

# 在宅人工呼吸器装着患児の安全性向上を目指したスマートアラームシステムの構築

吉川 健太郎 信州大学

## 1. 研究開発の目的

人工呼吸器を装着する患者が増加する中、在宅医療・学校での患者安全性の向上と、対応を行う関係者の負担軽減を両立させるため、各社各様の在宅医療機器のアラームを統合し、対処不要アラームを抑制し、ベッドサイドから離れた介護者への通知、各関係者での情報共有を可能とするスマートアラームシステムを構築することを目指した。

## 2. 研究開発の背景

国内使用の人工呼吸器の9割超は欧米からの輸入



人工呼吸器市場の主なプレーヤーは、Philips, Resmed, Medtronic, Becton, Dickinson and Company, Getinge, Dräger, Smiths Group, Hamilton Medical, GE Healthcareなど

大手がクローズドなサービスを提供するため、その構成要素である人工呼吸器などのインターフェースを定義して提供するメリットはない

医療機器を使うだけではICTを用いた効率化は図れない。各社勝手なデータ形式/インターフェースをどうするか

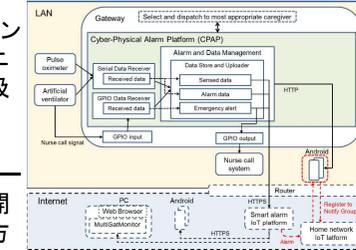
医療従事者が必要とする高度管理医療機器データを取り出せるようにせざるを得ない

日本のニーズを取り込んだ、標準データ/インターフェース定義を基本にしたシステムを構築し評価する

## 3. 研究開発の内容及び成果

【開発したシステムの構成】第1段階システムとして、シングルボードコンピュータ (Raspberry Pi) ベースのICTゲートウェイ、Android/Windowsモニタリングアプリケーションの開発を行った。ICTゲートウェイは、人工呼吸器2機種とパルスオキシメータ5機種からデータを取得可能とし、またアラームの有無のみを接点出力する機器の接点情報も把握可能とした。

第2段階システムとして、ICTゲートウェイをアプリ化してAndroidスマートフォンに置き換え、医療機器との間に入れるBluetooth子機アダプタを開発してケーブルレス化した。またクライアント証明書利用したHTTPS通信方式とし、クラウドに測定データや端末操作の記録を蓄積可能とした。



ゲートウェイ内部構成とアラームの配信方法



第1段階システム概略図



第2段階システム概略図

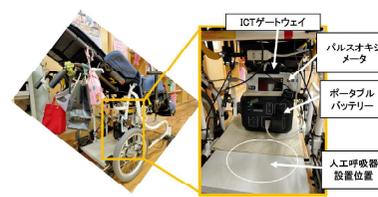
【臨床データの取得】入院患者3名の人工呼吸器からの生体・機器データを取得する実験を行った。また在宅人工呼吸器装着中の患者4名、児童発達支援センター、また市立小学校の協力を得て、自宅、児童発達支援センター、学校で本研究開発システムを用いた臨床研究を実施した。



アラーム発生中のスマートフォンの画面



患児宅の様子



学校でのバギーへの搭載の様子

【臨床データの解析】在宅医療患者1例の実際に装着する人工呼吸器とパルスオキシメータから1年間のデータを解析した。パルスオキシメータのアラームは1日平均1400回と頻発し、臨床的緊急度の高い「SpO2低下」、「頻脈」、「徐脈」は全体の0.6%とかなり少なく、90%が臨床的緊急度の低いアラームであった。一方、人工呼吸器のアラームは1日平均106回発生し、臨床的緊急度が高い「低圧」アラームが89%であった。

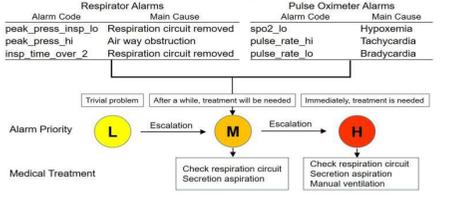
Alarm Code	Count	%	Frequency [day]				Duration [sec]				Elapsed time	
			Min	25%	Mediar	75%	Max	75%	Max	Max		
<b>Pulse Oximeter</b>												
motion	139811	90	1260	2	2	2	4	114				
pulse_search	5259	3.4	47.41	2	2	2	6	94				
sensor_off	3662	2.4	33.01	2	2	2	4	68				
loss_of_pulse	3603	2.3	32.48	2	2	2	4	66				
loss_of_pulse_with_motion	2071	1.4	19.07	2	2	2	4	6	110 days			
spo2_lo	662	0.43	5.968	2	2	2	6	70	22:10:45			
pulse_rate_lo	248	0.16	2.218	2	2	2	4	64				
pulse_rate_hi	4	0.0026	0.0066	4	6	8	31	92				
no_sensor	1	0.00064	0.00015	8	8	8	8	8				
Subtotal	155319	100	1400	2	2	2	4	148				
<b>Artificial Ventilator</b>												
peak_press_insp_lo	13304	89	94.26	1	3	4	6	214				
peak_press_hi	1075	7.2	7.616	1	2	3	4	11	141 days			
resp_time_over_2	361	2.4	2.577	1	2	2	3	4	3:21:28			
others	173	1.2	1.226	1	1	1	1	2				
Subtotal	14913	100	106	1	3	4	5	214				
Total	170232	100	1306	2	2	2	4	214				

アラームコード別の発生頻度と継続時間

【アラーム抑制方法の考案】アラーム抑制方法として、アラームの継続時間が75%タイムル値を超えた場合に臨床的に重要なアラームを介助者に通知し、優先度が低くても継続するアラームは優先度を上げて通知する方式を考案した。

Alarm Code	Priority	Initial Alarm		Escalated Alarm	
		Duration [sec]	Priority	Duration [sec]	Priority
<b>Pulse Oximeter</b>					
motion	L	> 6	M	> 12	H
sensor_off	L	> 6	M	> 12	H
loss_of_pulse	L	> 4	M	> 8	H
loss_of_pulse_with_motion	L	> 6	M	> 12	H
spo2_lo	M	> 8	H	> 16	H
pulse_rate_lo	M	> 8	H	> 16	H
pulse_rate_hi	M	> 31	H	> 62	H
no_sensor	L	> 8	M	> 16	H
<b>Artificial Ventilator</b>					
peak_press_insp_lo	M	> 6	H	> 12	H
peak_press_hi	M	> 4	H	> 8	H
insp_time_over_2	M	> 3	H	> 6	H

アラーム優先度の決定方法



アラーム優先度のエスカレーション方法

今回検証した臨床データでの対処不要アラーム抑制率の予測値は95.5%となったが、これは主に「体動」等の重要性の低いアラームの除去による影響が大きかった。今後これを実装するには、患者別の過去データからアラーム継続時間の算出して、75%タイムル値を算出・比較できるような機構を搭載していく必要がある。

【介護者へのヒアリング】学校教員からは学校での患者安全性の向上、学習環境の改善の可能性が示唆される意見が寄せられた。保護者からは患者の安全性の向上と保護者の安心感の向上が示唆される意見が寄せられた。一方でWi-Fi通信環境が悪い場所でのモニタリングできなくなる問題点が指摘された。

【ガイドライン策定・国際標準化活動】今回対象とした7種類の医療機器のアラームと測定値を統一コード化した。日本遠隔医療学会の在宅生体モニタリング機器情報遠隔伝送のためのガイドライン分科会、およびAMED委託研究「未来医療を実現する医療機器・システム研究開発事業（医療機器等に関する開発ガイドライン（手引き）策定事業）」在宅用医療機器（人工呼吸器）開発ワーキンググループにおいて本研究開発の一部の発表を行った。今後、統一性のない人工呼吸器等の医療機器のアラーム情報の外部出力の取り扱いに関するガイドラインの提言をまとめていきたい。

## 3. 今後の研究開発成果の展開及び波及効果創出への取り組み

通信機器、ケーブル類、バッテリーによる患者の移動時の煩雑さ、移動中の通信途絶、施設ごとに異なる通信環境へのカスタマイズ等の諸問題を解決するため、無線システムを高度に利用し柔軟な構成が取れる機動的で安定性のある医療機器アラーム管理システムが切望される。920MHz帯小電力無線システムは無線到達距離が長くある程度の回り込みが期待でき、マルチホップ通信ができる無線として医療現場での機動的な利用が期待できる。令和3年度からは920MHz小電力無線マルチホップネットワークを導入して、複数患者を想定した人工呼吸器を含む高度管理医療機器のアラーム安全管理IoTシステムの確立を目指している。

ポスター番号  
P-002

# 異種データを用いた浸水予測の時空間解析手法の研究開発

廣井 慧<sup>1</sup> <sup>1</sup>京都大学 (申請時: 名古屋大学)

## 1. 研究動機

■これまでの被害予測

### ①事前予測



降水量を固定して予測

<https://www.bbc.com/japanese/44761300>  
<http://www.1242.com/lf/articles/113596/?cat=life&pg=cozy>

### ②モニタリング



## 2. 関連研究と課題

■災害時のシミュレーション事例

- ・現象のシミュレーション
  - 洪水、津波、火災など
- ・避難シミュレーション
  - 目的地の動的選択避難モデル(Pel, 2012)
  - 衝突、混雑を考慮した群衆避難モデル(Chen, 2018)

■シミュレーション連携

- ・High Level Architecture(Kirov, 2015)
- ・各種シミュレーションの形式を標準化

異なるデータや処理時間の異なるシミュレーションを連携できない

氾濫解析  
1市町村あたり  
数時間~数日

広範囲な浸水の状況をリアルタイムに把握できていない

観測データを利用し、リアルタイムに浸水、道路・通信網の被害、人的被害を把握・予測

## 3. 研究内容

様々な空間分解能のデータをフルに活用し、浸水の拡大過程の時系列を実時間で把握する解析手法を開発

### 研究開発項目3: 減災オープンプラットフォームARIA

- ・複数シミュレーション・エミュレーションの同期、データ流通
- ・被害を一元的に定量化

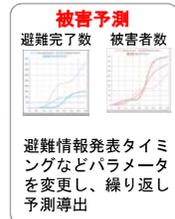


被害予測結果の可視化



人や車の動き、冠水、情報通信状況など

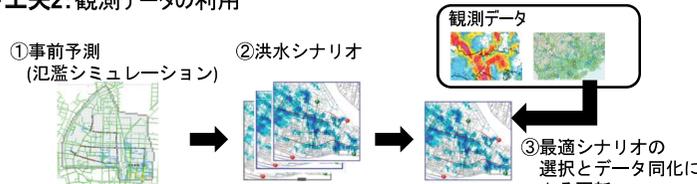
通信状況の可視化



自治体/企業  
↓  
住民  
避難判断、安全な避難経路の検索

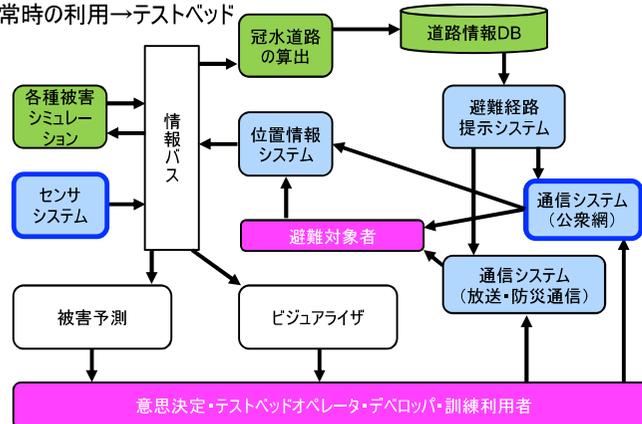
### ○各シミュレーションの高速化

- ・工夫1: 処理に時間のかかる氾濫解析を高速化
- ・工夫2: 観測データの利用



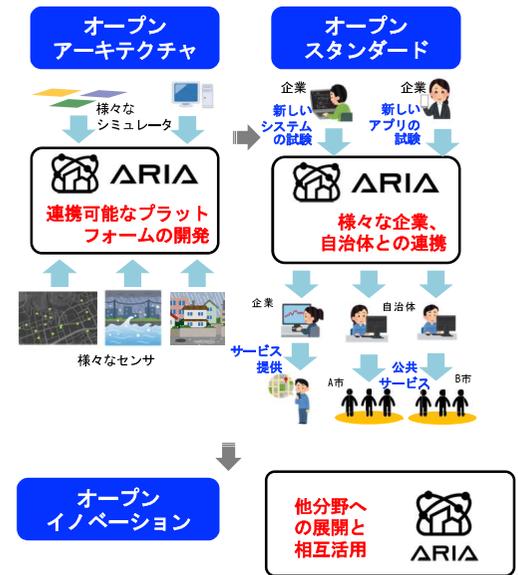
### ○複数の異なるシミュレーション・エミュレーションの連携

- ・実システムと交換可能
- ・災害時の利用→推定・予測
- ・平常時の利用→テストベッド



## 4. 今後の展開

- 特定の情報形式に捉われず、誰もが自由に利用可能なデータ交換を実現するオープンアーキテクチャ実装
- 様々な社会課題に適用できるサイバーフィジカルシステムへ



目的と背景

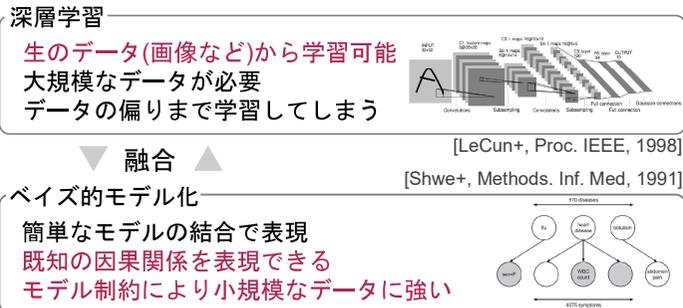
**目的:** 複数の小規模データを統合し、ひとつのビッグデータとして横断的に扱えるビッグデータ解析の基盤技術を開発する。そのために、データを取得時の環境や対象に依存する成分と、真に解析に必要な成分に分離する。

**背景:** ビッグデータ解析の重要性が広く認知されたことにより、社会の各場面においてデータの収集・蓄積が進んでいる。しかし、設備や取得環境が異なるために、実態は互換性に乏しい小規模データの集合である。従来、小規模データを解析するには、大規模データで学習したアルゴリズムを流用すること(転移学習)が一般的であった。しかし、新たに蓄積されたデータには、流用元となる大規模データが存在せず、既存のアプローチは適応できない。



コンセプト

深層学習とベイズ的モデル化と組み合わせる



開発技術

通常の深層学習



階層型深層生成モデル

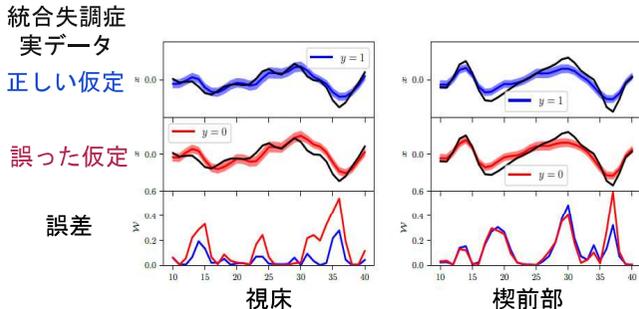


医療応用

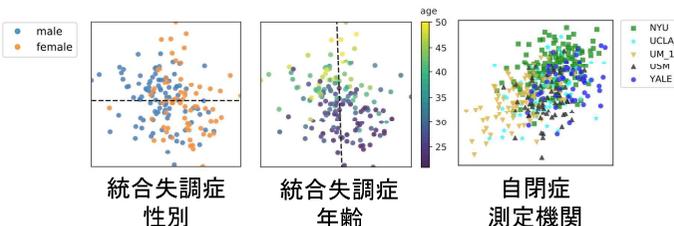
性能向上: 最大10%の診断制度の向上

公平性の向上: 男女間の精度格差を80%削減

結果の解釈性: 反実仮想データの解析で原因部位を特定

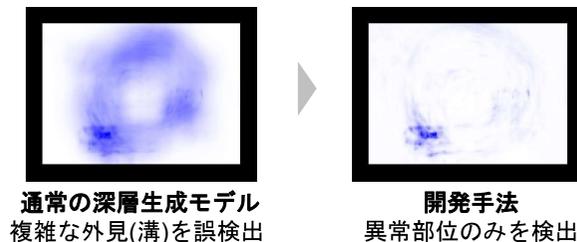
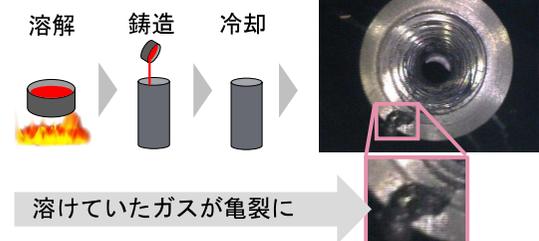


疾患に無関係な情報の分離:



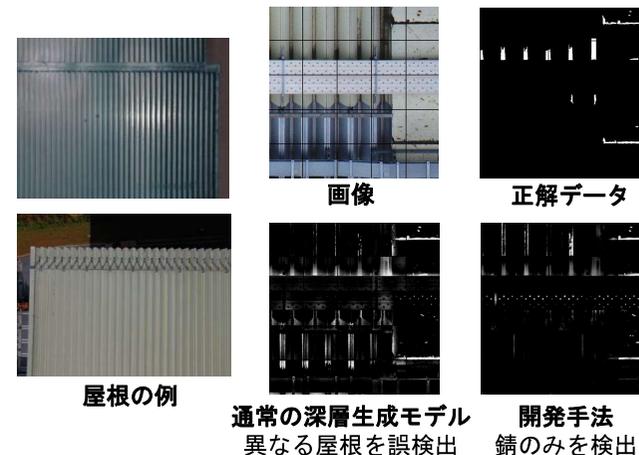
工業応用

外見の複雑さと異常を分離:



外見の種類と異常を分離:

