンサ情報収集を確認
(協力: 東京海洋大 大島浩太先生)



選択した
センサ情報を
クラウドへ送信

SINETStreamセンサアプリで収集した
東京海洋大練習船の位置情報 (2022年2月実験)
国土地理院提供の地理院タイルを加工して作成
<https://maps.gsi.go.jp/development/ichiran.html>

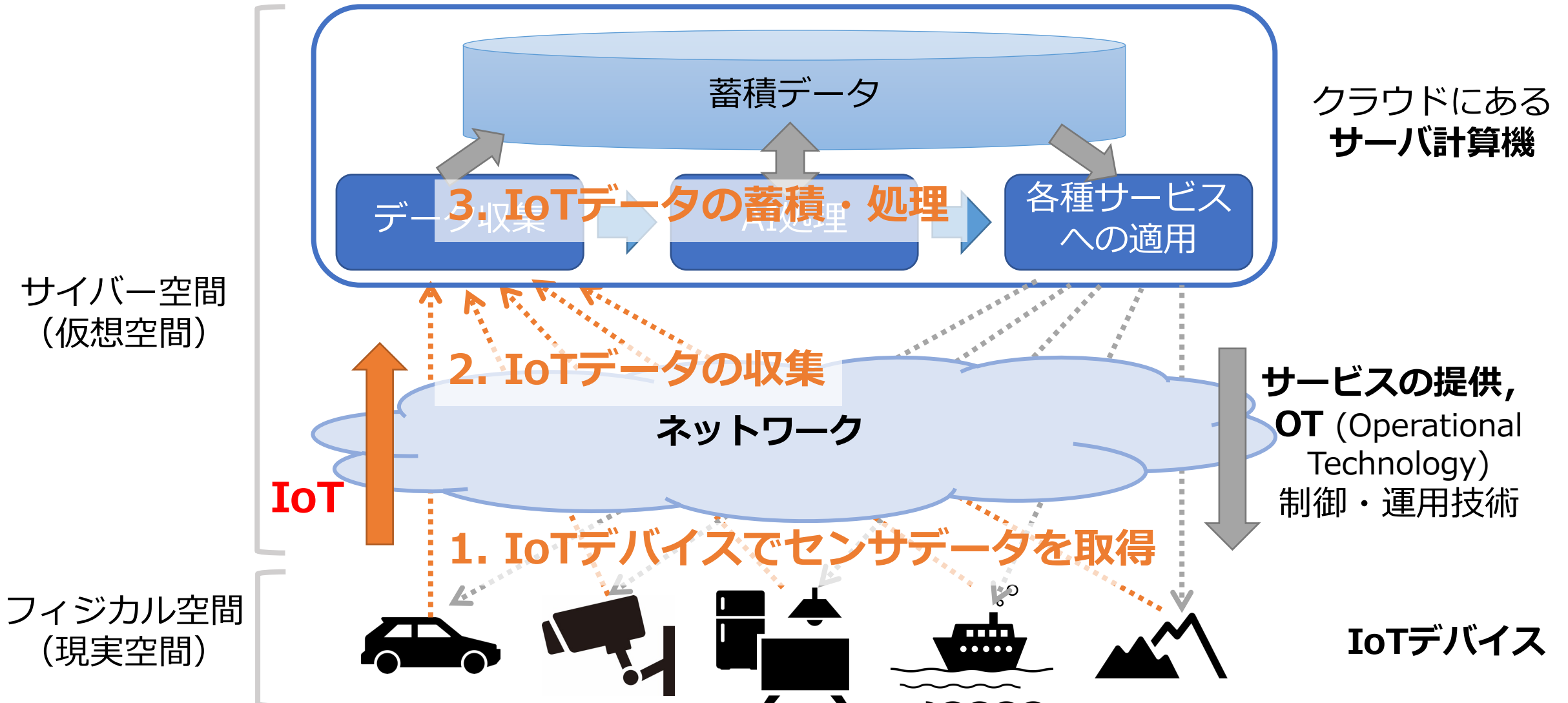
船上での多種センサデータ収集 [海洋大 + NII]



協力：東京海洋大

IoT処理の特徴

IoTシステムの構成



1. IoTデバイスでのセンサデータの取得

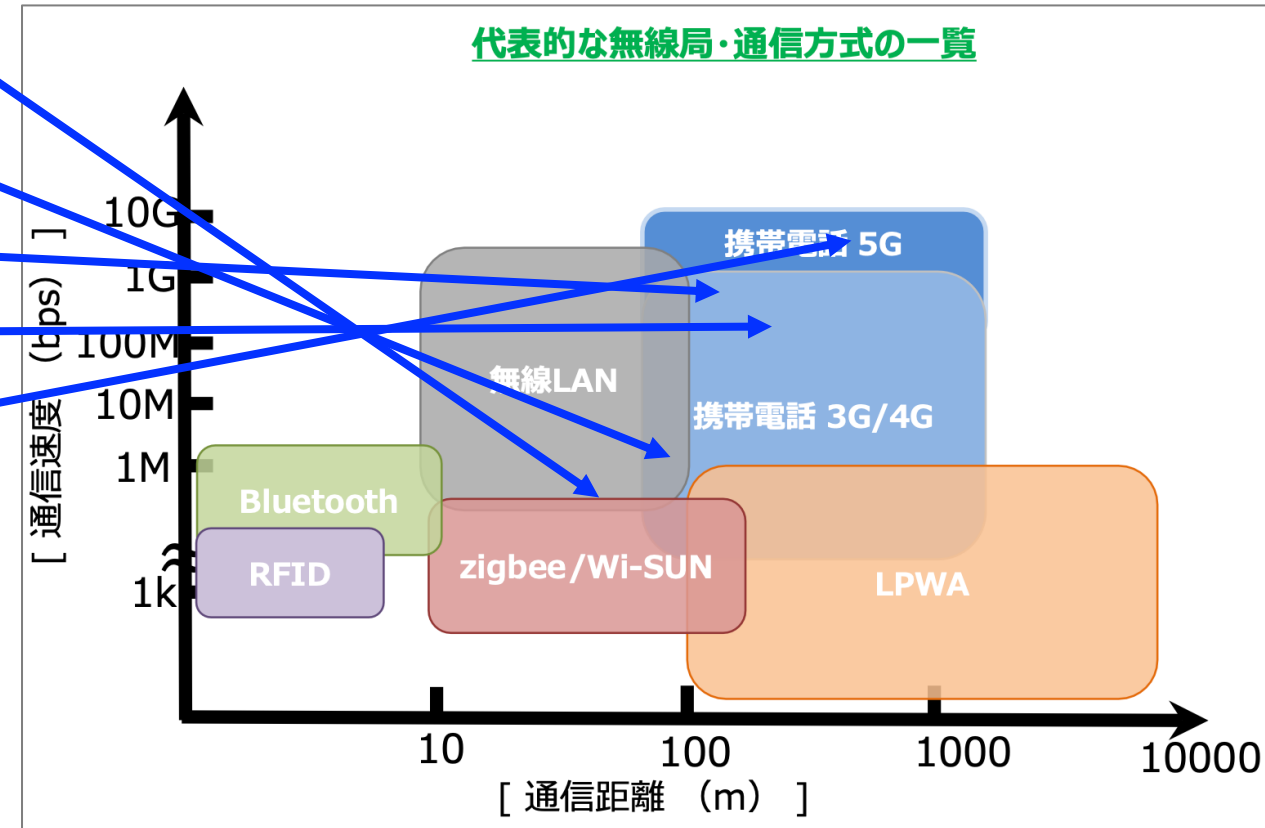
センサ種類	センサデータ	取得頻度 (目安)	データサイズ (目安)
温度計, 湿度計	数値データ	数秒～数分/回	～10 B (バイト)
GPS, 加速度計	ベクトルデータ	数ミリ秒～数秒	～100 B
脳波計 	行列データ (例: 30チャンネルx計測数)	数百 Hz (計測数/秒)	～数百 KB (キロB) (1秒分)
カメラ	静止画	数秒～数分/枚	～数 MB (メガB)
ビデオカメラ	HD動画	30 fps(枚/秒)	～数十 MB/秒