複数の屋根で学習して別の屋根の錆を検出する



成果等

学術論文11編, 有名国際会議3件, 総引用回数200回以上, 受賞4件  
民間企業との共同研究と学術指導8件, 特許出願2件



# 超小型衛星のターゲットポインティング制御を活用したオンデマンド・リモートセンシングシステムの研究開発

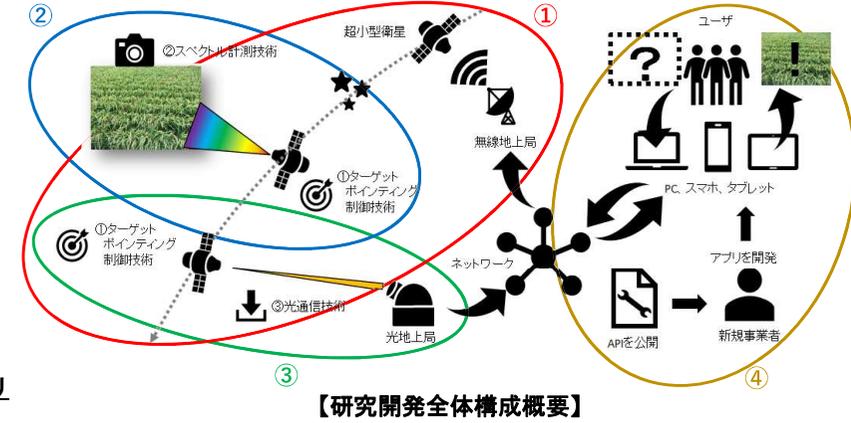
栞原聡文<sup>1</sup>, 坂本祐二<sup>1</sup>, 藤田伸哉<sup>1</sup>, 栗原純一<sup>2</sup>, 竹中秀樹<sup>3</sup> <sup>1</sup>東北大学, <sup>2</sup>北海道大学, <sup>3</sup>情報通信研究機構

## 1. 研究開発の目的

近年、世界で急速に発展している宇宙産業の分野において、小型衛星によるコンステレーションと、それによって取得される宇宙データの活用ビジネスが、欧米や中国を中心に急成長している。一方で、衛星運用やデータ配信に関する技術は専門性が高く、非宇宙系の事業者には新規参入が困難という課題がある。そこで本研究では、申請者らが世界に先駆けて開発している超小型衛星の①ターゲットポインティング制御技術と②スペクトル計測技術、③光通信技術を組み合わせ、**非宇宙系事業者も利用しやすい、オンデマンド・リモートセンシングシステムを構築**する。これにより、少ない衛星数でも任意の地点を任意の波長で観測し、さらに光通信で高速にデータ伝送することで、付加価値と即時性の高い宇宙データをユーザに提供できる技術的枠組みを構築する。研究開発全体構成の概要を右図に示す。

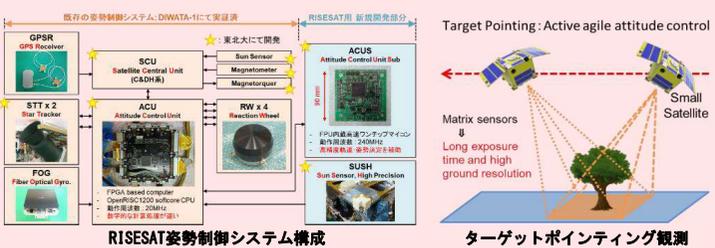
## 2. 研究開発の内容及び効果

東北大学が開発し、2019年1月に運用開始したRISESAT衛星を主たるテストベッドとして活用し、本衛星に搭載されている北海道大学が開発した高解像度多波長望遠鏡HPT (High Precision Telescope) と海洋観測カメラOOC (Ocean Observation Camera) を用いて実証試験を実施する。また、同じく本衛星に搭載されている情報通信研究機構 (NICT) が開発した光通信送信器VSOTA (Very Small Optical Transmitter) を用いた高速光通信実証実験を行う。加えて、地上局ネットワークの拡大、データ活用サービスを想定した④WEBインターフェースの開発と運用を実施する。これらの結果をもって、**オンデマンド・リモートセンシングシステムの早期社会実装**を実現する。研究開発の内容及び効果の詳細を下図に示す。



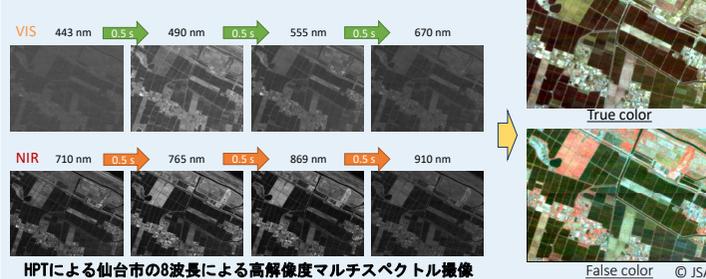
### ① ターゲットポインティング制御技術 (衛星運用と姿勢制御)

- 1) 衛星システム運用技術の確立, 2) RISESAT衛星の姿勢制御系技術の評価実験, 3) 姿勢系校正と評価ツールの性能向上, 4) データ活用サービスのためのWEBインターフェースの製作, 5) 衛星姿勢シミュレータのソフトウェア改修, 6) オンデマンド総合試験



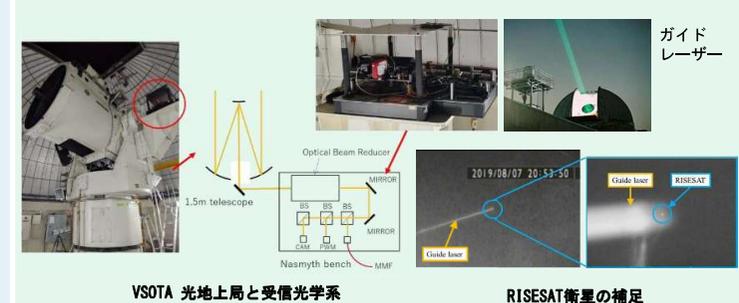
### ② 高解像度多波長スペクトル計測技術

- 1) 衛星システム運用技術の確立, 2) スペクトル計測の軌道上での校正技術の確立, 3) 光通信ダウンリンク実験, 4) オンデマンド総合試験

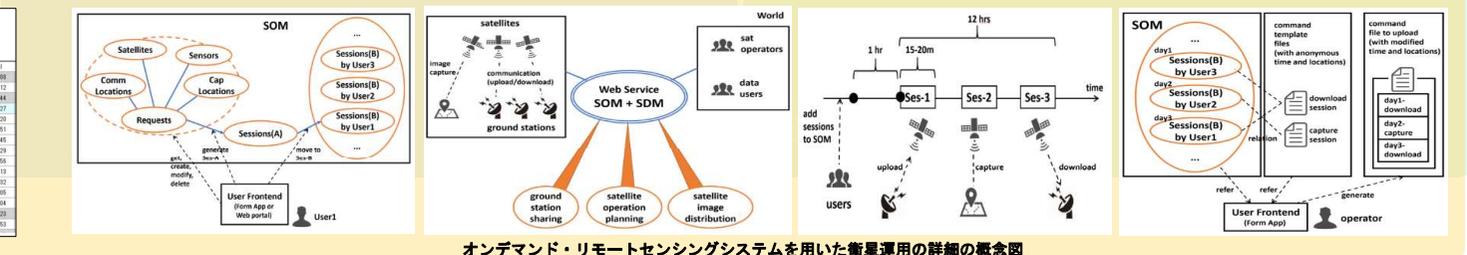
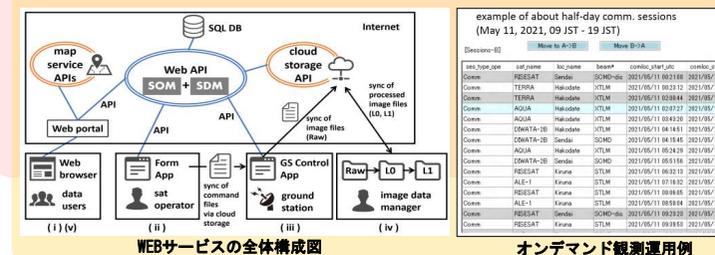


### ③ 高速データダウンリンクのための光通信技術

- 1) 光地上局SLR/VOTA実験運用, 2) 衛星追尾実験, 3) 通信実験, 4) 姿勢系とセンサと光通信系の統合試験



### ④ WEBアプリケーションを用いたオンデマンド総合試験の実施



## 3. 研究開発の効果

本研究開発で実施した内容は、実際に軌道上を周回する人工衛星、及び稼働中の地上局を複数活用するものであり、技術実証・社会実装を強く意識したものである。本研究開発の成果は実利用化を即時に開始できる状況であり、早期の商用化の実現性も高い。宇宙からの観測データは今や地球上の日常生活を支えるビッグデータの重要な一端を担っており、超小型人工衛星による高頻度オンデマンド観測の早期社会実装が、SDGsで提言される持続可能な社会の実現において大きな役割を果たし得る。本研究成果は、最先端の超小型人工衛星技術を活用した、非宇宙系事業者も利用しやすいオンデマンド・リモートセンシングシステムの構築を実現するものであり、ICTによる新たな価値の創造や社会システムの変革に大いに寄与するものである。

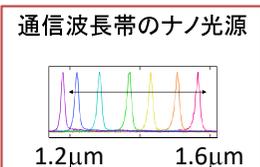
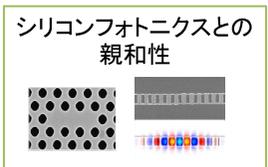
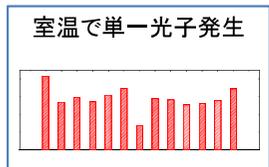
# カーボンナノチューブとシリコンフォトニクスとの融合による 室温動作単一光子発生モジュールの研究開発 加藤雄一郎 理化学研究所



## 背景と目的: 単層カーボンナノチューブとフォトニクス応用

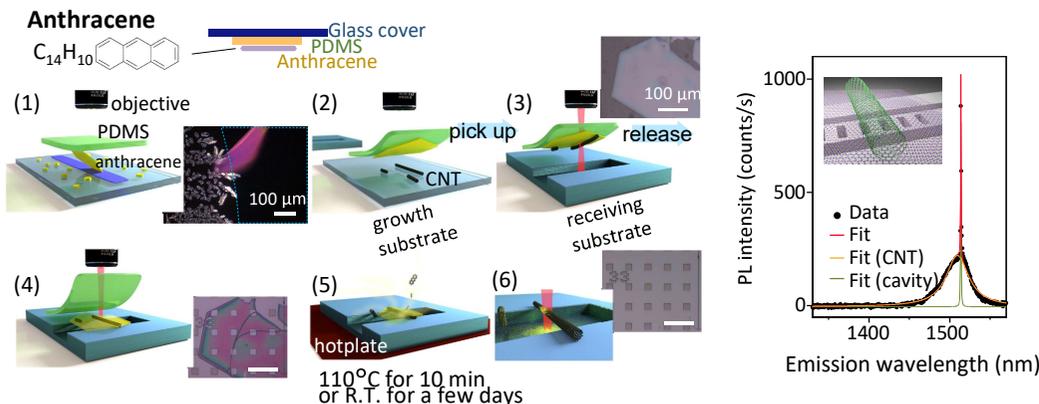


- 直径 ~ 1 nm
- 長さ ~ ミクロン
- シリコン上で合成可能



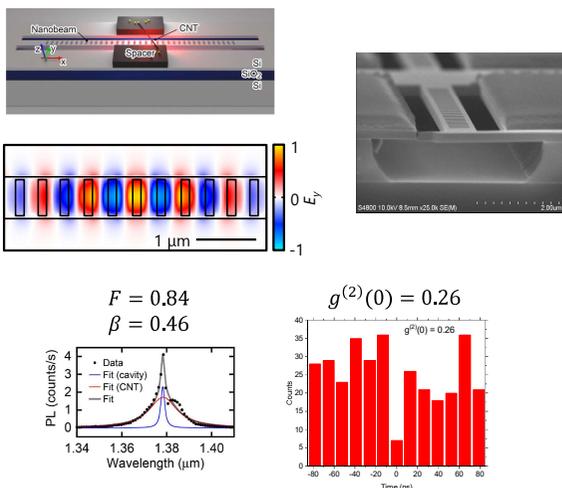
カーボンナノチューブとシリコンフォトニクスの融合による  
室温動作単一光子発生モジュール

## 決定論的デバイス作製: アントラセン単結晶による乾式転写

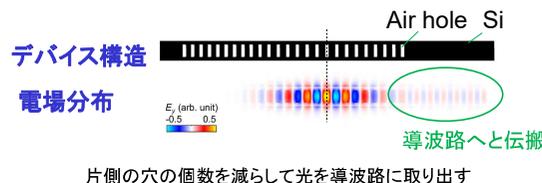


- 結晶上での光学評価により所望のカイラリティを選択して転写
- 昇華による結晶除去で清浄な状態を回復
- 原子レベルで精密な構成部品を利用したデバイス作製が可能に

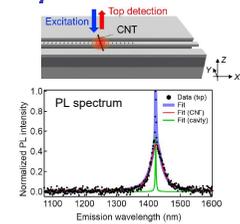
## 空気モードナノビーム共振器と架橋カーボンナノチューブの結合



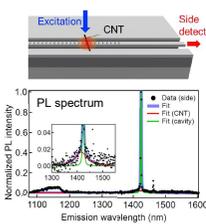
## カーボンナノチューブの発光を共振器から導波路に結合



### Top detection



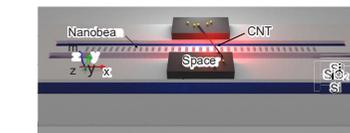
### Side detection



共振器から取り込んだ発光を導波路から観測することで共振成分だけを選択的に抽出

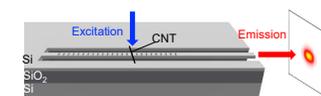
## 研究成果まとめ

### 単一光子取り出し用ナノビーム共振器の開発



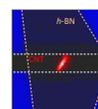
単一光子を共振器内に高効率取り込み  
arXiv:2102.10718

### 共振器から導波路への結合手法開発

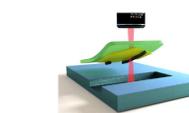


カーボンナノチューブの発光を導波路経由で評価  
APL Photonics 6, 031302 (2021).

### 決定論的デバイス作製手法の開発

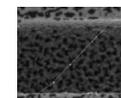


フォトニクス基板としてのh-BN  
ACS Photonics 7, 1773 (2020).

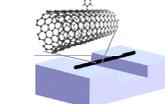


決定論的転写法  
Nature Commun. 12, 3138 (2021).

### 単一光子純度向上手法の開発



誘電率の局所制御  
ACS Photonics (2021)



気相での化学修飾  
arXiv:2103.00689

単一光子を効率良く取り出すことが可能な共振器を実現

ポスター番号

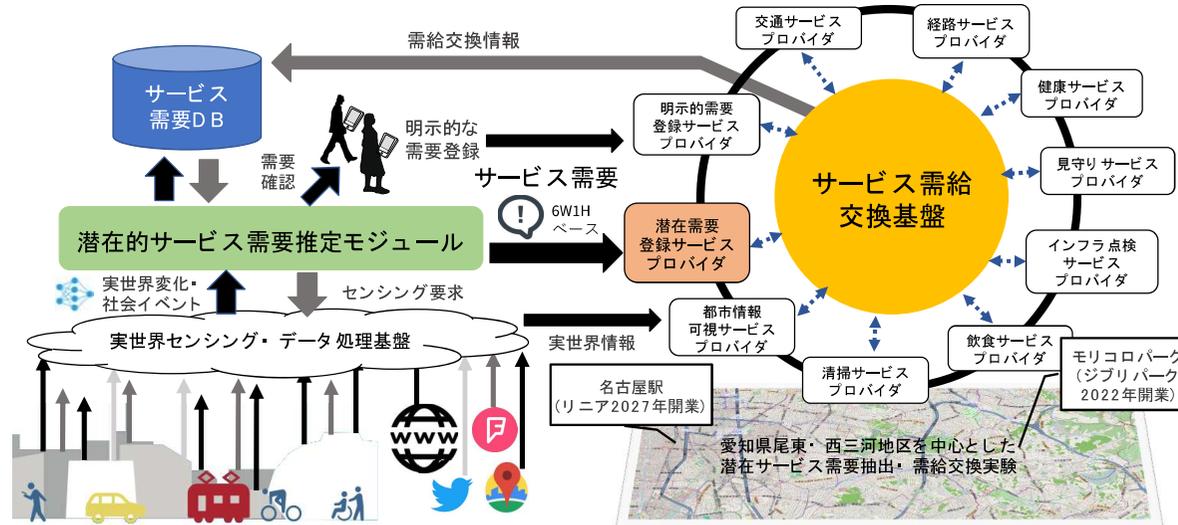
P-007

# IoTに基づく潜在的な社会需要の推定と柔軟なサービス需給交換基盤の研究開発

河口信夫<sup>1</sup>, 中澤仁<sup>2</sup>, 鈴木秀和<sup>3</sup>, 塩野崎敦<sup>4</sup> <sup>1</sup>東海国立大学機構 <sup>2</sup>慶應義塾大学, <sup>3</sup>名城大学, <sup>4</sup>Lisra

## 研究開発の目的

人・街・社会に存在する潜在的なサービス需要を抽出するとともに、サービス提供者へ必要に応じて需要の粒度を再構成の上提示し、需要と供給の柔軟な交換を実現するサービス需給交換基盤を構築する。構築したサービス需給交換基盤を愛知県尾東・西三河地区に展開し、見守り・交通・防災など平時・有事に跨る複数ドメインの潜在的な需要の抽出と需給交換を行う実証実験を遂行し、提案手法の社会受容・展開を加速させるサービス需要活用モデルの確立を目指す。