センサごとに取得頻度, データサイズが大きく異なる

2. IoTデータの収集／ネットワーク

センサ種類	センサデータ	取得頻度 (目安)	データサイズ (目安)
温度計, 湿度計	数値データ	数秒～数分/回	～10 B (バイト)
GPS, 加速度計	ベクトルデータ	数ミリ秒～数秒	～100 B
脳波計	行列データ (例: 30チャンネルx計測数)	数百 Hz	～数百 KB (キロB) (1秒分)
カメラ	静止画	数秒～数分/枚	～数 MB (メガB)
ビデオカメラ	HD動画	30 fps(枚/秒)	～数十 MB/秒

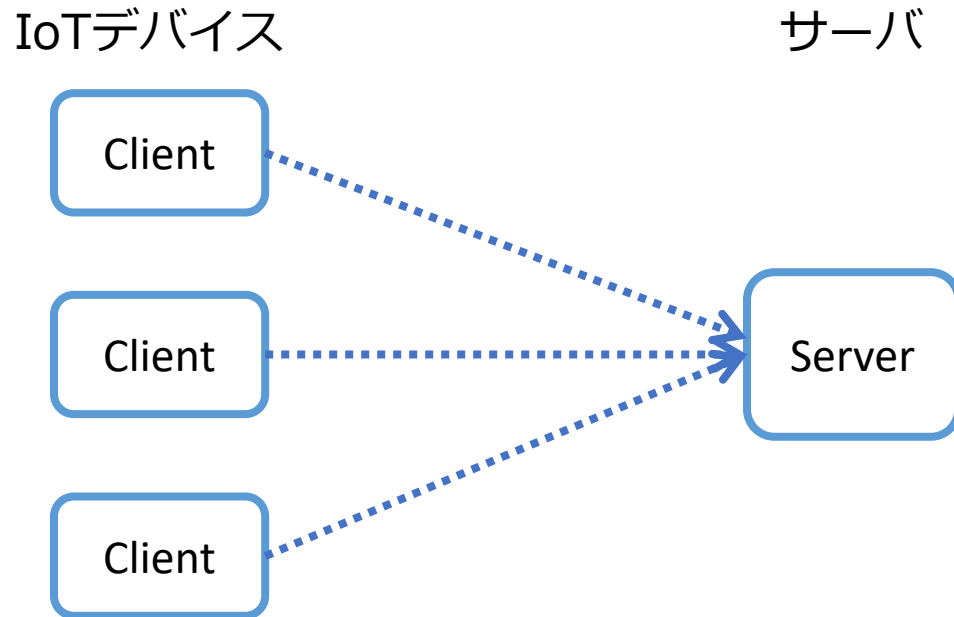
- ネットワーク(モバイル, Wi-Fi他)を介してIoTデータが送信される
- IoTデータの使い方(画像認識, 環境監視等)に応じて, 必要な頻度, サイズでのIoTデータ収集が必要
- センサデータの送信頻度, サイズの調整と, 適切なネットワークの選択が必要



引用元：総務省「工場向けワイヤレスIoT講習会座学講習テキスト」p. 28
https://smartiot-forum.jp/application/files/3515/6652/7825/wirelessiot-text_v1.pdf
 (検索日：2023年1月25日)