## 潜在的な需要の形式化

### 需要の統一ドメイン・形式を定義

- 国際標準産業分類に基づきドメインを定義
- JSON-LD形式で需要を形式化
- 情報空間で容易に交換・分割・統合を可能に

### 各項目の内容 (6W1Hベース)

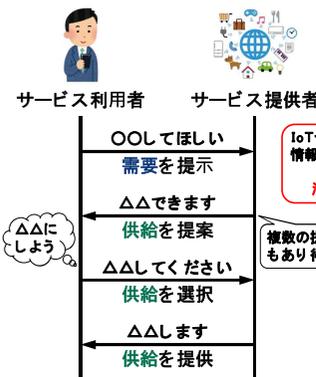
- Name** 内容 (What)
- Date** 発生時刻 (When)
- Location** 発生場所 (Where)
- Domain** ドメイン
- Description** 詳細 (What, How)
- DemandFrom** 需要の主 (Who)
- Evidence** 理由 (Why)

```

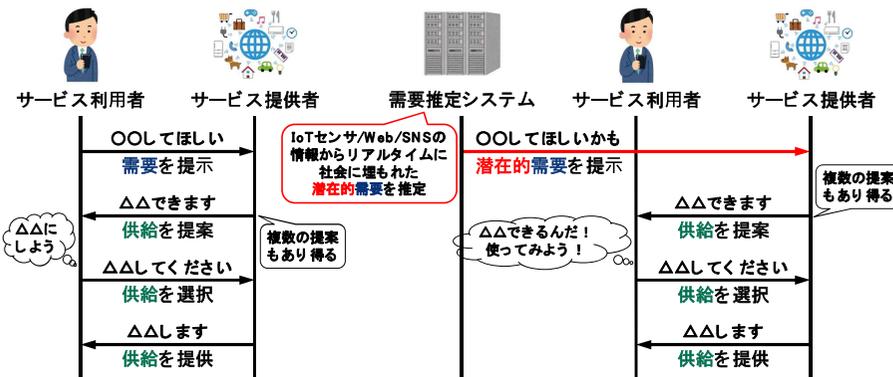
1 {
2   "@context": "https://schema.org",
3   "@type": "LatentDemand",
4   "name": "need weather info",
5   "date": "2021-05-01T12:34:56.000Z",
6   "location": {
7     "@type": "Place",
8     "latitude": "35.159090",
9     "longitude": "136.973958",
10    "name": "Seimon",
11    "address": {
12      "@type": "PostalAddress",
13      "addressLocality": "Chikusa, Nagoya",
14      "addressRegion": "Aichi",
15      "streetAddress": "3-70 Higashiyama Motomachi"
16    }
17  },
18  "domain": {
19    "@type": "LatentDemandDomain",
20    "domainID": "6",
21  },
22  "description": "weather information is needed",
23  "demandFrom": "visitor",
24  "evidence": "unstable weather of today"
25 }
    
```

## サービス需給交換基盤

### 直接的な需給交換

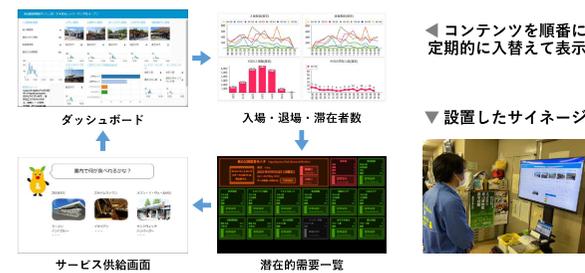


### 潜在的な需要の需給交換 (提案する需給交換基盤)



## 東山動植物園における実証実験

- 人流、環境情報、交通情報などから園内需要をライブ推定
- サイネージに対する情報提供により潜在需要に応じた供給
- 東山動植物園管理事務所内にて運用



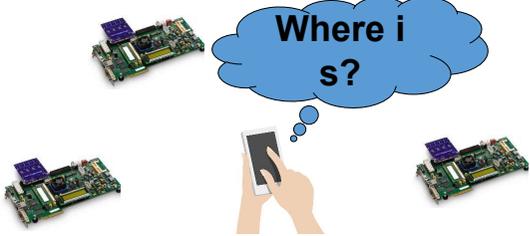
## 1st Phase (Wi-Fi Positioning)

■スマホなどWi-Fi端末(を持つ人)を対象に高精度検出

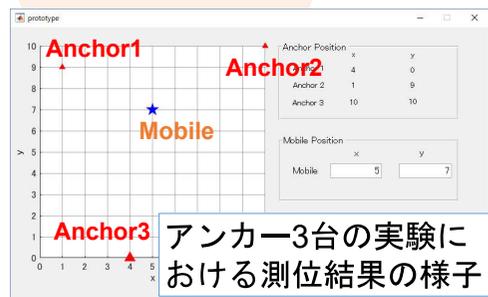
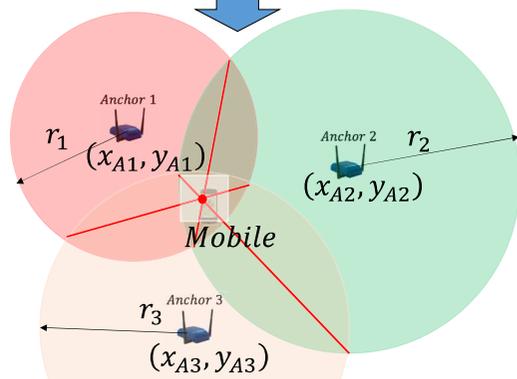
**概要**

- Wi-Fiによる誤差1m以内の高精度測位サービスを提供
- アンカーと呼ばれる端末を最低3台配置する  
(対象はスマートフォンやウェアラブル機器など)

GPSに頼らない測位



### Wi-Fi Anchor



方式	GPS (IMES)	標準の無線LAN		提案
	ToA	RSSI	ToA	
アプローチ	ToA	RSSI	ToA	ToA
測定範囲	障害物のない限られた範囲	数10[m]	数10[m]	数10[m]
精度			数m~	1m以内

Step1. Wi-Fiルータのビーコン受信 (基準となるToA情報を取得)

Step2. モバイル端末のBroadcast (ターゲットのToA情報を取得)

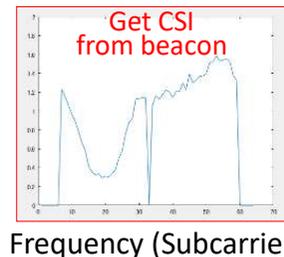
## 2nd Phase (Wi-Fi Sensing)

■スマホなどを持っていない人を対象にした人体検出 (動きや心拍など)

**概要**

- Wi-Fiセンシング技術
- CSI(伝送路特性)の変化を検出

機械学習による特徴量の検出

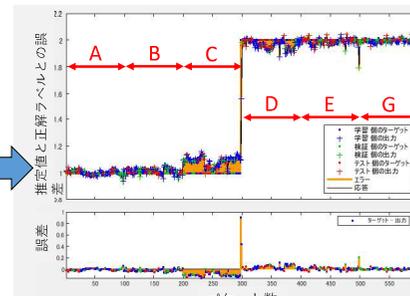


Frequency (Subcarrier)

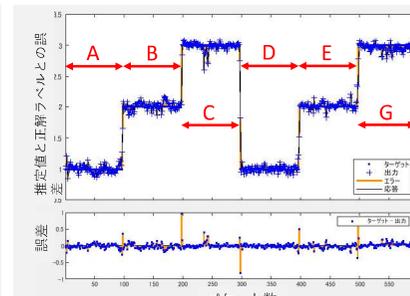
Remove Phase Error

SVD

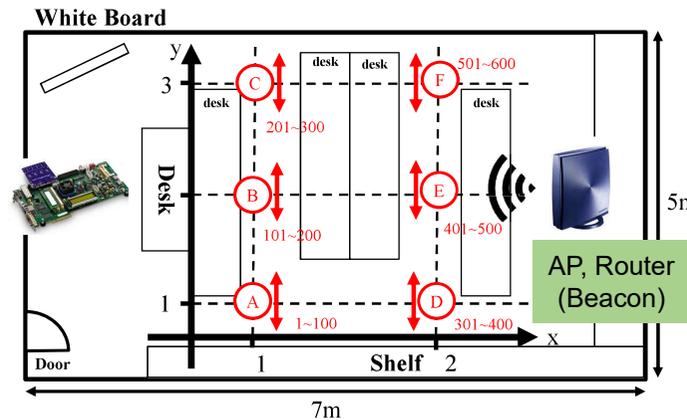
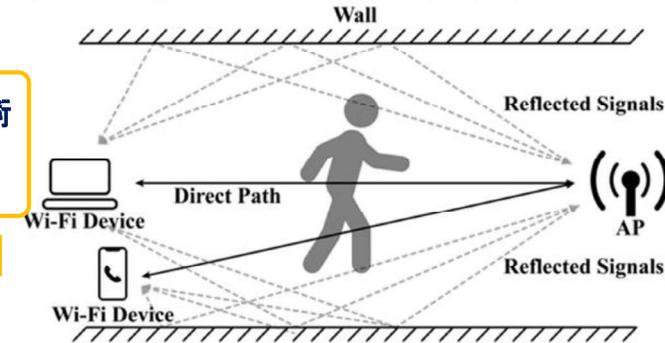
RNN (NARX)



X座標の推定値と誤差



Y座標の推定値と誤差

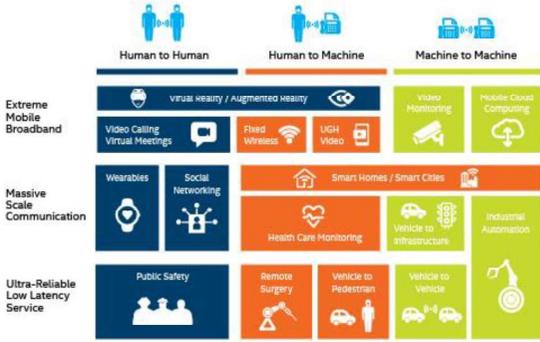


# 研究開発課題名 稠密環境におけるモバイルブロードバンドアクセスネットワークの5Gによる高度化の研究開発 (5G-Enhance)

梅林健太<sup>1</sup>, 岩田大輝<sup>2</sup>, 中條宏都<sup>3</sup>, 川崎耀<sup>4</sup>, 藤井威生<sup>3</sup>, 安達宏一<sup>3</sup>, 柴田祐輔<sup>5</sup>, 伊深和雄<sup>4</sup>, 松村武<sup>4</sup>, 児島史秀<sup>4</sup>, <sup>1</sup>東京農工大学, <sup>2</sup>日立国際, <sup>3</sup>電気通信大学, <sup>4</sup>NICT, <sup>5</sup>愛媛CATV

## 5G-Enhance プロジェクトの狙い

5G-Enhance



5Gネットワークは将来の様々なITサービスの基盤技術となる。よって、5Gネットワークは様々なユースケースに対応できる柔軟性、拡張性を保持することが求められる。

5G-Enhance プロジェクトは稠密環境での大容量伝送シナリオに着目し、実証実験により5Gネットワークの有効性、サービスの実現性を証明した。

[1] <https://blogs.intel.com/technology/2017/12/5g-americas-white-paper-explores-5g-services-use-cases-and-market-implications/>

## 5G-Enhance プロジェクトの構成と概要

### 5G networks with eMBB in dense area

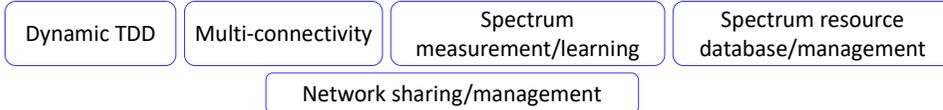
2つの実証実験

Demo 1: 3D remote class for real-time surgery in Finland  
Demo 2: Ad-hoc outdoor sport event in Japan

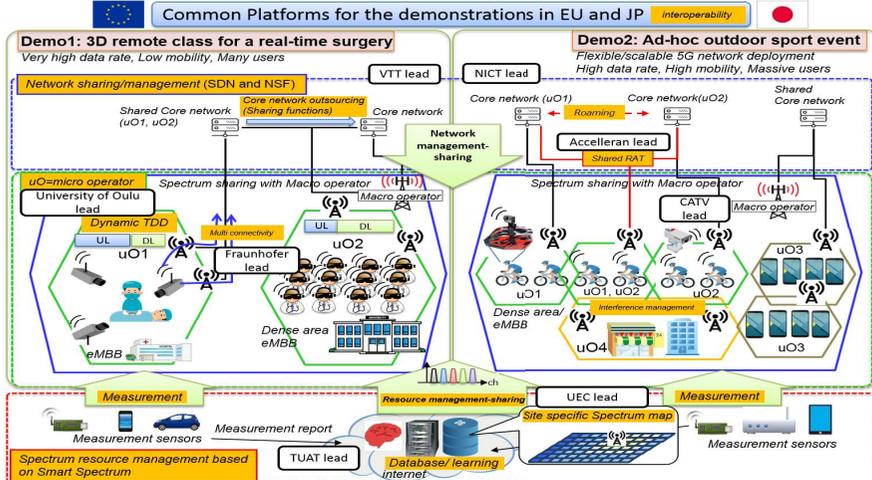
キーコンセプト

Micro operator      Smart Spectrum  
様々なサービスの展開      周波数資源の効率的利用

要素技術



### 5G network large scale demonstration: Enabling healthy lifestyle with eMBB in crowded environments



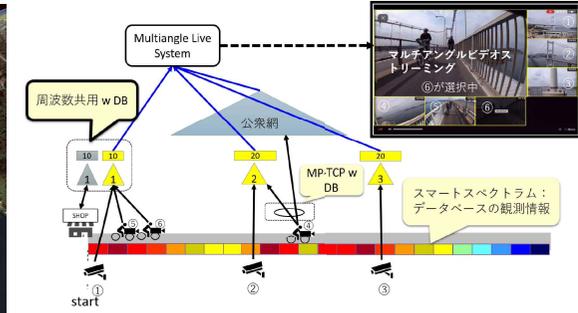
## 実証実験：サイクリングイベントでのマルチアングルビデオストリーミング

愛媛県のしまなみ海道におけるサイクリングイベント内でのマルチアングルビデオストリーミングをスマートスペクトラムのコンセプトに基づく技術(MP-TCP and ダイナミック周波数割り当て)を実施し、実証実験によりその有効性を明らかにした。

### 全体システム



サイクリングコースでのシステム配置図



機能ブロック図

### 要素技術

#### MP-TCP with DB



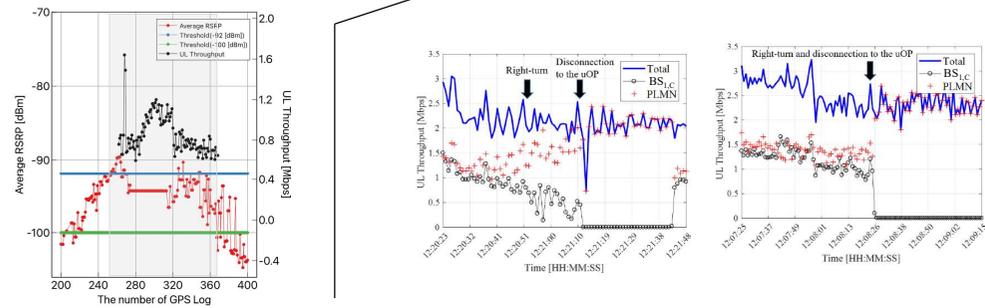
電波環境マップ (糸山展望台)

#### ダイナミック周波数割り当て with DB



電波環境マップ (スタート地点)

スループット特性



## まとめ

- 5Gにおける新たな無線サービスの実証実験をマイクロオペレータ(ローカル5G)に基づき実施  
- スマートスペクトラム(サイトスペシフィックな情報の活用)のフレームワークの有効性

研究開発の背景と狙い

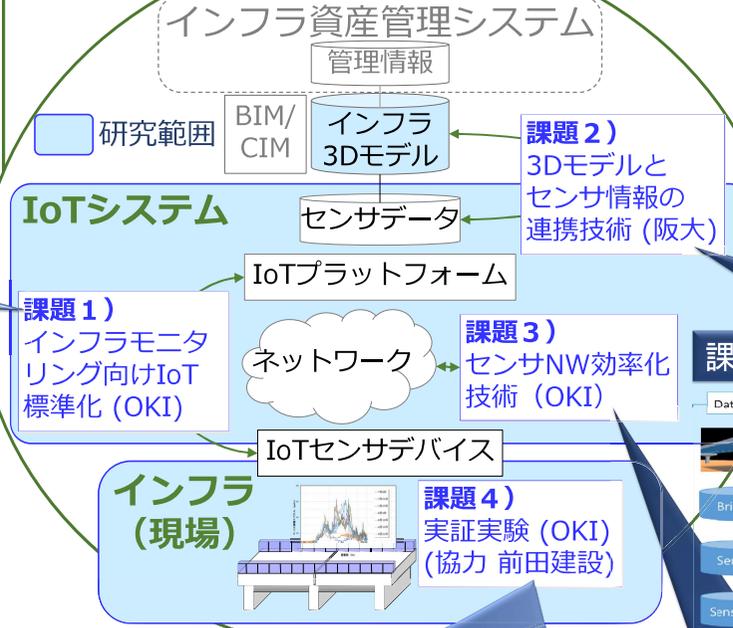
【背景】：インフラ長寿命化や災害早期復旧が社会的な課題とされ、維持管理の高度化・効率化が重要となる一方、技術者減少やコスト等の課題がある。インフラモニタリングはセンサデータにより変状発見や予兆検知等を支援する技術の1つとして期待される。本研究開発では；

- インフラ資産管理におけるIoT活用促進のため、インフラ3DモデルとIoTの連携技術を研究開発し、現場実証により検証
- インフラモニタリングへのIoT適用を国際標準化機関へ提案し、IoT適用分野として国際的な認知を目指す

課題1) IoT標準化

- スマートIoT推進フォーラムのインフラモニタリングTFで業界横断の議論を行い、結果をTTC技術レポートで情報共有
- 一部をITU-Tへ提案し、文書2件を合意

研究開発課題



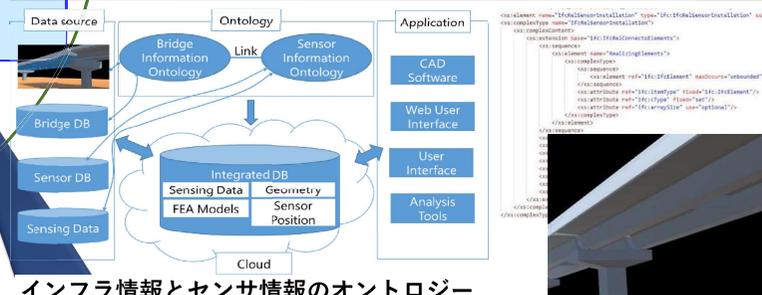
実施体制

研究代表者：筒井英夫 (OKI)

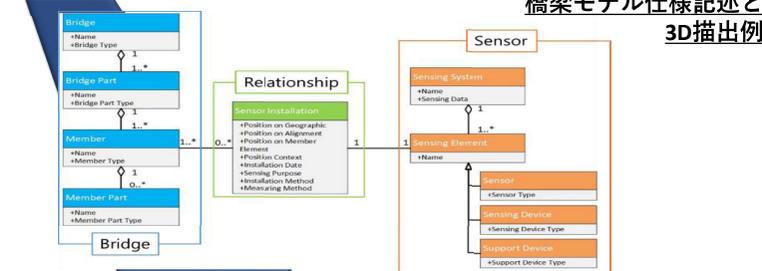
課題1	インフラモニタリング向けIoT情報モデル標準 (OKI)
課題2	インフラ3Dモデルとセンサ情報モデルとの自動連携技術の研究 (阪大)
課題3	センサデータの分散処理とデータ分析精度・通信コスト最適化制御によるモニタリングシステム効率化技術の研究 (OKI)
課題4	実証実験による研究データ収集と研究結果検証(OKI)

米国研究者 スタンフォード大学, ミシガン大学  
研究協力者 前田建設工業(株)

課題2) インフラ3Dモデルとセンサーの連携



インフラ情報とセンサ情報のオントロジー



橋梁モデル仕様記述と3D描出例

課題4) 実証実験

- 運用中の高速道路の一部を借用し、研究データ収集、本研究のセンサNW技術の評価、およびモニタリングシステムの長期運用を検証。また道路管理者の課題・ニーズ確認。

This section shows photos and diagrams of the field verification experiment. It includes:

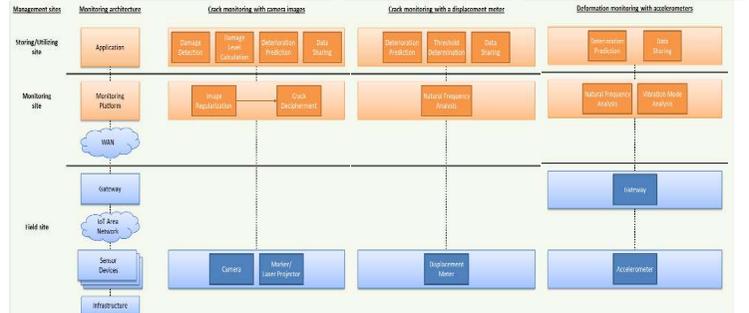
- 無線変位計** (Wireless Displacement Gauge): Photos showing the gauge installed on a bridge structure, with text indicating it measures horizontal and vertical displacement.
- 無線加速度センサ** (Wireless Acceleration Sensor): Photos of the sensor unit.
- 無線カメラセンサ(変位)** (Wireless Camera Sensor (Displacement)): Photos showing the camera sensor setup for displacement measurement.
- ゼロエネルギーゲートウェイ** (Zero Energy Gateway): Photos of the gateway device, with text stating it uses solar power and commercial power-free long-term driving verification.

インフラ3Dモデルとセンサーの関係モデル

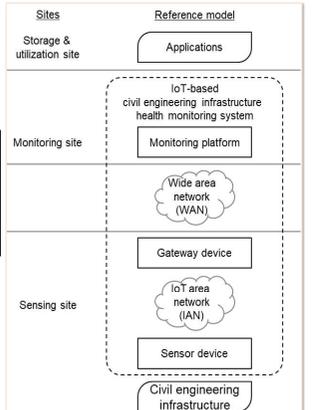
課題3) センサNW効率化技術

- 複数センサから送信される圧縮データを相互傍受し、センサ間で協調する圧縮比推定方式を開発、シミュレーション評価により、データ復元誤差5%の場合に、シングルエージェント方式で約5割、マルチエージェント方式で約6割の通信量削減を確認 (目標2割減)
- IoT-PFでの分析の一部をセンサーデバイスで分散処理する通信量削減方式を開発、実証実験(課題4)で検証し、目標としたエリアNWへのセンサ設置数10倍を実現できる事を確認

画像によるひび割れモニタ 変位計によるモニタ 加速度センサによるモニタ



インフラモニタリングのユースケース (ITU-T SG20 Y.Sup.56, 2019年12月)



TTC技術レポート

- TR-1074 「インフラモニタリング情報モデル標準化ガイドライン」
- TR-1081 「インフラモニタリング情報モデルのユースケース」

インフラモニタリングシステムのIoT参照モデル (ITU-T SG20 Y.4214勧告草案, 2022年2月制定見込)

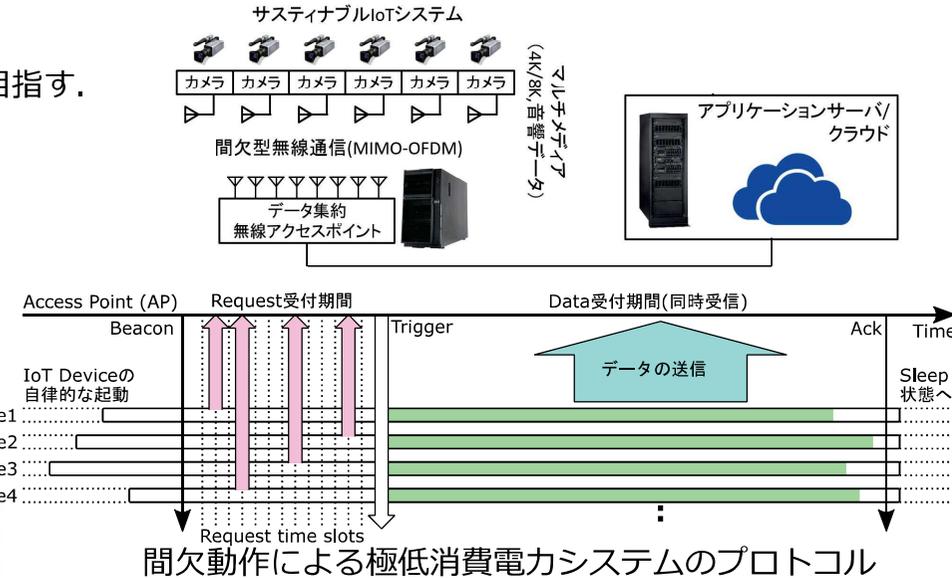
### 1 研究開発の目的

圧縮映像を無線により集約する低消費電力型IoTシステム(右図)の設計・開発・実現を目指す。  
間欠動作および低消費電力技術により全体の消費電力を1/50まで低減する。

### 2 研究開発の内容及び成果

間欠動作による極低消費電力システムのプロトコルを策定(右図)

- IoTデバイスは自律的に起動
- 送信要求をアクセスポイント(AP)に送信
  - ✓ 各他のデバイスとの調停なしに送信要求を送信
  - ✓ 送信要求を送信可能な時間スロットを複数用意・ランダムに選択
- 送信要求の中からAPがIoTデバイス最大8台を選択・通信許可(空間多重通信)
  - ✓ 空間多重通信に適した送信要求を選択



### Xilinx RFSocおよびUSRPを用いた評価環境構築

- Xilinx RFSoc FPGAにて2.4GHz・5GHz帯域を利用可能な拡張ボード製造
- ダイレクトコンバージョンによる幅広い帯域幅に対応可能
- 全体プロトコルのプロトタイプ実装

### 差分パルス符号変調(DPCM)およびゴロム・ライス符号にもとづくラインベース画像軽圧縮方式

- ロスレスおよびロッシー圧縮両対応 (ロッシー圧縮はレート制御・圧縮率保証可能)
- 超低負荷(圧縮率は多少犠牲)

### OFDM変復調に必要な各種IP開発

- FFTプロセッサ(FFT点数可変)
- LDPCプロセッサ(任意の検査行列からプロセッサ生成可能)



Xilinx RFSoc FPGA



評価の一例(4x4 MIMO)

これにより4x4のチャネル特性が得られ、シミュレーションに反映可能  
Superheterodyne approach

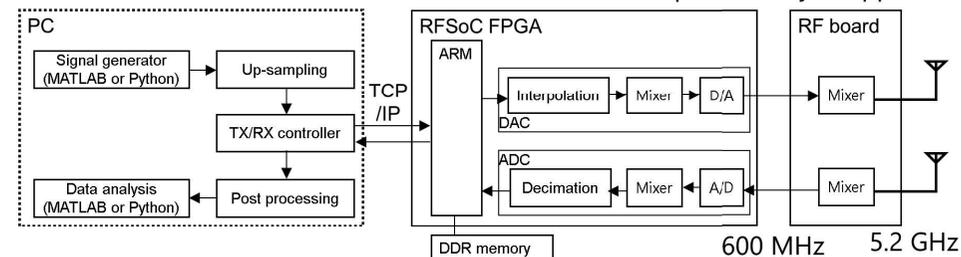
### 3 今後の研究開発成果の展開及び波及効果創出への取り組み

#### 限られた周波数帯域による効率良いマルチメディア情報伝送

- 電波状況に合わせたコグニティブ伝送
- 電波状況に合わせた画像圧縮(画像品質)

#### IoTシステム評価環境

- フィールド試験可能な柔軟な環境
- 様々な仕様に対応可能な拡張性、IPコア提供



評価ブロック図の一例(ソフトウェアと連携可能)

超小型マルチビームアンテナと無人飛行機による伝搬環境制御技術の研究開発  
西森健太郎<sup>1</sup>, 廣川二郎<sup>2</sup>, 平栗健史<sup>3</sup>, 戸村崇<sup>2</sup> <sup>1</sup>新潟大学, <sup>2</sup>東京工業大学, <sup>3</sup>日本工業大学

【概要】本研究開発では、超小型マルチビーム回路と無人飛行機を中継局として利用し、従来のように、固定の無線局に合わせて指向性を制御するのではなく、無人飛行機の指向性制御と飛行場所を最適に移動できること有効に利用して、地上での通信と異なった新しい空中での移動通信方式を提案した。各戸別の課題の成果は以下の通りである。

- 1) 超小型マルチビーム回路の実現では、3次元の4ビームのドローン搭載型マルチビームのハードウェアを実現した(図2)。また、基地局用として16ビーム(令和元年度)、64ビーム(令和2年度)のマルチビーム回路を実現でき、所望のビームパターンを得ることを示した(図3)。
- 2) 簡易伝搬路推定および伝搬環境制御としては、LoS-MIMOのハードウェアを4x4(令和元年度)、8x8(令和2年度)で実現することができ、屋外の実環境で2台のドローン間のLoS-MIMO伝送を実現し、送受信距離が50mの範囲で、従来アンテナ配置に対し、最大で10倍程度高い伝送レートを得ることができることを示した(図4)。
- 3) 検討項目3であ通信効率を改善するアクセス制御方法では、干渉量を考慮したアクセス制御を案した(図5)。また、検討1~3を統合するIEEE802.11axをベースとした、3次元でドローンを考慮可能な伝搬・PHY・MAC統合ネットワーク評価ツールを開発し(図6)、開発したツールによる提案システムの効果を検証した。

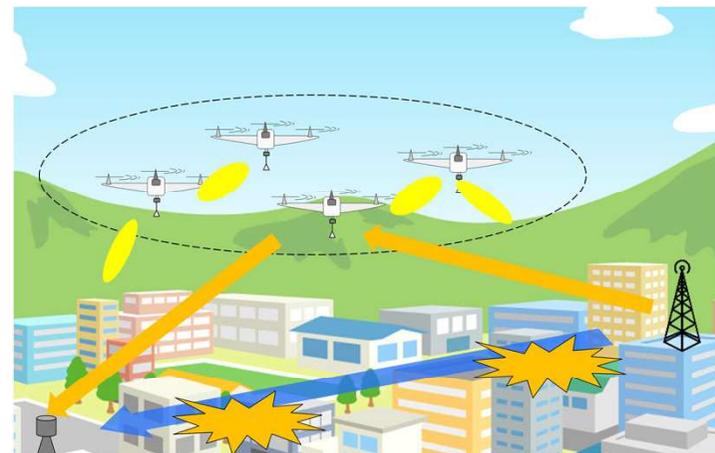


図1: 提案システムの概略図

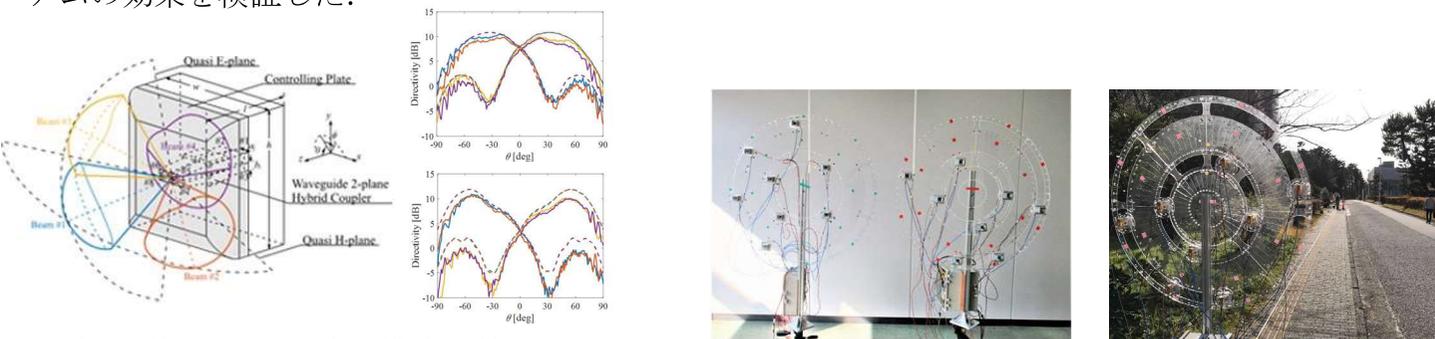


図2: 超小型4ビーム回路の構成と放射パターン

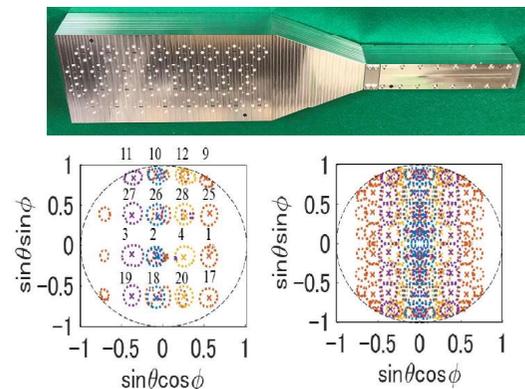


図3: 基地局用64ビーム回路と放射特性

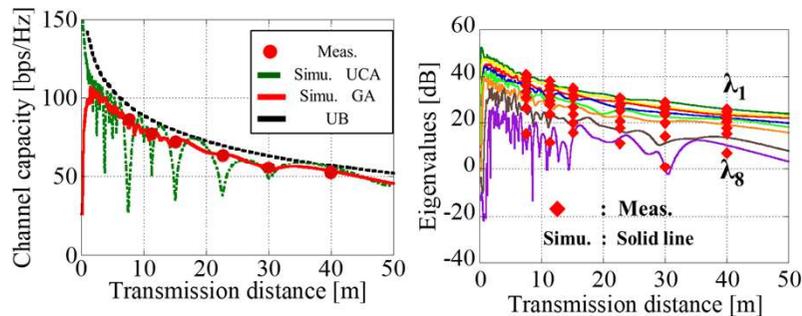


図4: GAを用いて設計した8x8 LoS-MIMOのアンテナ構成とチャネル容量改善効果

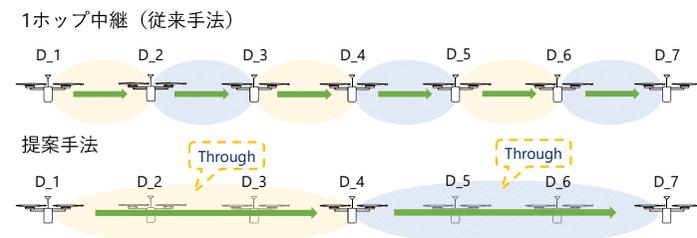


図5: 干渉量を考慮したアクセス制御方式

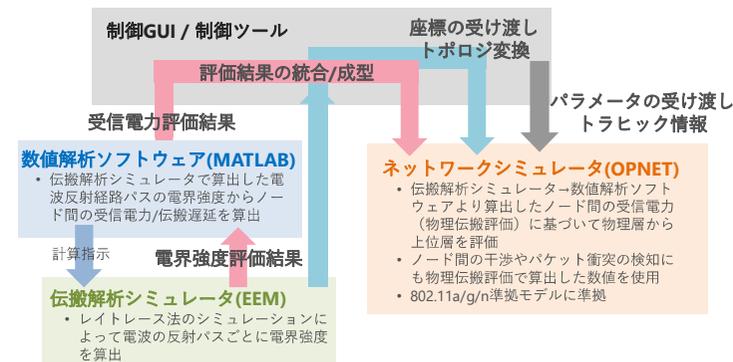


図6: 3次元伝搬・PHY・MACを統合するネットワーク評価ツール

スパース周波数分割レーダの研究開発

稲葉 敬之 (研究代表者), 秋田 学 (研究分担者)

国立大学法人 電気通信大学

1 研究開発の概要

自動運転社会の実現にむけ、79GHz帯では4GHzという超広帯域に拡張(76GHz帯と繋がり合計5GHz)されるなど超広帯域ミリ波レーダの技術基盤確立が急務とされている。以上の背景のもと、本「スパース周波数分割レーダの研究開発」は、分解能と探知距離の両立という多周波ステップ方式の利点を最大限に活用し、観測時間一定の元、距離・速度の視野を維持するため周波数ステップのスパース化という制約のものレーダ性能(距離と速度の双方の分解能と視野)を堅持し、逆にレーダあたりの総帯域幅帯域幅の削減を図ることで、距離分解能を維持した上で複数の非同期レーダの多重化を実現する技術(課題ア)や、その各種環境への適応化技術(課題イ)の確立を目的とする。具体的には、「課題ア. スパース周波数不規則分割設計技術」と「課題イ. スパース周波数分割アダプティブ技術」に取り組む。

2 期待される研究開発成果及びその社会的意義

本研究開発成果は、瞬時帯域は狭帯域(すなわち遠距離性および低ハードウェア負荷)でありながら分解能は総送信帯域幅が得られ、かつ多くの同一周波数帯に存在する非同期レーダの共存を可能とする技術であり、本研究開発の技術は上記システムを実現・普及する上で、重要な要素技術であり、実現・普及に貢献するものである。