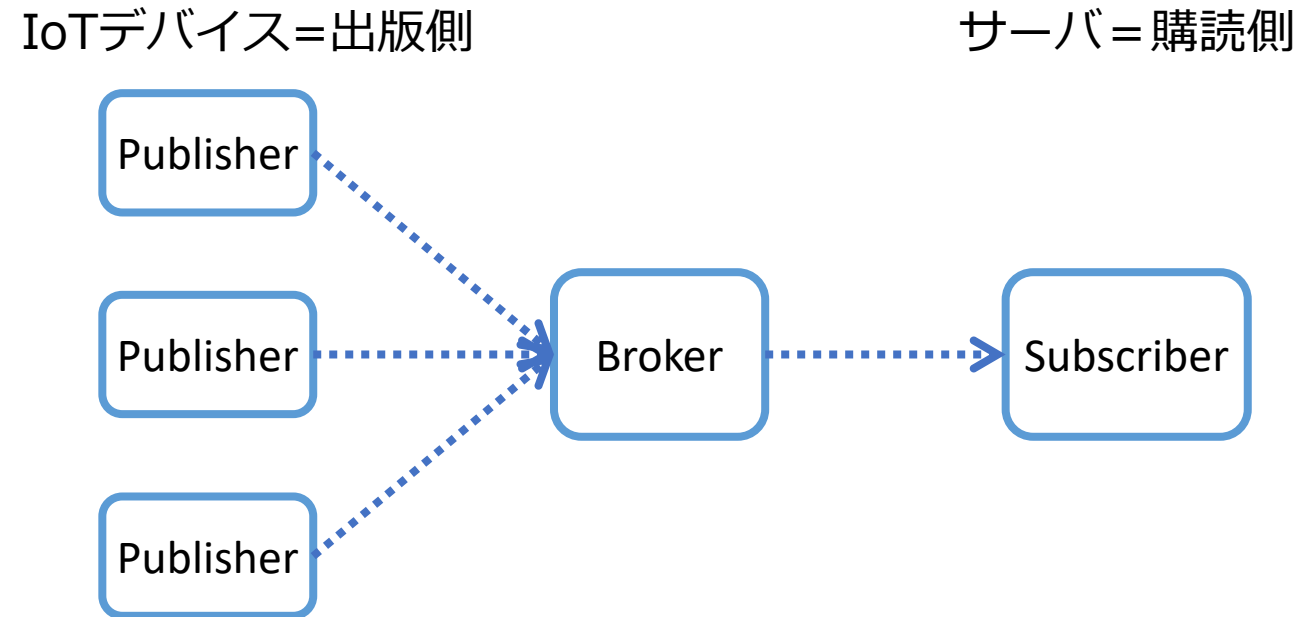
2. IoTデータの収集／収集方法

Client-Server方式



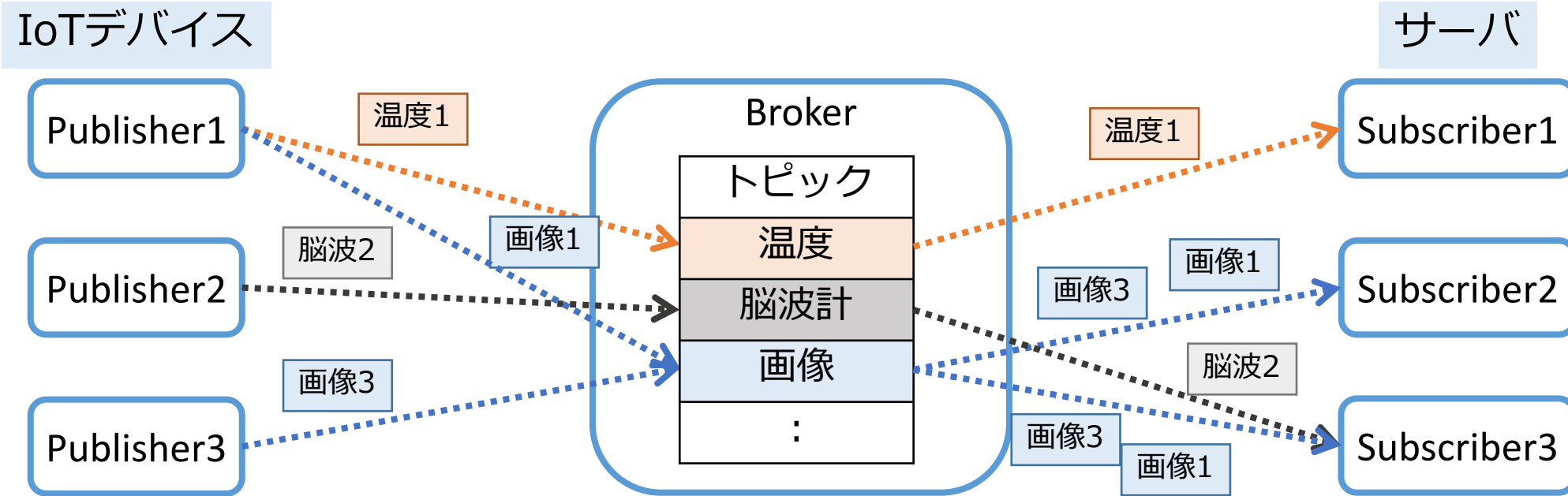
- ClientとServerが直接送受信
- 例：Webサーバ (HTTP/HTTPS/REST)

Publish-Subscribe (Pub-Sub)方式



- Brokerを介してPubとSubが送受信
 - 例: メッセージブローカ (MQTT)
- IoTではPub-Sub方式がよく利用される

2. IoTデータの収集／Pub-Sub方式の特徴

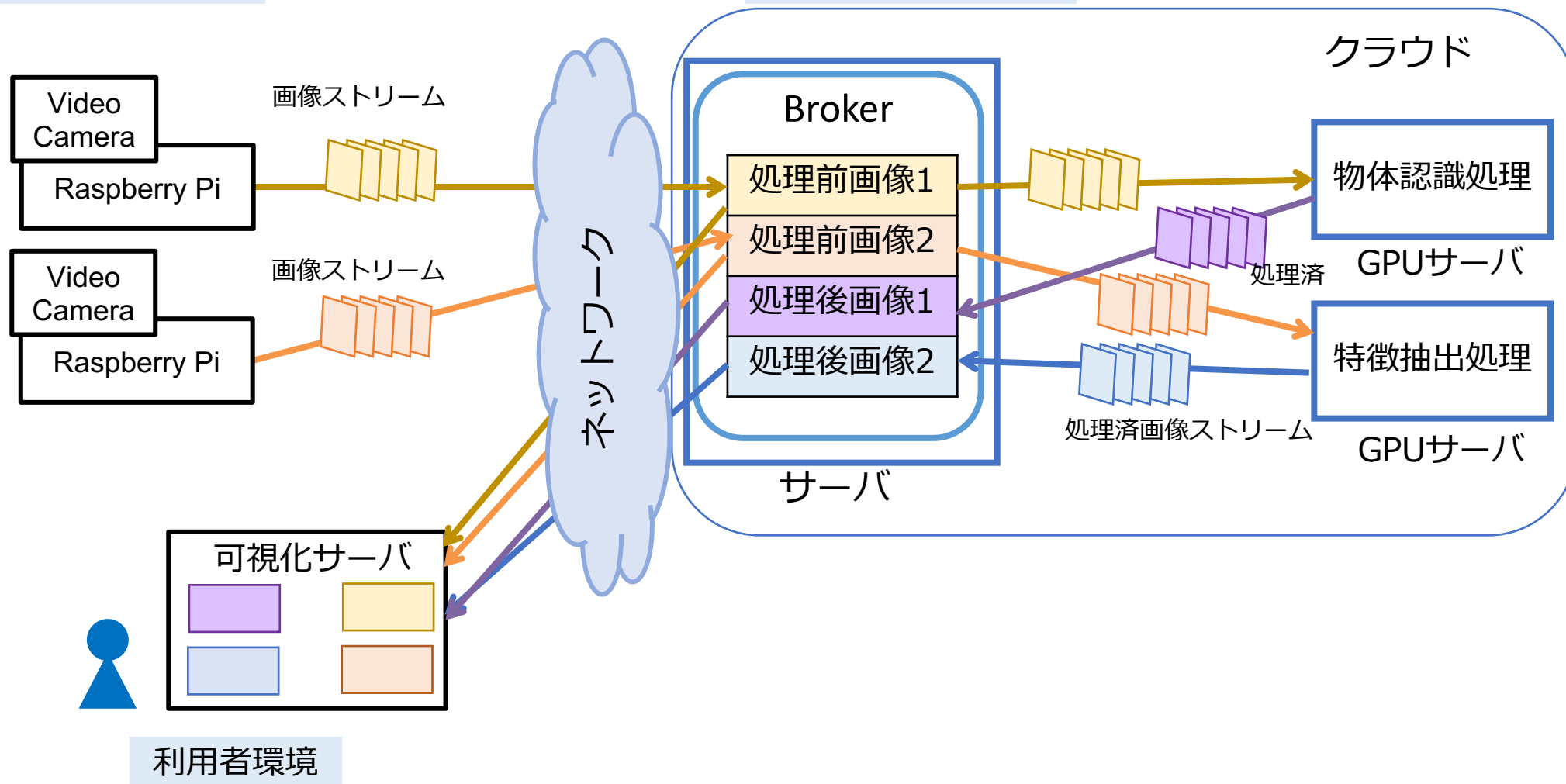


- Brokerが複数Publisherからのメッセージを「トピック名」で交通整理
→ **PublisherはBrokerのみに送信**すればよい
→ Brokerに接続するだけで**Subscriberは必要なトピックを購読**できる
同じトピックのメッセージ**複数のSubscriberが受信可能**
- 一般的なBrokerの実装では、メモリ上でデータをやり取りするので**オーバヘッド小**
- **サーバは自身の処理（AIなど）に専念**できる → 処理効率が高くなる