本研究開発技術の基本概念

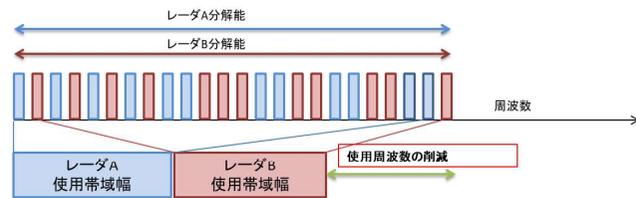
● 従来レーダや通信における周波数アロケーションの概念

各通信での瞬時帯域幅は比較的広い



● 提案するスパース不規則分割レーダの概念

瞬時帯域は狭い(すなわち遠距離性が得られる)が分解能は最大幅  
スパースになることでグレーティング等の問題が発生することを不規則設計で回避する



研究開発技術の基本概念のイメージ図

近距離レーダに対する社会的要

- 自動運転車載レーダ
- 自動運転支援インフラレーダ
- 踏切監視レーダ

電波法令的動向

- 79GHz帯 3GHz法整備 (78GHz~81GHz)
- 76GHz帯 1GHzに変更する法整備
- 79GHz帯 4GHz拡大の見通し

技術的要求事項

- 高分解能化
- レーダ当たりの周波数帯域の削減
- 同一帯域における複数レーダの多重化
- 多様な環境に対するアダプティブに対応する能力
- 前方のレーダ画像化

スパース周波数分割レーダの研究開発

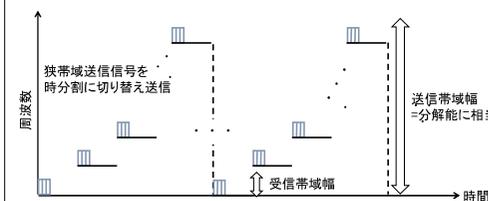
- (ア)スパース周波数分割設計技術の研究開発
■スパース化による超広帯域分解能
■スパース化による複数レーダ多重化
- (イ)スパース周波数アダプティブ技術の研究開発
■時空間環境に対するスパース化による前方二次元画像化
■目標環境に応じたスパース化によるマルチパス対策

社会的要と電波法令的動向からレーダ求められる技術的要求事項

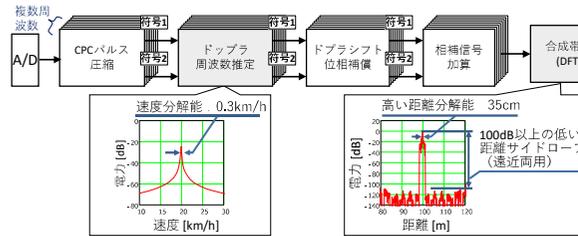
本研究開発の基盤技術となる多周波ステップ方式

● 遠距離性と高距離分解能を両立するレーダ変復調方式「多周波ステップ方式」

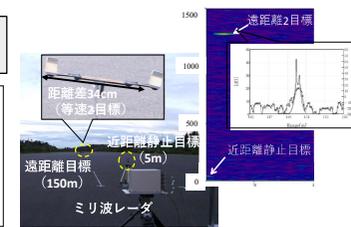
合成帯域法とパルス圧縮の二つの原理に基づく融合方式



多周波ステップ方式の送信周波数シーケンス



多周波ステップ方式の信号処理ブロック図

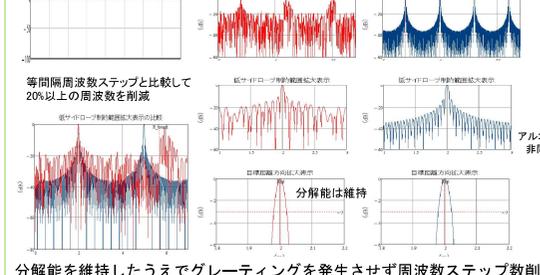


遠近両用高分解能の実験的検証

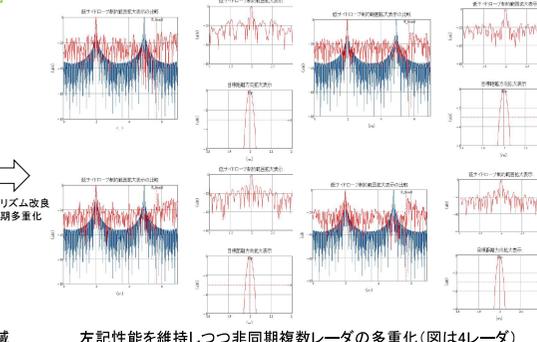
(ア)スパース周波数分割設計技術の研究開発

● 分解能を維持しつつ低サイドロープを実現するスパース周波数設計法<sup>[1][3][4]</sup>

● スパース周波数設計法に基づく非同期多重化<sup>[2]</sup>



分解能を維持したうえでグレーティングを発生させず周波数ステップ数削減



左記性能を維持しつつ非同期複数レーダの多重化(図は4レーダ)

課題(ア)研究開発成果(成果物)

- ABCアルゴリズムによるスパース周波数ステップ選択法
- 圧縮センシングによるスパース周波数ステップ選択法
- ABCアルゴリズムの改良による複数レーダの多重化技術

課題(ア)の目標達成状況

- 等間隔で虚像が発生しない最小周波数ステップに対し、同じ帯域幅内でグレーティングを発生させずにステップ数を20%以上削減する。
- 等間隔ステップではグレーティングが避けられない条件にて、同じ帯域幅内に、同時2台以上の非同期レーダを分解能を落とさず(劣化を最小限に抑制)共存させる周波数ステップを実現する。

終了時達成状況

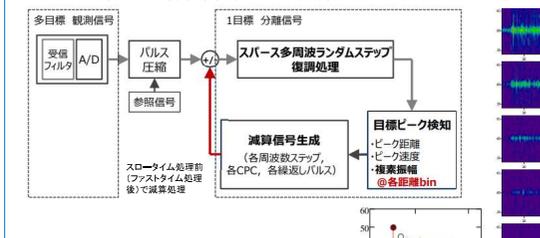
- 上記目標を達成

研究開発成果(論文)

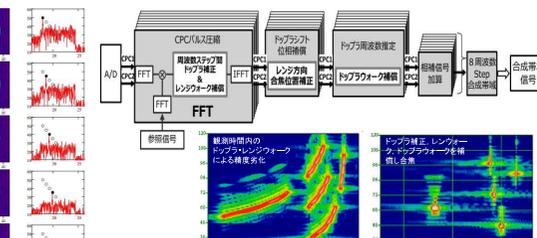
- 1. 多周波ステップレーダにおけるスパース周波数選択法. 稲葉, 秋田, 谷口, 電子情報通信学会論文誌B(技術), vol. J104-B, no. 7, 2021
- 2. 多周波ステップ方式に基づく非同期スパース周波数多重化法におけるレーダ間干渉に関する一考察. 秋田, 稲葉, 谷口, 信学技報, vol.119, no.405, pp.1-6, 2020
- 3. 多周波ステップ信号を用いた超広帯域高分解能レーダの設計. 稲葉, 秋田, 電子情報通信学会論文誌B, vol. J104-B, no. 6, 2021
- 4. 多周波ステップレーダの人工雑音ローカル法を用いた周波数多重化の基礎検討. 稲葉, 谷口, 秋田, 信学技報, vol.119, no.26, pp.29-34, 2020

(イ)スパース周波数アダプティブ技術の研究開発

● スパース周波数不規則分割レーダの実現のための環境に適応した信号処理(干渉波/クラッタ/マルチパス, MIMO ドップライミゼン) <sup>[1]-[4]</sup>



スパース多周波ステップ方式における目標自動検知の信号処理ブロック図



多周波ステップ方式に基づく前側二次元マップ画像化信号処理ブロック図

課題(イ)の研究開発成果(成果物)

- 受信機アナログ系誤差にロバストな目標検出法
- 多周波ステップ方式における前側二次元マップ画像化
- マルチパスフェージング対処固有空間追尾アルゴリズム
- 干渉波環境における多周波数分割設計アルゴリズム

課題(イ)の目標達成状況

- 大規模アンテナ化のレーダ素子数に対し、ドップライミゼンとスパース配列のハイブリッド方式の確立により、スパース配列レーダの素子数を同一前方角度分解能の大規模レーダに対し、4分の1以下にする
- 上記目標を達成

研究開発成果(論文)

- 1. 超広帯域多周波ステップレーダにおける再帰的周波数推定法を用いた自動検出法. 渡辺, 稲葉, 秋田, 電子情報通信学会論文誌B, vol. J104-B, no. 7, 2021
- 2. 多周波ステップ方式における高精度ドップライミゼン. 渡辺, 稲葉, 秋田, 電子情報通信学会論文誌B, vol. J104-B, no. 3, pp.453-463, 2021
- 3. 踏切監視マルチパス環境における多周波ステップレーダの超広帯域数分割配置と信号処理. 稲葉, 秋田, 電子情報通信学会論文誌B, vol. J105-B, No. 4, 2022
- 4. 青葉クラッタ中のcm級小物体検出における多周波ステップレーダのパラメータスタビリティと評価. 稲葉, 秋田, 電子情報通信学会論文誌B, vol.142, no.1, pp.453-463, 2022

パーソナルエリア高速大容量無線通信・無線電力伝送モジュールの研究開発  
石川亮, 本城和彦, 斉藤昭, 高山洋一郎, 鈴木博 国立大学法人電気通信大学

1 研究開発の目的

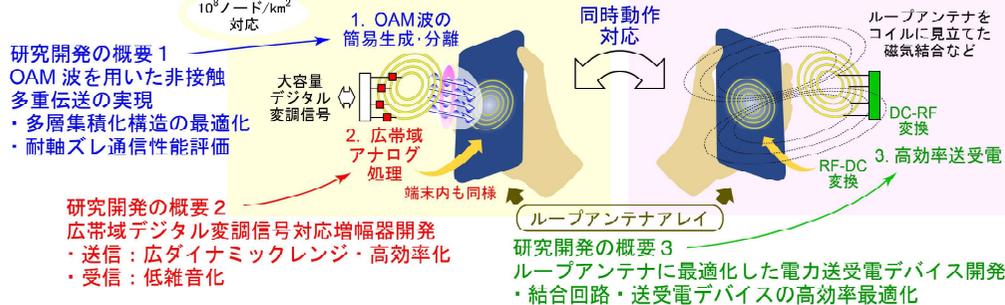
ループアンテナアレイを軸としたOAM波高速大容量多重通信・無線給電共用化システムの研究開発

OAM波:

- ・同一周波数で無線通信多重化を実現する周波数・時間・空間・符号に続く第五の電波資源
- ・送受間配置の空間的なズレにより急峻な通信遮断特性を有する → セキュア伝送実現

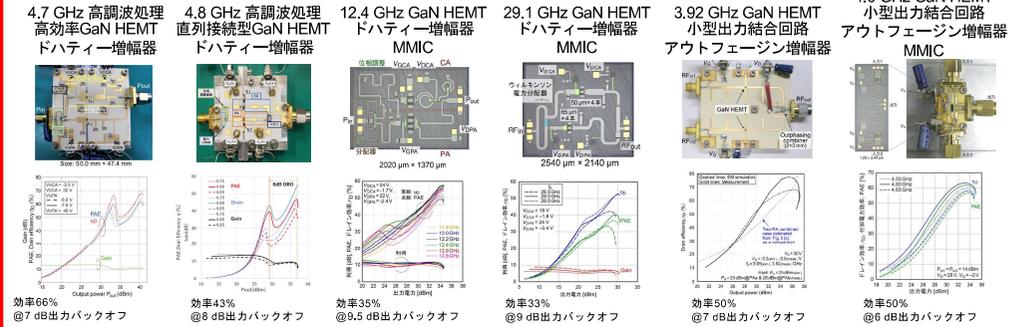
8K対応医療動画・遺伝子情報などの大容量個人情報データを瞬時にかつセキュアにやりとり  
(非接触高速・大容量通信)

非接触充電による  
バッテリー零時の起動補助  
(電磁結合無線電力伝送)



2-2. 高周波アナログ処理部に関する研究開発

1) 送信部用増幅器の広ダイナミックレンジ高効率化の検討



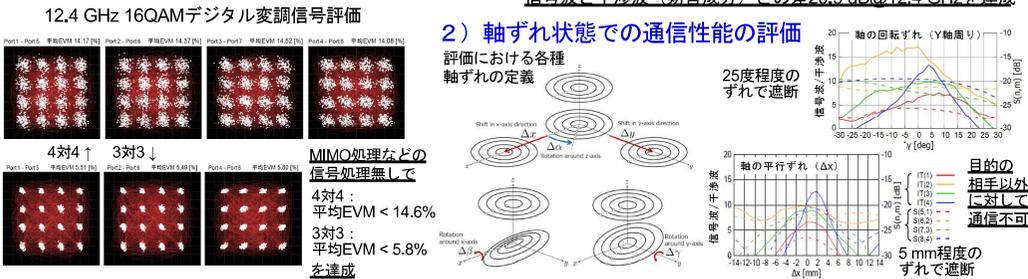
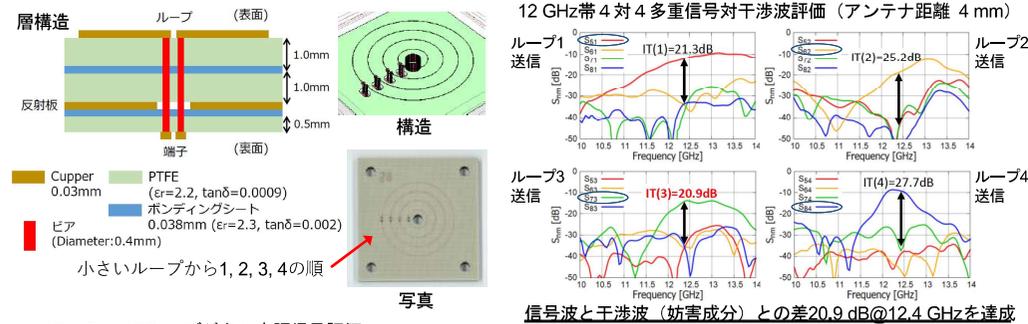
2) 受信部用低雑音増幅器



2 研究開発の内容及び成果

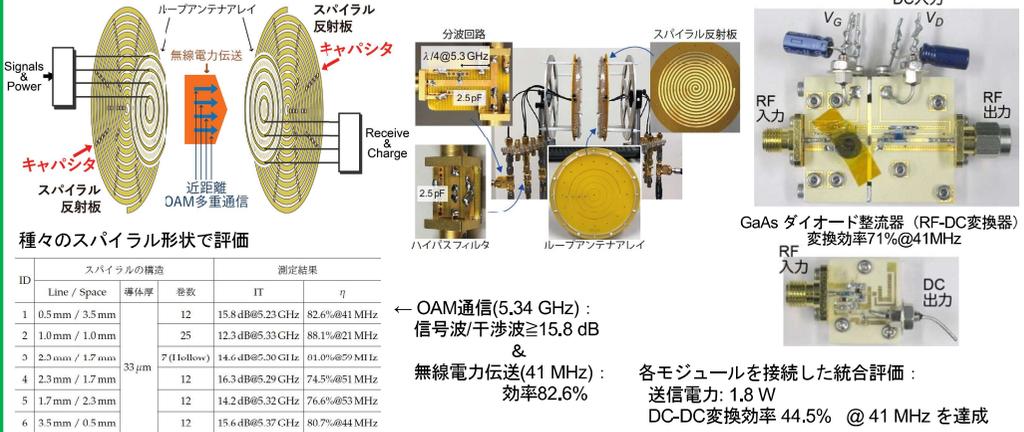
2-1. OAM通信用アンテナに関する研究開発

1) 低損失テフロン基板を用いてループアンテナアレイと金属反射板を積層化



2-3. 非接触受電機能に関する研究開発

スパイラス反射板を用いたOAM多重通信&無線電力伝送共用システム



3 今後の研究開発成果の展開及び波及効果創出への取り組み

- ・技術紹介などの宣伝を通じて提案技術の協力先メーカーを探索
- ・集積化アンテナの高周波利用に関する研究開発および実用化展開
- ・能動素子実装集積化アンテナの実用化に向けた展開
- ・センシングシステム用デバイス利用に関する展開

カメラ画像による電波伝搬予測と無線ネットワーク自動設計に関する研究開発  
 齋藤 健太郎<sup>1</sup>, 吉敷 由起子<sup>2</sup>, 岡村 航<sup>2</sup> <sup>1</sup>東京工業大学 <sup>2</sup>株式会社構造計画研究所

1 研究開発の概要

将来の超スマート社会では、多種多様な業種のユーザが様々な無線ネットワークを構築し、利用すると考えられている。本研究開発では、必ずしも”無線”に詳しくない一般ユーザの無線ネットワーク構築を支援し、構築作業を自動化するシステムの研究開発を行う。具体的にはスマートフォン等に搭載されているユーザカメラ情報から環境の3次元モデルを作成し、電波伝搬シミュレーションに基づく最適無線基地局配置や最適なネットワーク設定を提示する。

2 主な研究成果

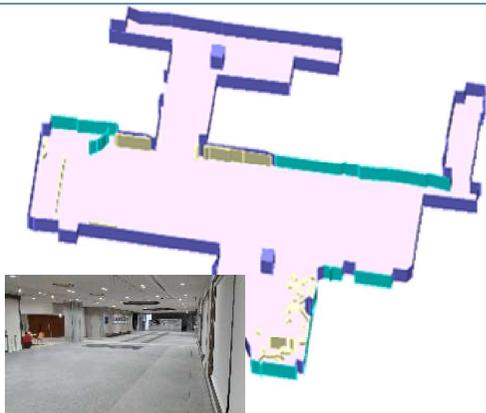
本研究成果では、SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) 技術を用いてカメラ画像から周辺環境3Dモデルを構築し、レイトレーシング・物理光学近似・機械学習等の各手法に適した形式に変換して効率的な伝搬シミュレーションを行う技術を開発した。

- 論文: 3件, 学会発表: 19件, 学会受賞: 3件
- 特許: 1件,

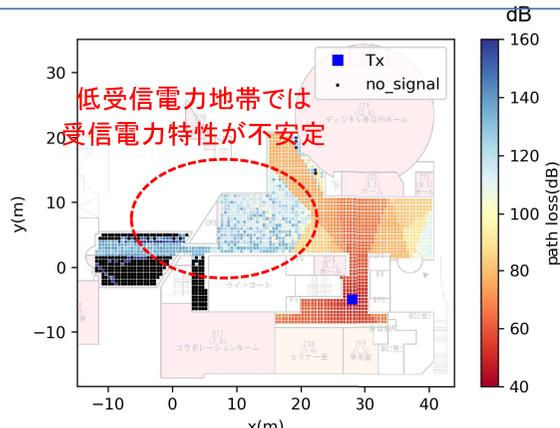
本研究成果の実験例

- 大学キャンパス内 建物で3Dモデルを構築
- 機械学習による受信電力予測手法を構築[1]

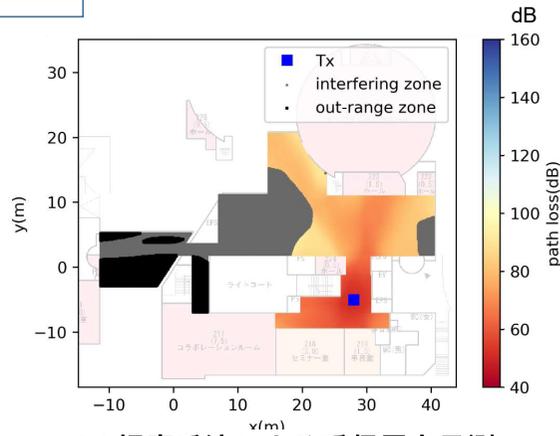
[1] Kentaro Saito, Yongri Jin, CheChia Kang, Jun-ichi Takada, and Jenq-Shiou Leu, "Two-Step Path Loss Prediction by Artificial Neural Network for Wireless Service Area Planning", IEICE ComEx, Article ID 2019GCL0038, 2019.