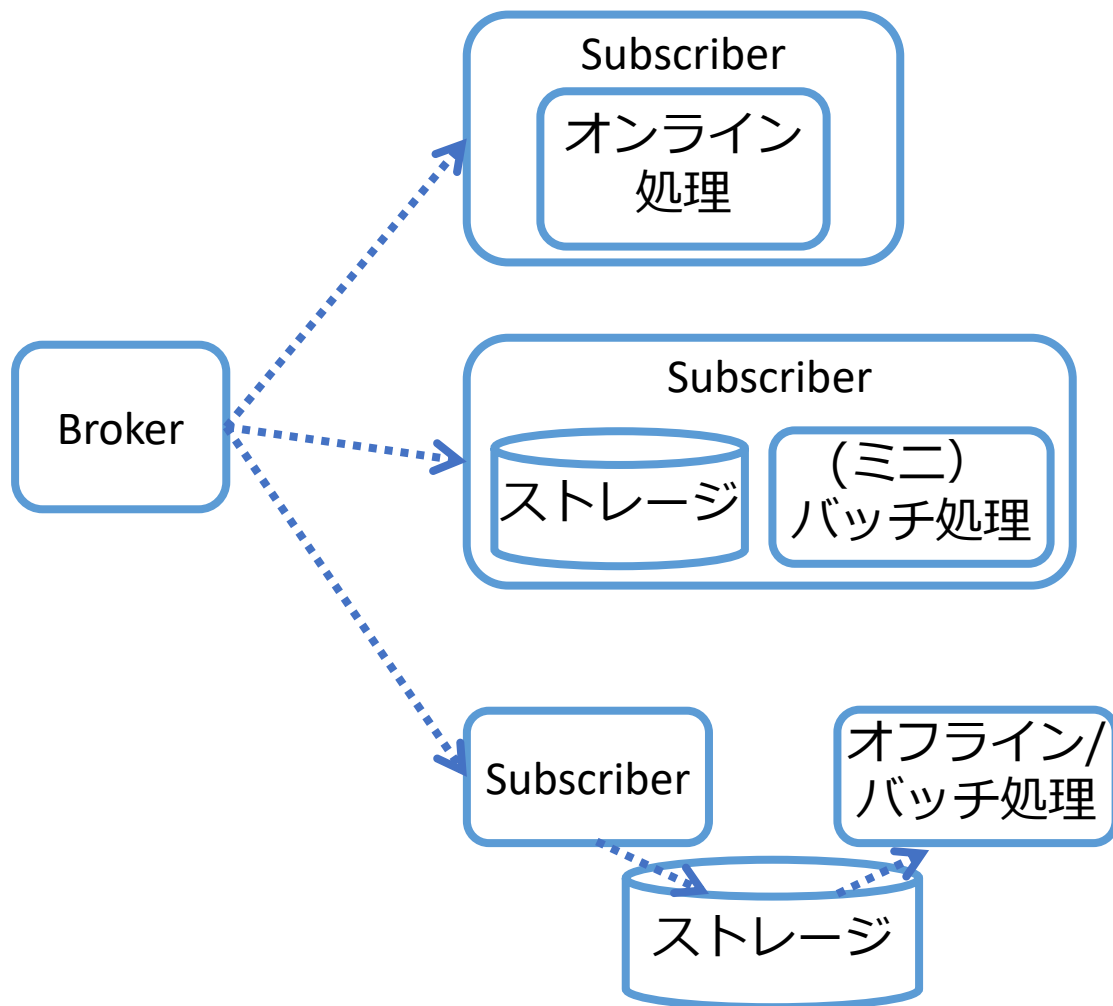
IoTシステムの実装例：オンラインビデオ解析

IoTデバイス側

サーバ計算機側



3. IoTデータの蓄積・処理



データを受け取ったらすぐに処理
(例：オンライン画像解析)

データを保存し、ある程度のデータが溜まったら処理
(例：統計処理, 推論処理)

Apache Spark/Flink+HDFSのような
インタラクティブなデータ処理環境必要

そのままストレージに蓄積。
別のサーバが適宜データを利用
(例：農作物の成長条件解析など、
緊急性の低い解析処理)

従来のHPCクラスタで対応可能

*SINETStream*の概要

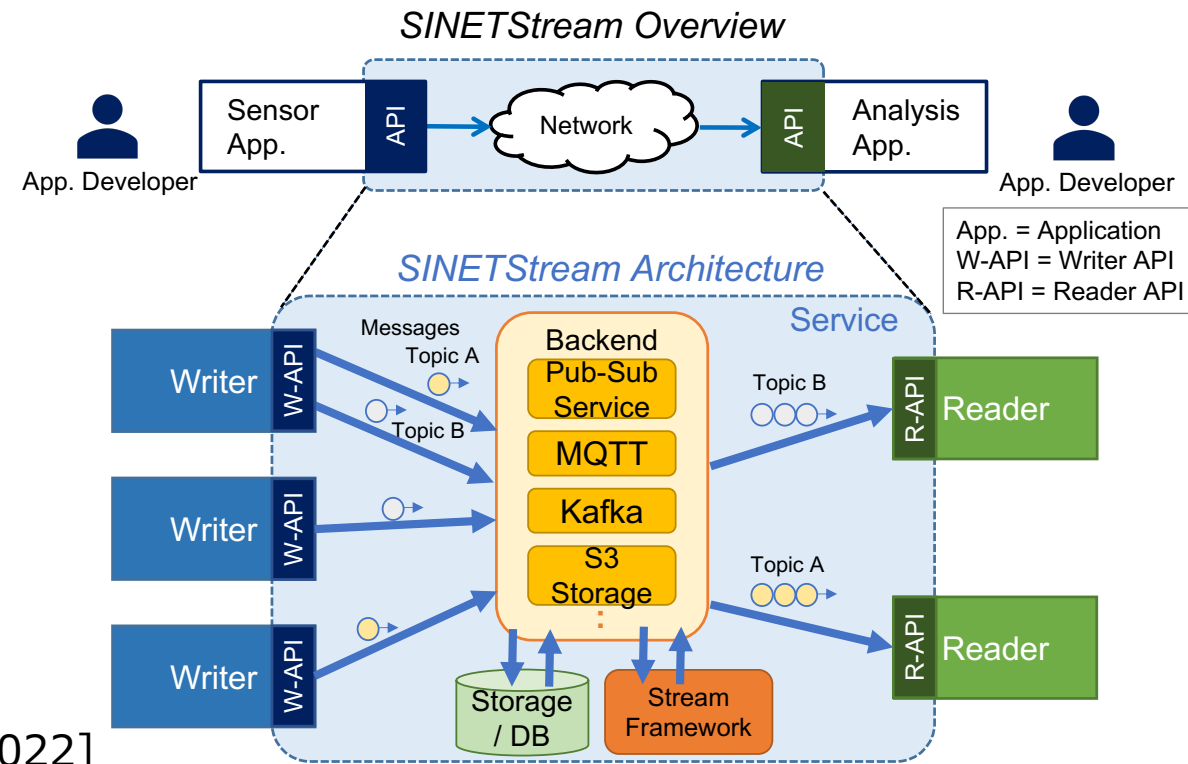
- IoTシステム開発のためのソフトウェアライブラリを提供 [COMPSAC2021]
 - Java, Python, Android用共通APIを提供
 - バックエンドのメッセージブローカ/ストレージを意識せずアプリを容易に開発可能

- データの収集・蓄積・解析に必要な機能を提供

- 共通APIからの安全確実なデータ収集
- 多種ブローカ対応

**MQTTブローカ, Apache Kafka,
S3互換オブジェクトストレージ**

- 認証・認可
- 通信, データ暗号化
- 圧縮/解凍
- メトリクス収集 (通信/dropレート他)
- 秘匿情報共有コンフィグサーバ [CloudNet2022]
- チュートリアル, サンプルアプリの提供



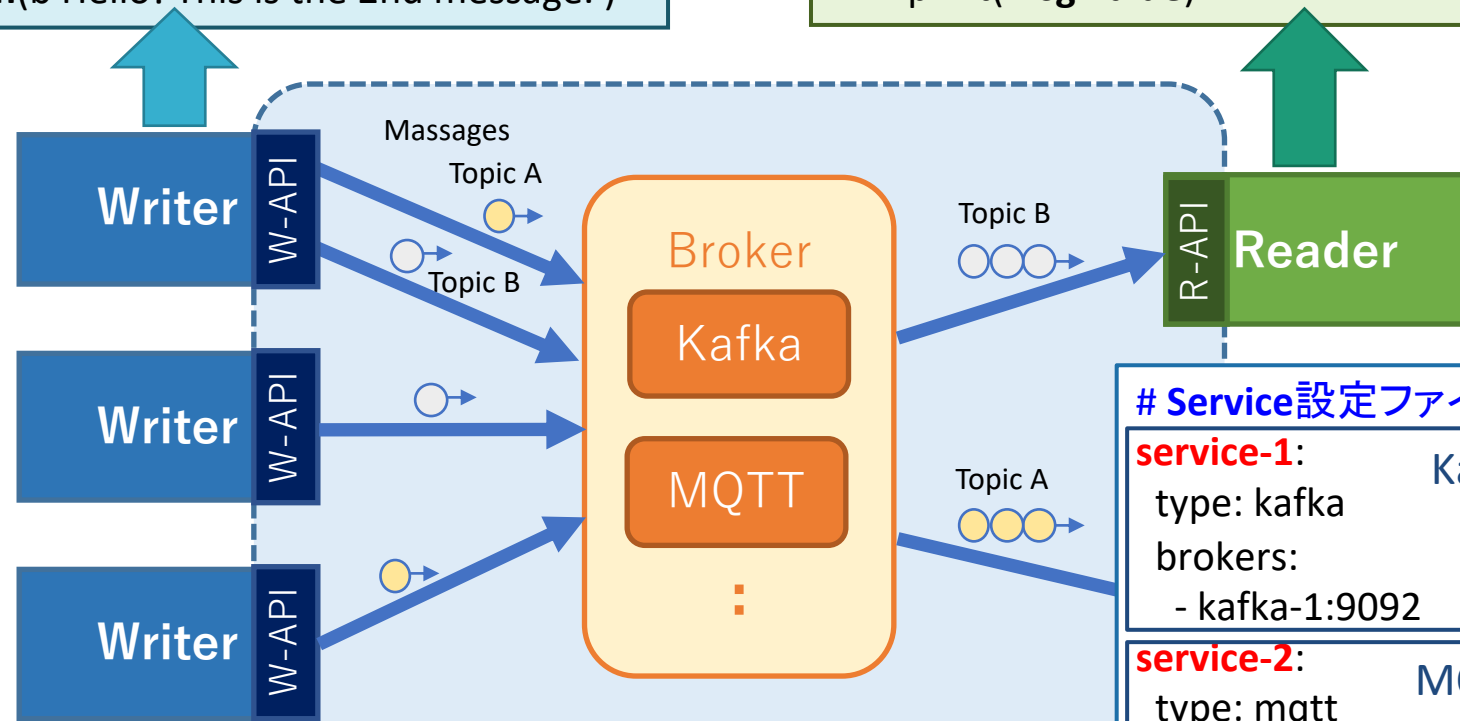
SINETStream Writer/Reader API

```
// Writer program
from sinetstream import MessageWriter

writer = MessageWriter('service-1', 'topic-1')
with writer as f:
    f.publish(b'Hello! This is the 1st message.')
    f.publish(b'Hello! This is the 2nd message.')
```

```
// Reader program
from sinetstream import MessageReader

reader = MessageReader('service-1', 'topic-1')
with reader as f:
    for msg in f:
        print(msg.value)
```

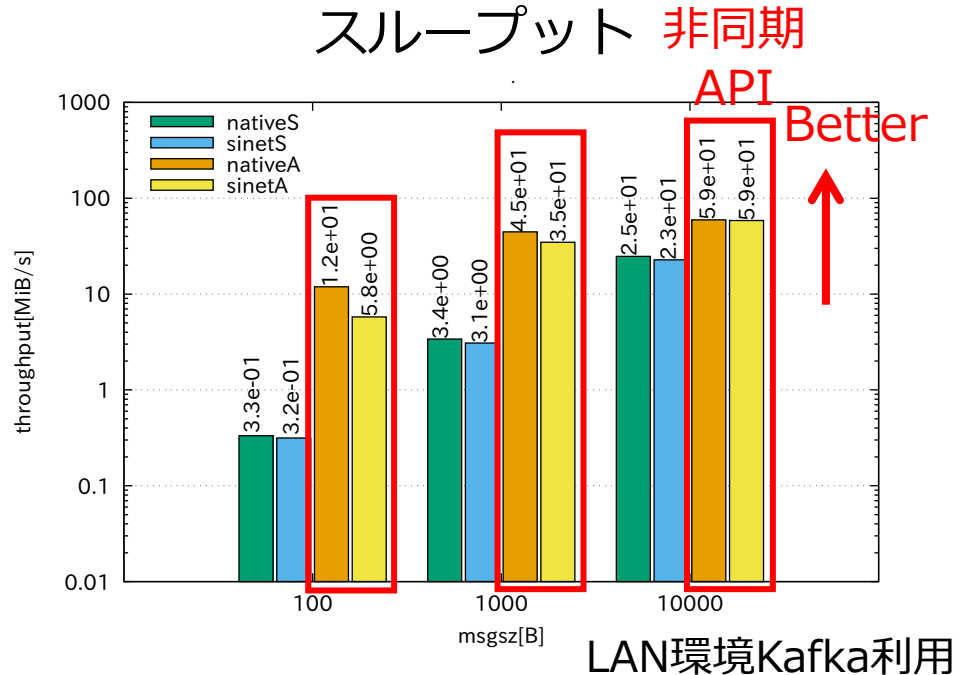
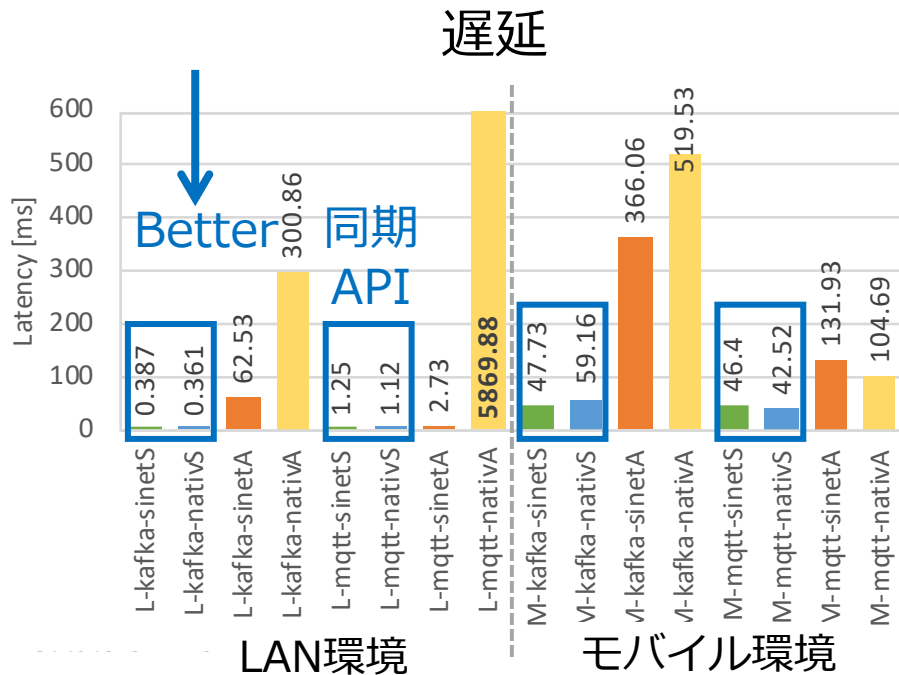


- Python版の例 (Java版も同様)
- 同期・非同期API提供

```
# Service設定ファイル
service-1:      Kafkaパラメータ
type: kafka
brokers:
- kafka-1:9092
service-2:      MQTTパラメータ
type: mqtt
brokers: 192.168.2.105:1883
```