(A) 構築した3D環境モデル

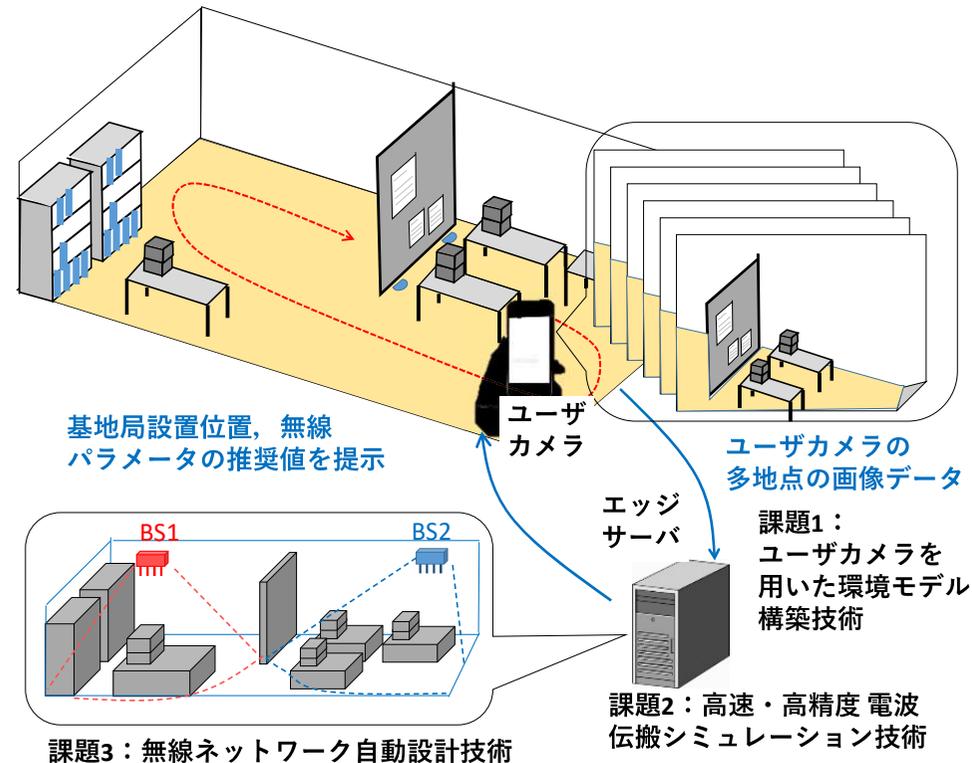


(B) 実際の受信電力マップ



(C) 提案手法による受信電力予測

提案手法では受信電力範囲により異なる学習モデルを使用



従来の機械学習による予測手法

	Classification	PL prediction RMSE
Total		8.6 dB

提案する機械学習アルゴリズム (Two-step prediction)

Region	Classification success rate	PL prediction RMSE
S-zone	0.99	2.8 dB
I-zone	0.81	8.2 dB
N-zone	0.88	14.1 dB
Total	0.95	4.4 dB

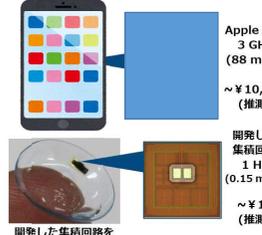
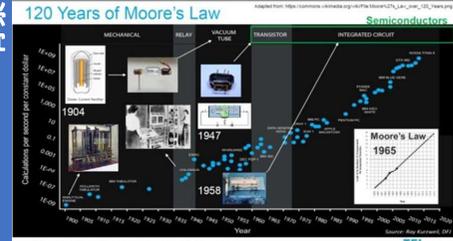
ポスター番号  
P-016

# 高信頼/低消費電力/電波有効利用バイオメディカルIoTの実現に向けたパッシブ型人体通信技術の研究開発

## 新津葵一 名古屋大学

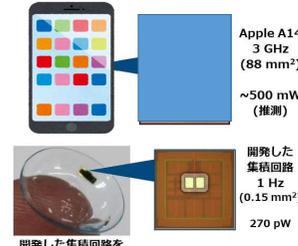
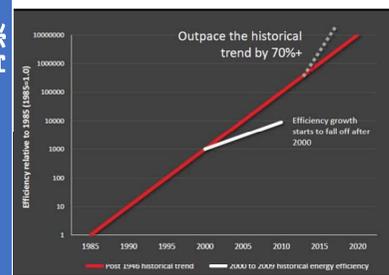
### サブ平方mm半導体・集積回路技術

- 半導体・集積回路技術の歴史は、**単位面積当たりの性能向上の歴史**
- テクノロジドライバであるスマートフォンの大きさは、**人間の面積(手のひらサイズ)が一定のため一定、チップサイズも一定**
- 性能を落とせば、小型に出来る!**
- 大チップ・高性能の先端集積回路を、低性能にスケラブルな転用
- サブ平方mmでスマートコンタクトレンズ!
- 量産時は、小さければ安い!



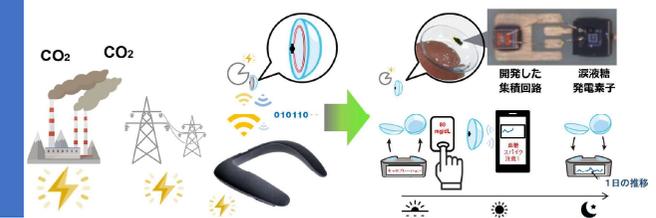
### サブnW半導体・集積回路技術

- 半導体・集積回路技術の歴史は、**単位電力当たりの性能向上の歴史**
- テクノロジドライバであるスマートフォンの電力は、**人間の面積(手のひらサイズ)が一定のため一定、電力も一定**
- 性能を落とせば、低電力に出来る!**
- 高電力・高性能の先端集積回路を、低性能にスケラブルな転用
- サブnWでスマートコンタクトレンズ!



### 半導体・集積回路技術と糖発電(電力地産地消)

- 半導体・集積回路技術の本質は、**“スケラビリティ”**
- 電力伝送・信号伝送のエネルギー効率向上は、**電磁気学で決まるので集積回路ほど進化しない(シャノンの定理・フリスの公式で律則)**
- 半導体・集積回路は、人工物で実現可能なのでまだまだ向上出来る
- nWなら、涙液糖からでも電力自立動作が可能!
- 糖発電素子を使って、涙液糖から電力の地産地消!
- 涙液糖は人間が生きている限り、一定以上が保証(超安定電源)!



背景

背景

背景

## パッシブ人体通信

## まとめ

### Motivation

This work: Fully-passive mHBC tag

Previous Always-on wireless communication

Self-powered Patch-type wearable sensor (using biofuel cells) [3]

Self-powered SCL-type CGMS using biofuel cells [1,2]

Magnetic HBC has been reported to be the highest robustness for environmental noise among HBC [7]

### System concept

### Communication channel

$$k = \frac{M}{\sqrt{L_1 \cdot L_2}}$$

$$M = \frac{\pi \mu_0 n_1 n_2 R_1^2 R_2^2}{2\sqrt{(R_1^2 + d^2)(R_2^2 + d^2)}}$$

$n_1, n_2$ : coil turns  
 $R_1, R_2$ : Radius of coils  
 $d$ : the distance between the coils

### Comparison table

	This work	[9] RFID-TA '16
Feature	magnetic HBC tag	Electric RFID tag
Technology	65 nm standard CMOS	N/A
Footprint	0.011 mm <sup>2</sup>	N/A
TX signal	40 MHz	13.56 MHz
Function	Temperature monitoring	Smart key
Power Dissipation	0.97 nW @0.2 V	N/A
Communication Distance	106cm (TX-Tag: 100 cm, Tag-RX :5 cm)	Human finger size

### Prototype fully-passive mHBC tag

The prototype chip

- mounted on a thin film flexible printed circuit board.
- The 4-turns of coils with a diameter of 10 cm are employed for loop antennas.
- The lines are formed by AWG 10 specification, and the material is copper.

Prototype of tag using thin-film PCB antenna

### Proposed Tag

### Tag component circuit 1

Ring Oscillator [12]

- Output fre. 40 MHz
- 40 MHz is effective for mHBC demonstrated by J. Park [8]
- Linearly dependent to temp.

### Tag component circuit 2

Level Shifter [13]

- required to work the switch on the n-MOSFET
- Low power operation

### Conceptual operation image

### Scalability

Scaling 65 nm to 22nm CMOS technology

	65 nm CMOS	22nm CMOS
Chip area [mm <sup>2</sup> ]	0.011	→ 0.00064

Chip Layout in 22 nm CMOS

### Summary

- This paper presents design and experimental verification of the first fully-passive mHBC.
- By employing the intermediate interference modulation, fully-passive operation becomes feasible.
- The measurement results from the prototype 65nm CMOS chip of 0.011 mm<sup>2</sup> demonstrated operation with **0.97 nW under 0.2V**.
- Scalability from 65 nm to 22 nm CMOS has also been investigated for further performance improvements.

### Simulation Results

### Temperature frequency shift (simulation)

### Chip implementation

Chip Layout

Chip microphotograph

### Measurement waveform

The modulated period and frequency are found to be 15.3 μs and 65.4 kHz respectively, under room temperature.

Measurement transient waveform  
Captured by SMU, Keysight technologies, B2902A

### Simulation Results

### Temperature frequency shift (simulation)

### Chip implementation

Chip Layout

Chip microphotograph

### Measurement waveform

The modulated period and frequency are found to be 15.3 μs and 65.4 kHz respectively, under room temperature.

Measurement transient waveform  
Captured by SMU, Keysight technologies, B2902A

## プログラムの概要

京都大学と共にワイヤレス分野の中核拠点:電波COE (Center of Excellence)を構築し、電波利活用強靱化技術(柔軟でかつ力強い電波利用を支える技術)に関する5つの先端的研究開発を通じて、セレンディピティ(思わぬものを発見する能力)を持つ意識の高い無線研究者・技術者を育成します。

## 特徴

- 5つの共同型研究開発を中心に、無線技術の先端的研究と、新分野への適用を推進しています。
- 京大との連携により、教育機能や特殊設備を補完し、幅広い体制を構築しています。
- 各分野で豊富な実績を持つメンターから様々な助言をダイレクトに受けることができます。
- 外部の方々も一定の条件を満足すれば、大型電波暗室や半導体設計用のCADなどの設備を使用できます。利用条件等、下記のWEBでご確認ください。  
<https://w-coe.jp/>

## プログラム運営委員会

統括責任者(ATR社長)



ATR Advanced telecommunications research Institute International

ATR + 京都大学  
マネージメントチーム



京都大学  
KYOTO UNIVERSITY

### 外部開放型研究環境の構築

	<b>ATR設備</b>	<b>京大設備</b>
設計	半導体設計用 CAD	ATRには無い 特殊設備・環境
試作	3Dプリンタ 加工機器	IoTシステム 評価環境
評価	各種計測器	Wi-SUN 評価環境
環境	大型電波暗室 実験室	ソフトウェア 無線機

環境提供

### 共同型研究開発



- 技術課題① 日新システムズ+京大  
技術課題② 京大+福岡大+ATR  
技術課題③ 京大+日立国際電気  
技術課題④ ATR+同志社大  
技術課題⑤ WaveArrays+神戸大

助言等

### メンターの配置

専門分野



- 電波行政
- 電波伝搬
- 自律分散ネットワーク
- マイクロ波回路
- 半導体設計
- アレーアンテナ
- ネットワーク
- 衛星・コクニティブ
- EMC
- システムエンジニアリング
- 国際標準化
- 技術の目利き

## 研究開発の概要

- 住宅が密集した地域でのIoT機器利用や設置後に周辺環境が変化する環境でも安定動作するように、大容量高密度環境においても高い接続率で通信できるマルチホップ無線IoT規格を研究開発、国際標準化
- 研究開発、標準化した大規模高密度マルチホップ無線IoTシステムを搭載したIoTゲートウェイ機器および社会実装用センシングデータ取得基盤を開発し、Society 5.0が想定するサービスに展開、社会実装



### ● 国際標準無線通信規格のWi-SUN FAN 1.0

Wi-SUN FAN(Field Area Network)は、国際標準無線規格として図1に示すとおりオープンな仕様にて構成されている。既存のLPWA (Low Power Wide Area) 無線通信では成し得なかったインターネット標準であるIPv6通信を採用しており、**末端のデバイスからクラウドまで一貫した通信が可能**なため、既存のインターネットアプリケーションとの高い親和性を特長に持つ。本研究開発では、研究成果から**仕様の提案、国際標準化**での採択まで進め、実装を行っている。

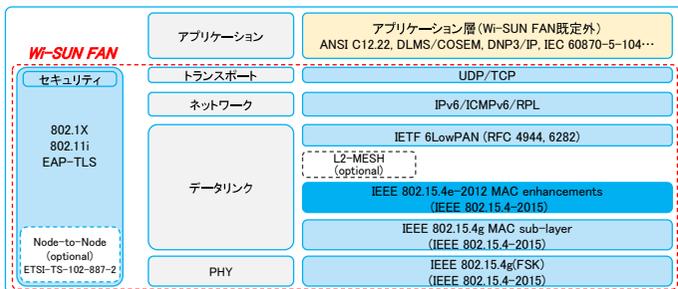


図1 Wi-SUN FANの構成

### ● 大規模高信頼・高可用性無線ネットワーク

図2はWi-SUN FANで構築可能な構成例を示している。数十台の規模のセンサネットワークから1,000台規模のPAN(Personal Area Network)に分割して構成する事により、**数千万台規模の大都市全体をカバー**できる能力を備えている。本研究開発では、標準のIETF RPLルーティングプロトコルの実装・評価から、**より高い信頼性と可用性を実現**できるように改善を行っている。

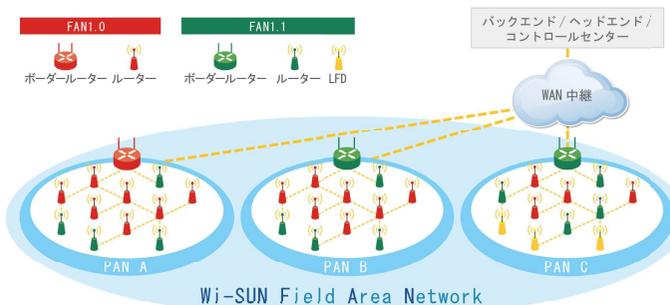


図2 大規模無線ネットワーク

### ● 柔軟なネットワーク

Wi-SUN FANのマルチホップ・メッシュネットワークにより広範囲をカバーするだけでなく、図3に示すよう**LTEや5G、Beyond 5Gと組合せた利用**においても、IPv6通信により構成や**繋ぎ目を意識する事なく柔軟なシステムを構成**できる。本研究開発では、システム利用へ向けた実装と評価を進めている。



図3 柔軟なネットワーク構成

図4 Wi-SUN FAN1.0製品

### ● Wi-SUN FAN製品化の達成

Wi-SUN FAN 1.0において、図4に示す**製品化を達成**、既に国内外において広く販売している。Wi-SUN FANゲートウェイはBluetooth、Wi-Fi、USBを具備しさまざまなセンシング、制御を行える。USB給電型無線機は名刺ほどのコンパクトなサイズでそのまま製品に組み込んで活用することが可能となっている。

### ● マルチベンダによる仕様策定と開発実装

表1に示すとおりWi-SUN FANプロトコルスタックは国際標準としての仕様策定から多くのベンダ・団体にて推進しており、Wi-SUN FANの物理層に対応した無線チップを提供する多くの半導体ベンダとも連携して進めている。多くの開発ベンダと無線チップが対応しているため、単一社の実装とは異なり将来的なリスクを軽減し、**長年に安心して利用可能な無線通信**であると共に、市場の活性化をもたらし、利用者の選択肢が増えることで独占による不利益を排除している。

Wi-SUN FAN (IEEE802.15.4標準) 開発ベンダ	Wi-SUN (IEEE802.15.4g標準) チップベンダ
ARM, Cisco, Exegin, Itron, Landis+Gyr, Renesas, Silicon Labs, Texas Instruments, Vertexcom, 京都大学+日新システムズ	Analog Devices, Lapis Semiconductor, Microchip, Renesas, Silicon Labs, Texas Instruments, Vertexcom

表1 マルチベンダ対応のWi-SUN FAN

### ● 次の時代を見据えたWi-SUN FAN1.1仕様

現在仕様策定中のWi-SUN FAN1.1では、これまでのFAN1.0の**後方互換性を保ちつつ更なる機能拡張と改善**を行っている。主な機能は以下のとおり:

- ・ 低消費電力化による末端デバイスの20年電池駆動(開発中)
- ・ OFDMによる通信レートの高速度~1.2Mbps
- ・ 通信レートと変調方式のネゴシエーションによるマルチデータレート
- ・ 日本を含む南米、欧州、豪州など各国対応のPHY仕様



図5 共同検針と付加IoTサービス



図6 大規模検証テストベッド

### ● 大規模ネットワーク評価と社会実装

PANあたり**1,000台規模の無線ネットワークの検証・評価**のためのテストベッドを構築。図5は100台の構成となるが、既に500台システムを構築して安定通信の確認を行っており、1,000台での高密度・高接続率の安定化通信の実現を目指している。また、本研究開発では、社会通信インフラとしてのWi-SUN FAN整備だけでなく、実際に大規模のネットワークを構築して**生活の質を向上する社会実装**を目指す。