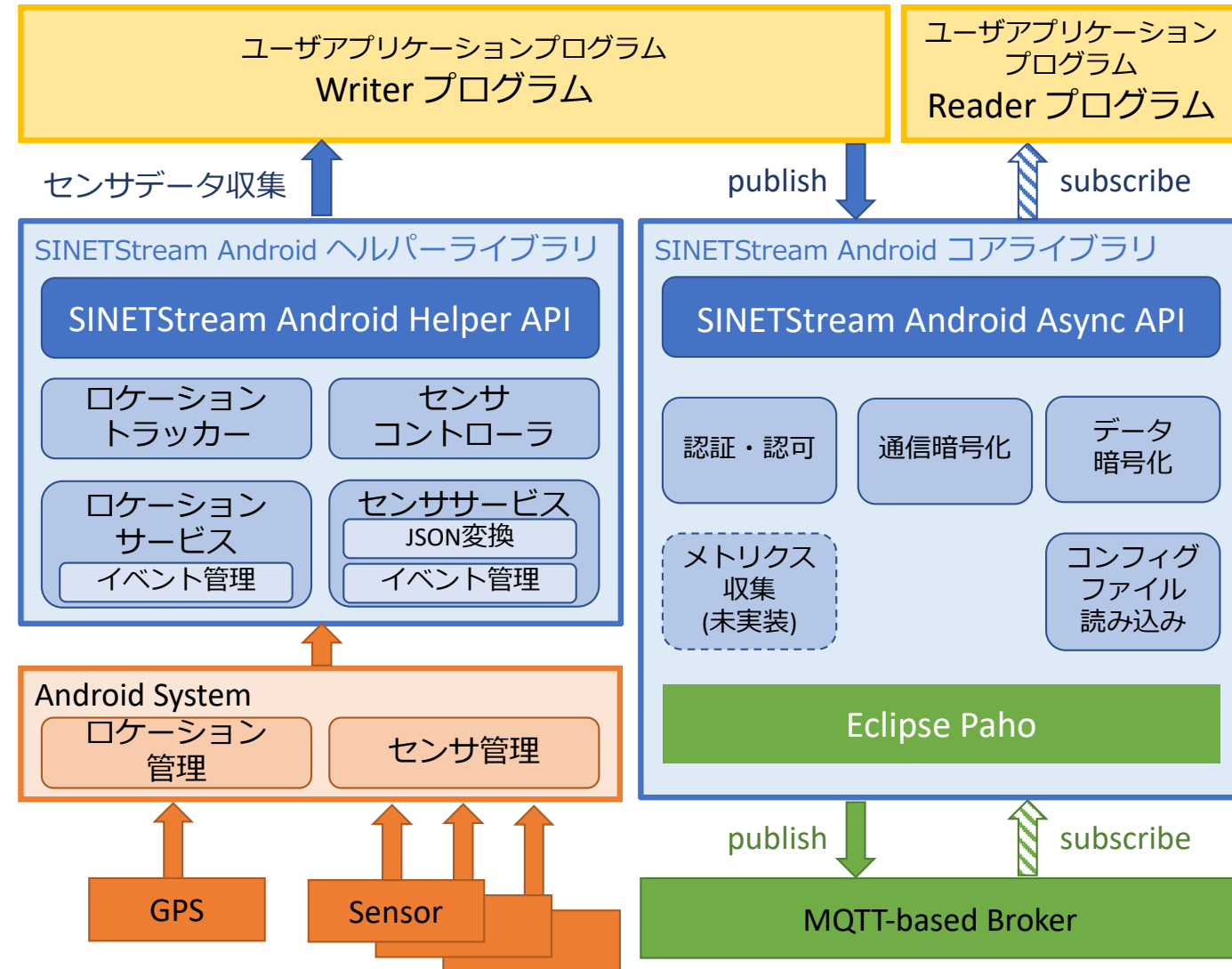
同期・非同期APIの提供

- 同期API:
 - メッセージごとに送受信完了を確認
 - 応答時間（遅延）を重視するIoTアプリ向け
- 非同期API
 - メッセージの送受信完了はコールバックで確認
 - スループットを重視するIoTアプリ向け



SINETStream Android版

- コアライブラリ
 - 基本的にJava/Python版と同等の機能を提供
 - 非同期APIのみ
 - MQTTブローカのみ
- ヘルパーライブラリ
 - Android端末の多種センサのデータ収集・加工を支援
 - センサコントローラ
 - センサタイプ一覧提供
 - センサデータ送出間隔設定
 - センササービス
 - 各種センサデータを取得，蓄積し，指定間隔でJSON形式に加工して提供



- 認証

- ユーザ（センサ／解析プログラム）の接続を許可
- TLSのクライアント／サーバ認証，パスワード認証

- 認可

- トピックに対するユーザの読み書きを制限

- 通信，データの暗号化

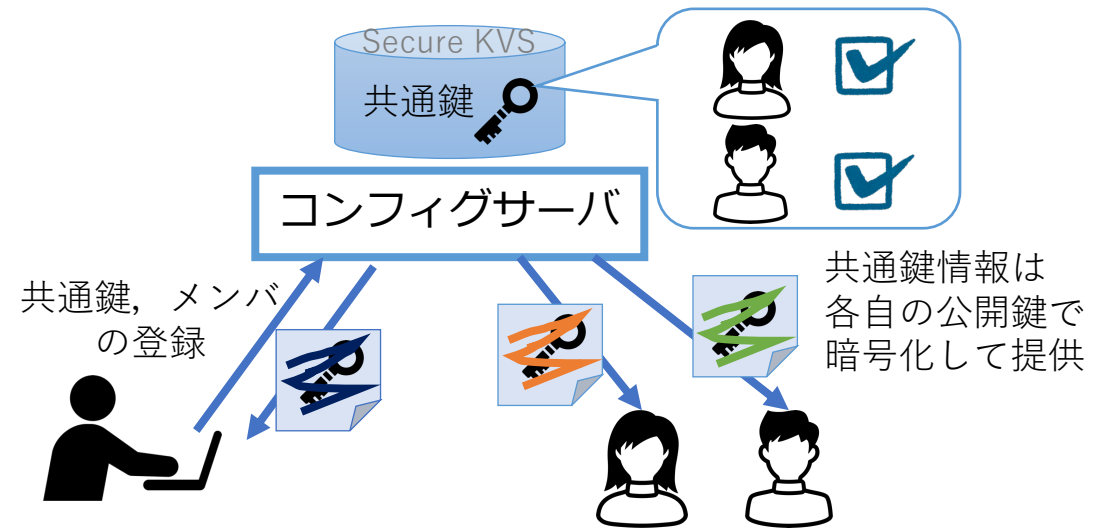
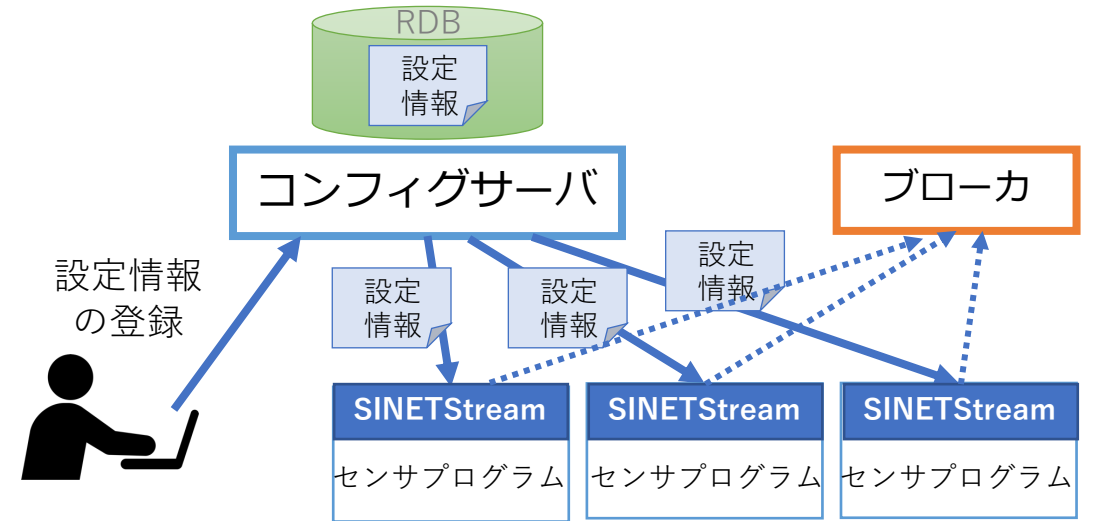
- TLSで通信の暗号化
- **データ暗号化（共通鍵で暗号化して送信，ブローカ内のデータも暗号化される）**

（注）認証・認可，TLSはブローカ実装でのサポートが必要

	ネットワーク隔離	通信時の安全性	データの安全性
モバイルSINET (VPN)	Yes		
VPN + 通信暗号化	Yes	Yes	
VPN + データ暗号化	Yes		Yes
VPN + 通信・データ暗号化	Yes	Yes	Yes

2つの機能を持つコンフィグサーバを開発

- 設定情報の容易な配布
 - SINETStreamの設定情報(ブローカの種類, アドレス, 共通鍵等)の登録, 共有
 - **対応ライブラリ**の利用で, 複数のセンサプログラムに**自動(再)配布**も可能
 - Java版, Python版を2021年12月より公開
 - Android版はまもなく公開予定
- 安全な秘匿情報共有
 - SINETStreamのデータ暗号化機能で用いる**共通鍵**の管理
 - 研究グループメンバー間で共通鍵を共有可能
 - 秘匿情報は暗号化されて設定情報に埋め込まれる



- メッセージ送受信に関するメトリクス情報を収集・提供
 - SINETStream内でメッセージの数, サイズ, エラー数をカウント
 - 通信負荷をかけずに収集可能
 - 通信レート, 最小/平均/最大メッセージサイズ, エラーレート等が取得可能

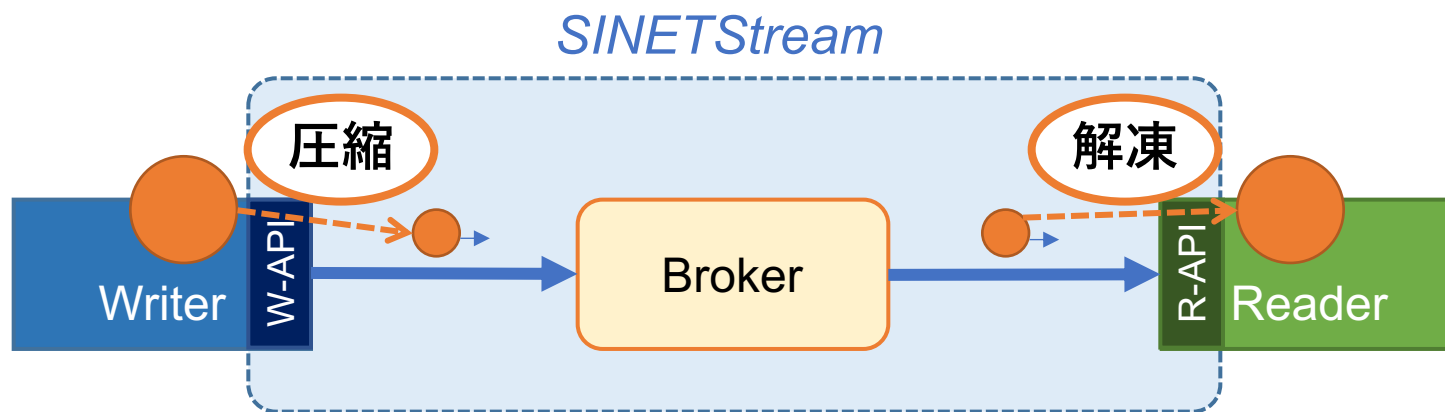
```
from sinetstream import MessageReader

reader = MessageReader('service-1', 'topic-001')
with reader as f:
    count = 0
    for msg in f:
        count += 1
        if (count == 10): #10メッセージごとに受信レート表示
            count = 0
            m = reader.metrics          # 累積統計情報取得
            reader.reset_metrics()    # カウンターリセット
            print(f'COUNT/s: {m.msg_count_rate}') # 受信数/秒を出力
            print(f'BYTES/s: {m.msg_bytes_rate}')  # 受信量/秒を出力
```

メッセージ圧縮／解凍機能

送信するセンサデータを圧縮／解凍する機能を提供

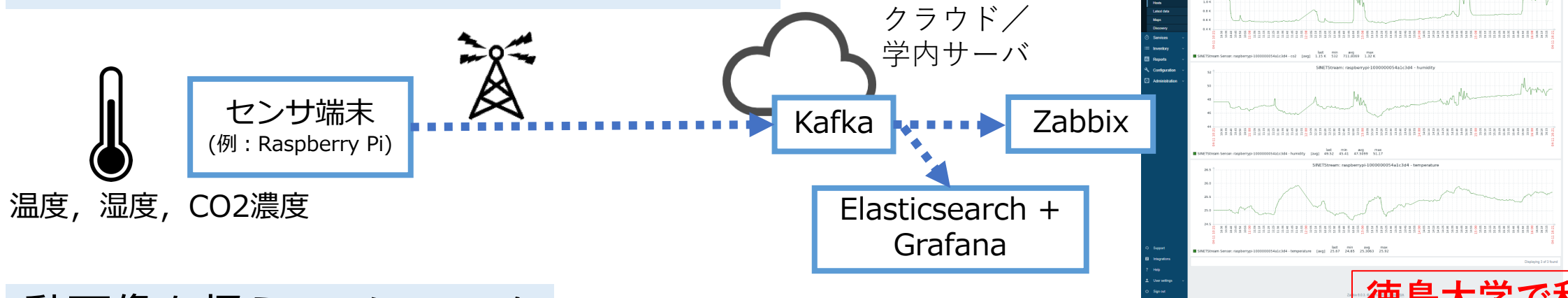
- 圧縮機能を有するブローカはあるが、データ暗号化後の圧縮は効果が薄い
→ SINETStreamで**圧縮／解凍機能**をサポート
- **データ通信量を低減**できる！
- ただし、圧縮効果の検討が必要（圧縮・解凍時間増 vs. 通信データ量減）



SINETStreamデモパッケージの公開

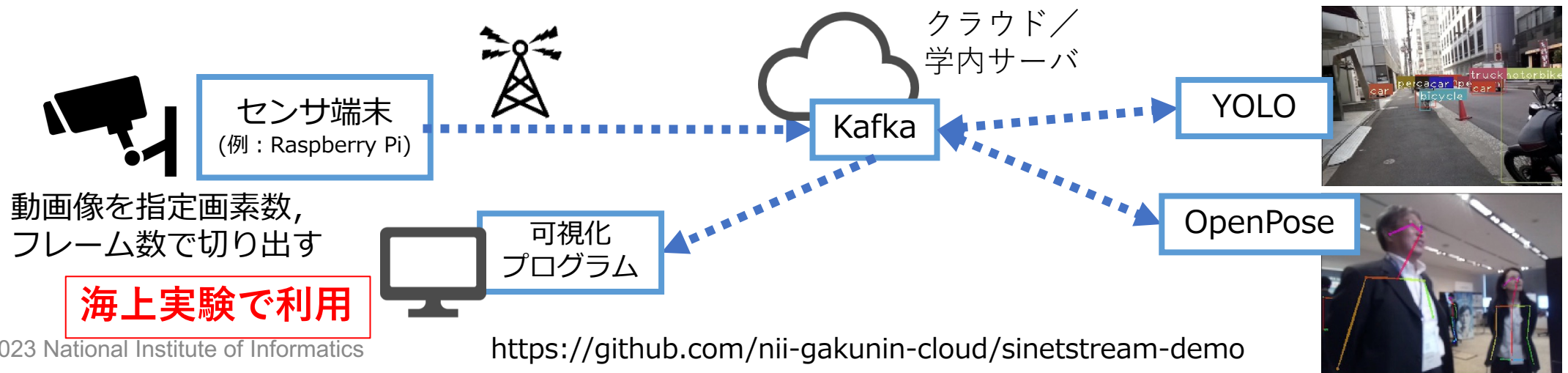
SINETStreamを用いた典型的なIoTシステムのプログラム，構築手順を公開