## 研究開発の概要

- 無線通信で一般的に不可能な通信品質の要因解析を、これまで記録・共有していなかった送受信区間、チャンネル状態情報などを「冗長検査情報」として収集
- 通信品質要因解析結果に基づく高効率無線パラメータ設定・アクセス制御により通信品質向上を実現

### 従来の通信システムの課題

通信失敗の原因が正確には把握できない。

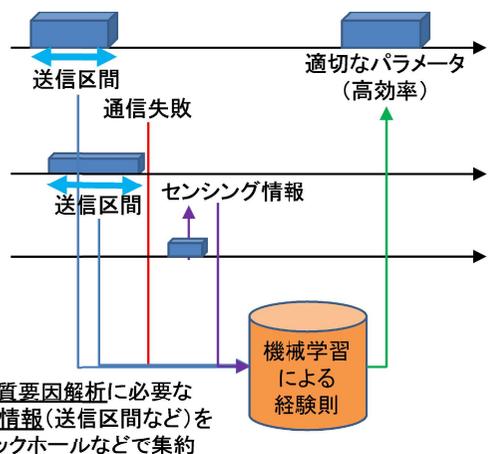
→ 安全寄りの通信パラメータを選択するため (特に混雑時に) 通信効率が低下してしまう。



### 考案技術

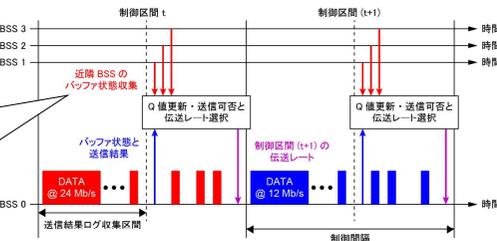
従来では制御に使用されていなかった周辺ノードの送信期間などの「冗長検査情報」を収集し、機械学習を活用して分析

→ 様々なパラメータを制御して通信品質を向上



### 冗長検査情報に基づくアクセス制御

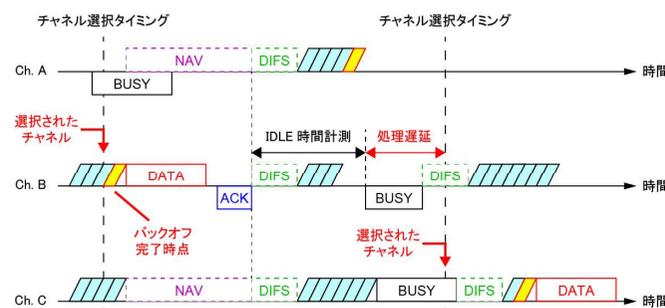
BSRを用いた冗長検査情報取得の実現



IEEE 802.11axで新たに規定されたBSR (buffer status report)を活用して実現

ATR電波暗室における実証実験を年度内に実施

### 無線チャンネルの空き時間を考慮したチャンネル選択



IEEE 802.11beで規定された複数チャンネル利用フレームワークを活用

「伝送データ量」「送信後のIDLE時間」「送信完了までの待機時間」を考慮し効率的なリソース利用となるよう送信チャンネルを選択する方式を考案

### チャンネル状態情報



### 今後の展開

IEEE 802.11 無線 LAN をベースに装置試作を実施

- 冗長検査情報取得装置 (試作中)
- 無線通信装置 (来年度試作予定)

→ 実証実験を通じて考案技術の機能検証・有効性評価を実施予定

# 広域系WRANを用いた高能率周波数共用システムの研究開発

水谷圭一<sup>1</sup>, 原田博司<sup>1</sup>, 石崎雅之<sup>2</sup>, 山本清志<sup>2</sup>, 浅野勝洋<sup>2</sup> <sup>1</sup>京都大学, <sup>2</sup>日立国際電気

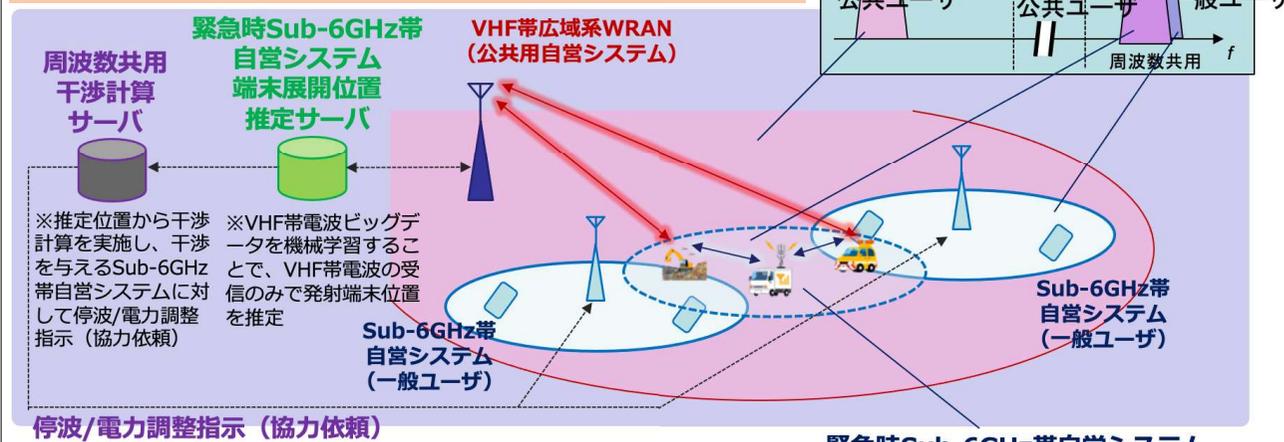
## 研究開発の概要

- 公共機関において現在配備が進められているARIB STD-T103/T119規格準拠VHF帯ブロードバンド移動通信システム (広域系WRAN)を用いて測定するVHF帯電波ビッグデータ<sup>\*</sup>と機械学習を用いた**端末位置推定技術**を確立し、位置不明端末との高効率な周波数共用を目指す。

**※電波ビッグデータ:** 受信電力や遅延プロファイルなど、各通信における膨大かつ様々な電波の特徴量データ、及びそれに付随する関連データ

## 提案システム概要

- 緊急時、VHF帯広域系WRANの帯域が不足する可能性
- 他周波数帯を周波数共用で追加利用することを想定



## 位置推定結果

推定された区画

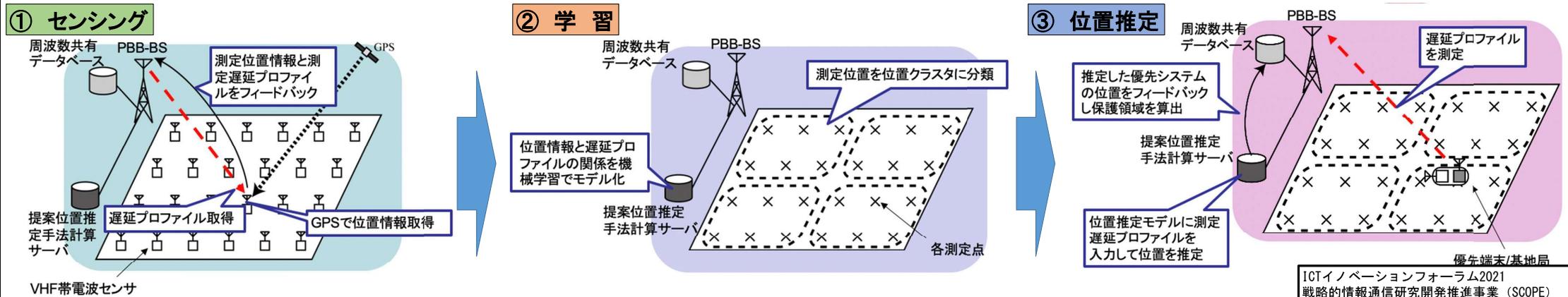
	1	4	8	12
1	47	0	0	0
4	2	37	0	0
8	0	3	85	0
12	0	0	2	32

正答率: 0.966 F値: 0.964

テストデータの時系列特徴を利用した機械学習後処理技術により、推定誤りを低減し、**正答率95%以上を達成**



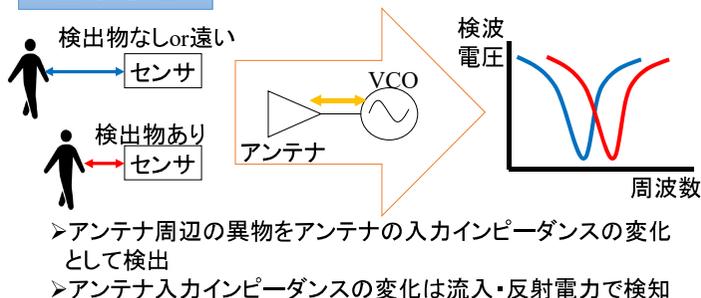
## 提案位置推定手法



## 研究開発の概要

- 電波をセンシング技術へ応用した, アンテナの特性を用いた「入力インピーダンス検知方式」を研究
- 赤外線方式やレーダー方式に比べ製造コストを抑えることが可能
- 試作検知回路を作成し, 人物の検知や搬送される紙の重送検知が可能なることを確認

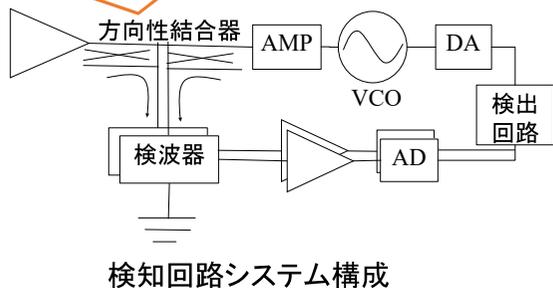
### 基本原理



### 特徴

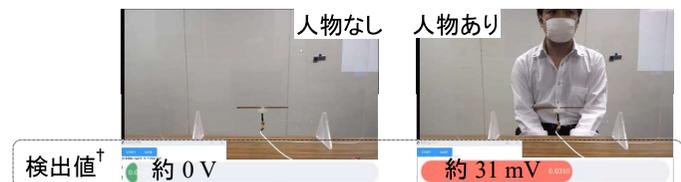
- 従来の非接触の近接センサである誘導方式、静電容量方式、磁気方式、カメラ方式、赤外線方式、レーダー方式とは異なる物理現象を利用する方式であるため、それらのセンサを補完する使い方が可能
- 赤外線方式のような赤外線の透過用の窓を必要とせず、またレーダー方式と異なりセンサ回路がシンプルであるため、製造コストを抑えることが可能

入力インピーダンスの変化を入力電力と反射電力で測定



### 人感センサ応用

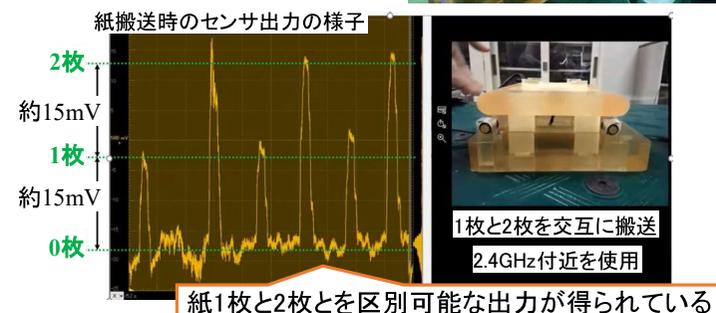
提案方式を用い、実用を想定してアプリケーションで評価  
 →人物検知が可能なることを実験的に確認



†検出値: 人物がない場合の反射検出電圧との差電圧の絶対値  
 左(人物なし)は検出値が小さいが、右(人物あり)では検出値が大きく、人物の有無に反応することが確認できる

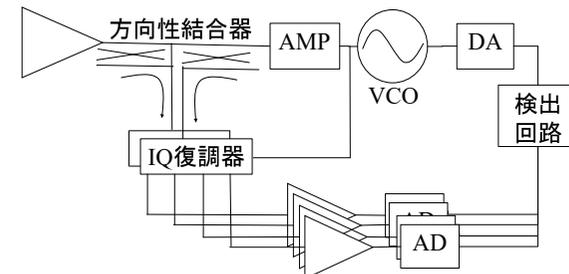
### 紙検知応用

提案方式を用い、搬送される紙の重送検知(紙が1枚かそれ以上の枚数かを検知)が可能かを検討  
 →試作した紙の搬送系において、重送が検知できることを確認



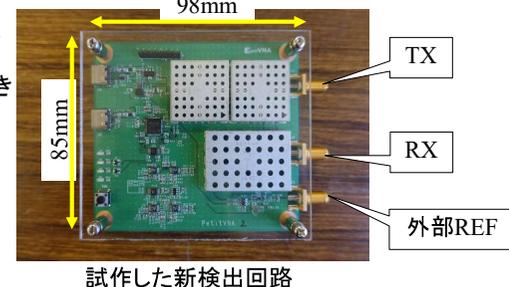
### 検出方法・回路改良

これまで、振幅のみを取得していたが、振幅に加え位相も取得することで、検知性能を上げることを検討中



新しい検出方法に対応した新検出回路のシステム構成

VNA (Vector Network Analyzer) への応用も考慮し、S21も測定できる回路を実現



### 今後の展開

- 新しい検出方法における検出性能に関する検討や、新しい検出回路の性能評価
- 様々な実アプリケーションでの評価を進める
- 知財を固め、関連する製品のある企業への提案

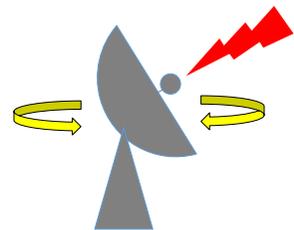
# 三次元全方位走査フェイズド・アレイ・レーダーの研究開発

賀谷信幸<sup>1</sup>, 三宅洋平<sup>2</sup>, 仁田功一<sup>2</sup> <sup>1</sup>WaveArrays株式会社, <sup>2</sup>神戸大学

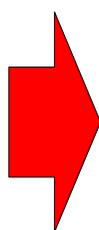
## 研究開発の概要

全方位走査可能な三次元フェイズド・アレイ・アンテナをレーダーに組込むことにより、全方位からのエコー波を瞬時に測定可能なレーダーに進化させる。レーダー波の周波数をS、XとKバンドと広い周波数範囲に拡張することにより、広い分野に適応したレーダーを開発し、いろいろな応用に適したレーダーを開発する。

### 低速 従来のレーダー



機械式なため低速回転で時間分解能が悪い



### 三次元全方位走査フェイズド・アレイ・アンテナ



全方位からの信号を同時受信可能な三次元全方位フェイズド・アレイ・アンテナと、2次元および3次元に送信可能なレーダー送信機の組合せによる超高速レーダーの実現

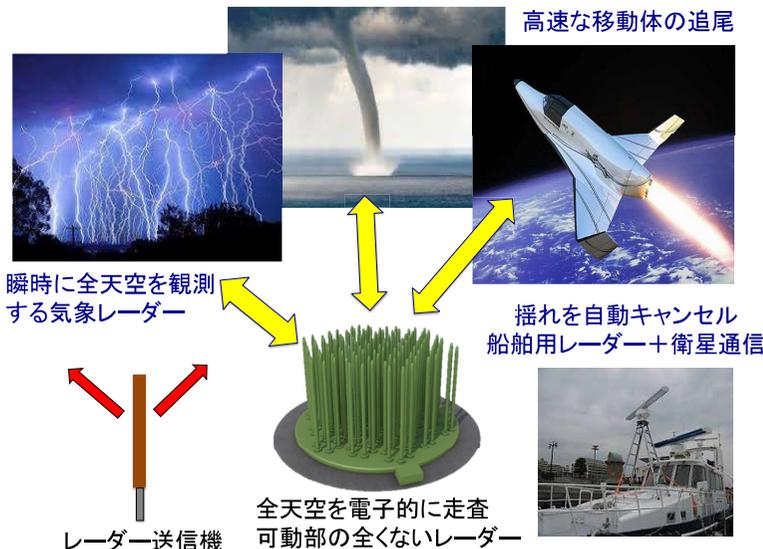


気象フェイズド・アレイ・レーダー

### 平面から立体構造に

### 超高速

### 三次元全方位走査フェイズド・アレイ・レーダー



### 新技術の特徴

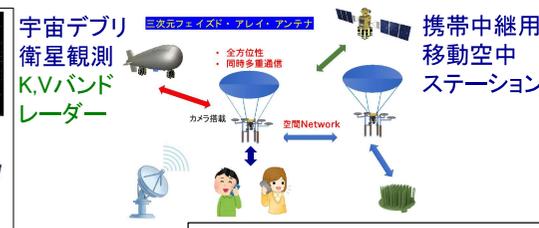
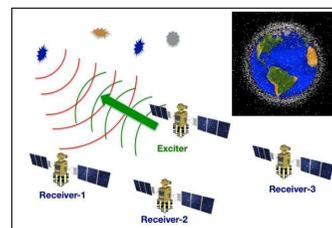
- フェイズド・アレイ・アンテナ  
電子式超高速ビーム走査、パラボラ・アンテナは機械式走査
- デジタル・ビーム・フォーミング  
受信後のデータ解析による複数衛星の同時受信
- レトロディレクティブ・アンテナ  
受信方向に自動的なビーム制御による自動追尾
- 高速データ処理  
シングルピクセルイメージングの原理を利用したフェーズドアレイ計測
- 多数の応用の可能性  
通信、レーダー、エネルギー送電用などの可動式アンテナの代替

- 衛星受信・搭載用フェイズド・アレイ・アンテナ
- 成層圏中継用フェイズド・アレイ・アンテナ
- 可搬型フェイズド・アレイ・アンテナ

- カナダNRCAN、ヨーロッパ宇宙局、Strachclyde 大学
- カナダColumbiad社
- JAXA宇宙科学研究所



衛星受信アンテナを世界中に設置  
Global Internet Service



ポスター番号

P-019

# 自治体による観光情報発信支援のためのサイバーフィジカルデータ解析プラットフォームに関する研究開発 長谷山美紀、小川貴弘、高橋翔、前田圭介、藤後廉(国立大学法人 北海道大学)

## 本研究開発の目的

### ● 社会的・経済的現状や背景、社会的なニーズ

各地方自治体では、観光客に対してどのような情報を発信すべきかが重要な課題

- 必要とされる技術: - 地方自治体の居住者や観光客から、観光地に対する興味を推定する技術  
- 各自治体が観光客に対して何を発信すべきかを明らかにできる技術