数値センサーデータを扱うIoTシステム



徳島大学で利用

動画画像を扱うIoTシステム



海上実験で利用

SINETStream Android版サンプルアプリ

- Android端末を用いたIoTアプリシステム構築を支援するため、コアライブラリ、ヘルパーライブラリでアプリを開発
- 研究・教育用途での利用を支援するチュートリアルも開発

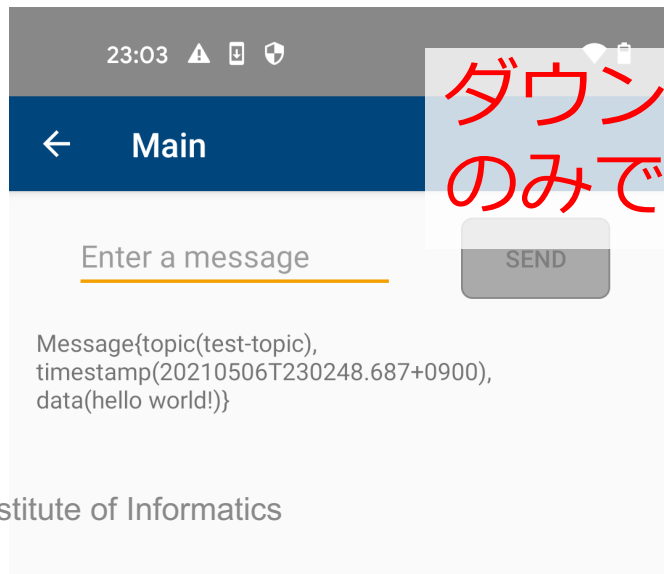


テキスト送受信アプリ
SINETStream Android Echo
(Echo)



センサ情報収集アプリ
SINETStream Android Sensor
Publisher (Sensor)

海上実験で利用

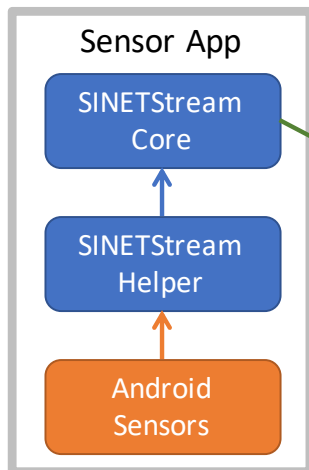
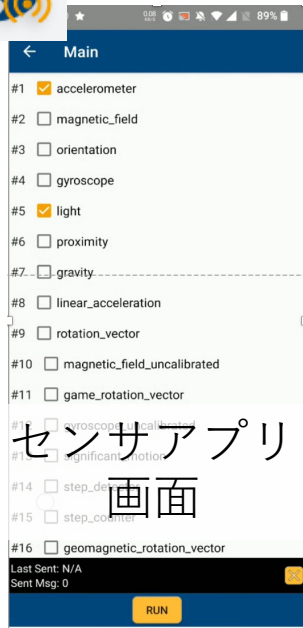


ダウンロードと簡単な設定
のみで利用可能

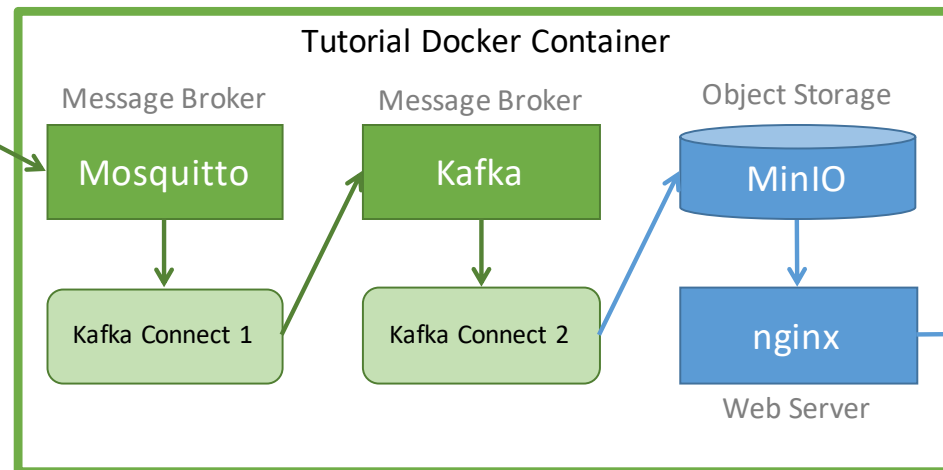


センサアプリを用いたチュートリアルも公開

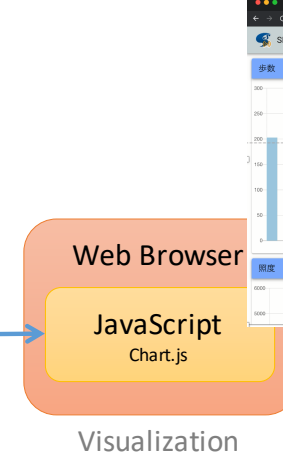
- Android端末を用いたIoTアプリシステム構築を体験できる → **ご活用ください!**
- センサデータの受信, 蓄積, 可視化を行うサーバ用Dockerコンテナイメージを提供, システム構築容易
- 手順: サーバ設定 → Android端末でアプリ設定, 実行 → 利用者PCで結果確認



Androidスマホ

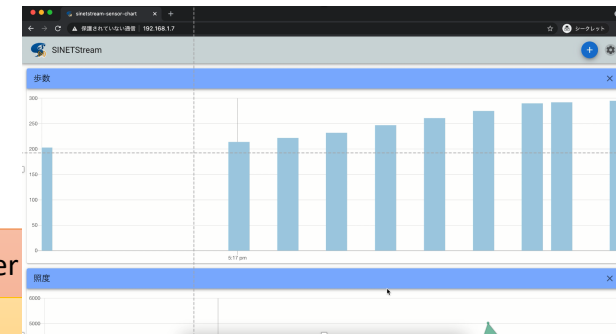


SINETStreamサーバ設定



Visualization

利用者PC



• **SINETStream** 広域データ収集・解析プログラム開発支援ソフトウェア

• **SINETStream**の開発状況

- 2019年12月 v1.0 - Python(P), Java(J) APIを提供
- 2020年3月 v1.1 - タイムスタンプ機能, プラグイン開発ガイド
- 2020年6月 v1.2 - 非同期API, SINETStreamサーバ設定ガイド
- 2020年7月 v1.3 - メトリクス収集機能
- 2020年10月 v1.4 - Android(A)版 (コア/ヘルplibライブラリ)
- 2021年3月 v1.5 - Android版アプリEcho/Sensor, チュートリアル
- 2021年12月 v1.6 - コンフィグサーバ(J,P), SensorアプリGPS対応(A)
- 2022年4月 - SINETStreamデモパッケージ公開
- 2022年9月 - S3互換ストレージ対応(J,P), メッセージ圧縮機能(J,P)
- 2023年4月(予定) - Android版コンフィグサーバ対応, CLI提供(J, P)

SINET以外の
環境でも使えます



<https://sinetstream.net/>
オープンソース
チュートリアル, デモ公開
国内, Python版のみで
580インストール確認
(2023年3月現在)

• IoTセキュリティ研究との連携

- JST CREST「形式検証とシステムソフトウェアの協働によるゼロトラストIoT」
(2021.10-2027.3). <https://zt-iot.nii.ac.jp/>