- 目的1. 地方自治体の居住者や観光客から、観光地への興味を推定する技術を実現  
目的2. 他の自治体も含めた観光地全体の極めて広範なデータ解析技術を実現  
目的3. 各自治体が観光客に対して何を発信すべきかを明らかにする技術を実現

### ● 目的を達成するために解決すべき課題

- 課題1: 利用者が観光コンテンツを閲覧する際に、どのような情報に興味を有しているかを正確に推定可能とするフィジカルデータ解析技術の構築が必要  
課題2: フィジカルデータ解析によって明らかとなる利用者の注目する情報と、サイバー空間に存在する多様な種類のデータを互いに比較しながら、発信すべき情報を推定する技術の構築が必要  
課題3: PCやタブレット、スマートフォン等から利用者の観光コンテンツに対する閲覧履歴や視聴動作を取得できるプラットフォームの構築が必要



### ● 実施項目

- 【フェーズ1】: ヒューマンセントリック・フィジカルデータ解析**  
→ 利用者の観光に関する閲覧履歴や視聴動作を収集・解析
- 【フェーズ2】: サイバーフィジカル・マルチレイヤーグラフに基づく観光情報発信支援**  
→ 自治体が発信すべき観光情報を推定
- 【フェーズ3】: 社会実装を実現するプラットフォーム構築**  
→ PCやタブレット、スマートフォン等でアクセス可能なシステムを構築

## 研究開発の内容及び成果

### 【フェーズ1】

- 札幌市のデジタルサイネージ空間において、利用者から視聴動作データを取得
- 利用者が注目している情報の推定および利用者が望むコンテンツを推薦可能とする手法を構築
- **観光情報推薦システムKANADE-ICS** (Knowledge and AwareNess for Advanced DiscovEry - Interactive Communication Style)を構築

### 【フェーズ2】

- サイバーフィジカル・マルチレイヤーグラフ解析技術を利用可能な自治体があるため、本技術を観光情報推薦システムKANADE-ICSに導入・自治体が発信すべき観光情報の推定を実現
- 本システムの基盤技術である「高速演算が可能な深層学習手法」の横展開により、新たな産学連携の共同研究を実施
- 本研究開発における観光コンテンツを実際の店舗商品に置き換えることで、顧客の商品に対する興味を明らかにする技術を構築

### 【フェーズ3】

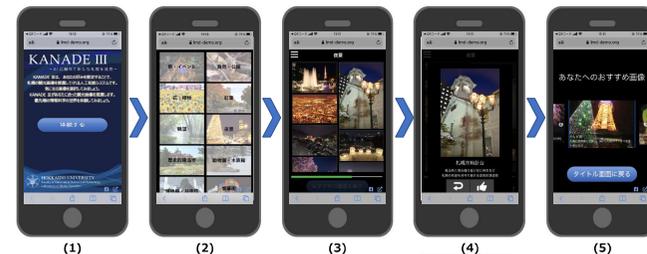
- PCやスマートフォン等の一般端末上で動作可能なシステムを構築
- 全国どこからでもオンラインアクセス可能な観光情報推薦システム**KANADE-III** (Knowledge and AwareNess for Advanced DiscovEry - Immersive and Interactive Interface)を構築し全世界へ公開
- 札幌市経済観光局産業振興部との連携・札幌市以外の自治体の観光コンテンツを導入



ワークステーション群  
利用者のセンシング機能を備えた観光情報推薦システム



札幌駅前通地下歩行空間 北二条広場  
KANADE-ICS展示によるデータ収集を目的とした実証実験の様子



- 観光情報推薦システム KANADE-III (スマートフォン版)**
- (1) 開始画面
  - (2) カテゴリ選択画面
  - (3) 観光コンテンツ選択画面
  - (4) 観光コンテンツ説明画面
  - (5) 推薦画面



# Beyond 5Gに向けたグラフェンを用いた低環境負荷な超高周波トランジスタ研究開発

吹留博一<sup>1</sup>, 渡邊一世<sup>2</sup>, <sup>1</sup>東北大学電気通信研究所, <sup>2</sup>情報通信研究機構

## 背景: 存亡の機



環境負荷・ウイルス感染を抑制しつつ  
社会経済活動を活発化させる方策が不可欠

## 本研究の概要 (1/4)

### ■ デバイス用基板へのウエハスケール製造プロセス

従来は、 大面積かつ高品質化は困難だった

商用化への目安である4インチまでの大面積化に成功

グラフェン/  
SiC薄膜/Si基板



グラフェン/SiC基板



グラフェン/  
SiC薄膜/poly-SiC



## 本研究の概要 (4/4)

Sパラメータ  
測定

オンウェハDC・  
Sパラメータ測定



超高周波トランジスタ  
開発には高周波計測  
技術の開発も不可欠

Beyond 5Gを実現する  
デバイス・モジュール・機器の  
ミリ波~THz帯性能評価テストベンチ



出力特性測定

アンテナ放射  
パターン測定

一部の技術開発は総務省「電波  
資源拡大のための研究開発  
(JPJ000254)」により実施された。

## 背景: Beyond 5G × THzデバイス

現在の無線通信技術では... ▶ タイムラグ(遅延)が生じる  
⇒ **低遅延化**が必要



低環境負荷材料の使用 → 5Gを超えた“Beyond 5G”への期待  
を前提とした  
**超低遅延・大容量**  
無線通信技術が必要  
↑  
THz (=1,000 GHz) 帯  
= 新たな電波資源の開拓

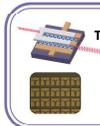
## 本研究の概要 (2/4)

### ■ 廉価な超高品質ウエハスケール製造法を創出!

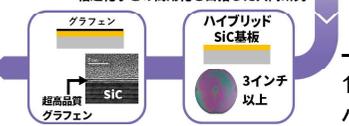
コストの大幅削減  
THz帯動作

Beyond 5Gデバイス  
新規製造法の創出

Nanomaterials 11  
(2021) 392



世界最大のSiウエハメーカーである  
信越化学との商用化を目指した共同研究



一枚のバルク基板から  
100枚以上の  
ハイブリッド基板

報道発表:

<http://www.tohoku.ac.jp/japanese/2021/02/press20210204-02-beyond.html>

## 今後の展開

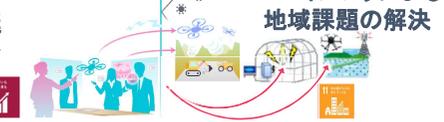
### 地域課題解決に向けたBeyond 5G要素技術開発

低環境負荷でTHz帯動作する  
Beyond 5G 超高速トランジスタ



超多素子  
アンテナの  
超小型化  
<1 mm<sup>2</sup>

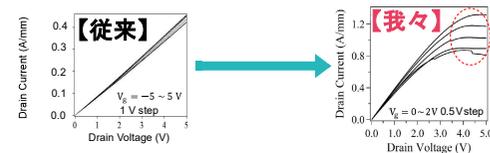
高臨場・超低遅延  
コミュニケーション  
の実現



## 背景: 喫緊の課題 THz帯動作トランジスタ

## 本研究の概要 (3/4)

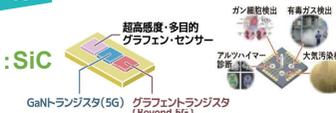
グラフェンを用いた超高周波トランジスタを  
産官学連携で開発する



## 出口像

5G+Beyond 5G  
対応通信・センサー  
混載回路

共通基板: SiC



## 問い合わせ先

吹留博一  
東北大学電気通信研究所  
〒980-8577 宮城県仙台市青葉区片平2-1-1  
Society 5.0  
電話番号: 022-217-5484  
電子メール: [fukidome@riec.tohoku.ac.jp](mailto:fukidome@riec.tohoku.ac.jp)

ICTイノベーションフォーラム2021  
戦略的情報通信研究開発推進事業 (SCOPE)

既存の材料  
InGaAs

THz(>300 GHz)帯で実際に動作  
※希少(In)・有害(As)な元素を使用

低環境負荷

炭素からなる二次元結晶

トランジスタが~1 THzで動作し得る

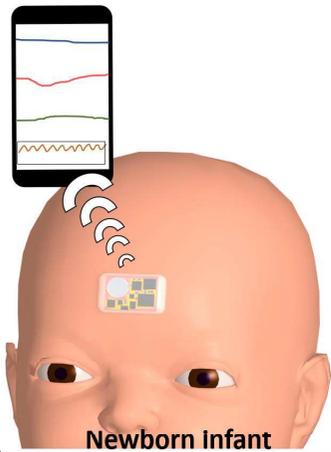
- 優れた物性(例: Siの100倍のキャリア移動度)
- 短チャネル効果の抑制: グラフェンの超極薄さ

理論性能



概要

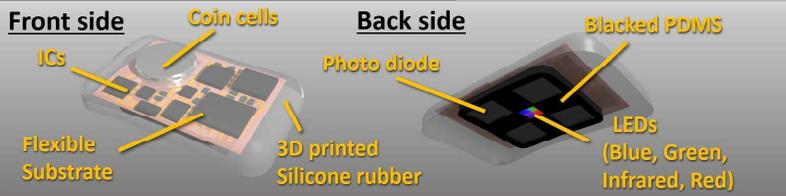
本研究では、新生児の額から黄疸、心拍数、SpO<sub>2</sub>の3つのバイタルサインをモニタリングできるウェアラブルデバイスを作製した。青、緑、赤、赤外の4色の光を新生児の額に照射し、その反射光の強さから3つのバイタルサインの値を求める。このデバイスを用いて生後0~5日の新生児に対して臨床試験を行った。



Newborn infant

計測するバイタルサイン

	黄疸	心拍数	SpO <sub>2</sub>
説明	血液中のビリルビン濃度が高くなった場合に生じる。重度の場合には、治療を行わなければ脳障害のリスクがある。治療の可否を判断するには、継続的なビリルビン濃度計測が必要である。	1分間に心臓が拍動した回数。新生児の体調を観察する上で重要なバイタルサインの一つである。	動脈血中のヘモグロビンの内、酸素と結合しているもののパーセンテージ。これも重要なバイタルサインの一つである。
現在の計測手段	・血液検査 ・ハンドヘルドによる非侵襲的計測方法の2つがある。	パルスオキシメーターを用いて計測される。手や足にセンサーが入ったテープを巻き付けて、ケーブルで装置に繋いで計測を行う。	
現在の計測方法における課題	計測における手間と頻繁に計測することができない点が課題である。	ケーブルが邪魔になる、手足を動かしている間は正確に計測できないという問題がある。	



臨床試験

1. 反射光強度

得られた反射光強度の一例である。赤と赤外光の反射光強度にみられる脈動による波の高さをSpO<sub>2</sub>計算に、波の周期を心拍数に用いる。青と緑の反射光強度をビリルビン濃度計算に用いる。

2. 計算式

これらの式を用いて、得られた反射光強度を元に、3つのバイタルサインの計算を行った。

$$R = \frac{\log_{10} AC_{Red}}{\log_{10} AC_{IR}}$$

Calibration curve

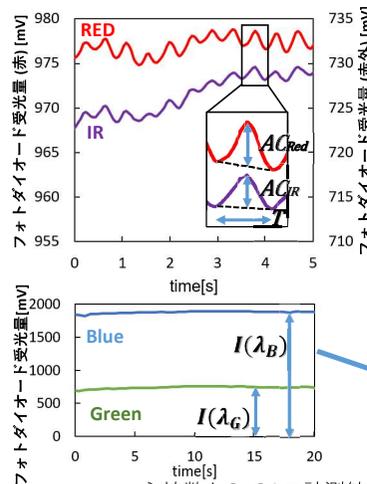
心拍数

$$HR = \frac{60}{T}$$

ビリルビン濃度

$$C[\text{mg/dl}] = D \cdot \log_{10} \left( F \cdot \frac{I(\lambda_B)^{1.95}}{I(\lambda_G)} \right)$$

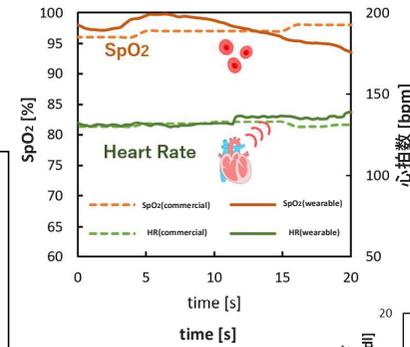
C: bilirubin concentration I(λ<sub>B</sub>): reflected blue light  
D, E: calibration constants I(λ<sub>G</sub>): reflected green light



結論

・心拍数とSpO<sub>2</sub>の計測結果は従来の装置と似たような結果は得られたが、SpO<sub>2</sub>に関して精度の向上が必要である。  
・ビリルビン濃度計測の結果では、血液検査による値との相関が確認できた。これにより、このウェアラブルモニターでビリルビン濃度の計測が可能であることが確かめられた。

3. 実験結果



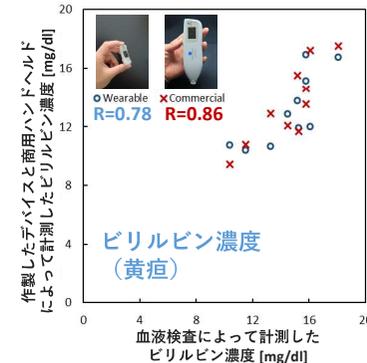
現在、医療現場で用いられている装置による計測結果との比較を行った。

実験結果 - 心拍数 & SpO<sub>2</sub>

従来の装置による計測と似たような結果が得られた。しかし、SpO<sub>2</sub>は変化の幅が大きく、精度の向上が必要である。

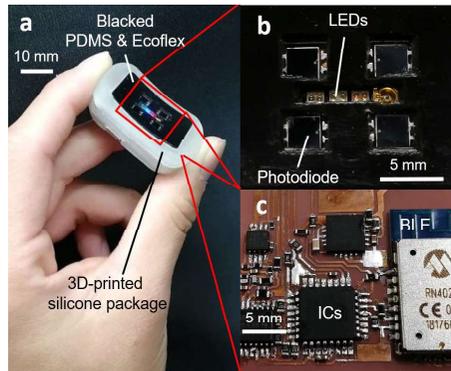
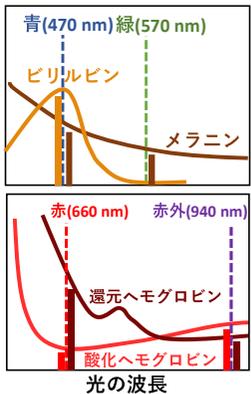
実験結果 - 黄疸

正確な計測が可能である血液検査の結果との比較を行い、相関があることが確かめられた。現在実用されている非侵襲的のハンドヘルド型計測器に近い結果が得られた。



計測原理

作製したデバイス



a. 作成したデバイス, b. センサー部, c. 回路部

・ビリルビン濃度 (黄疸)

青 (470 nm)・緑 (570 nm)  
ビリルビンは青色の光をよく吸収する。メラニンの影響を補正するために緑色の光を用いる。

・SpO<sub>2</sub>

赤 (660 nm)・赤外 (940 nm)  
赤と赤外の2色の光に対する酸化ヘモグロビンと還元ヘモグロビンの吸光度の比から計算する。

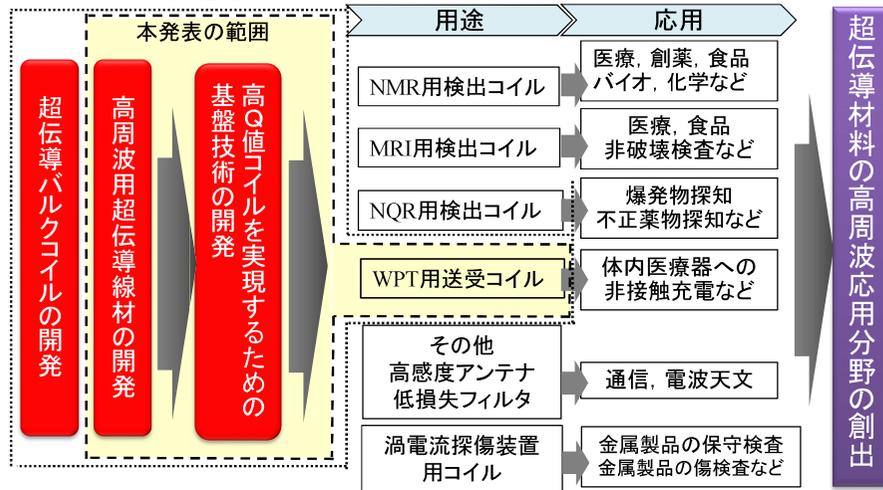
・心拍数

赤外 (940 nm)  
赤外光の反射光に見える脈動の周期から計算する。

本研究課題の内容と将来構想

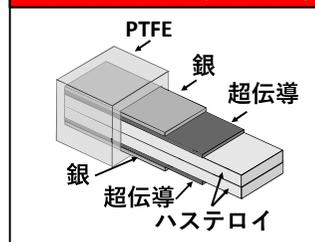
数10 KHz～数10MHzにおける超伝導体の応用はこれまでなかった

SCOPEの実施範囲



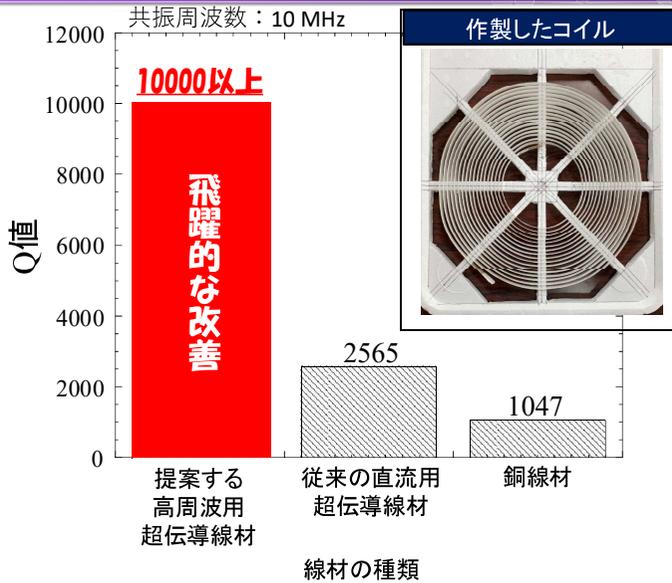
具体的な課題と目的

提案超伝導線材 (最終形状)

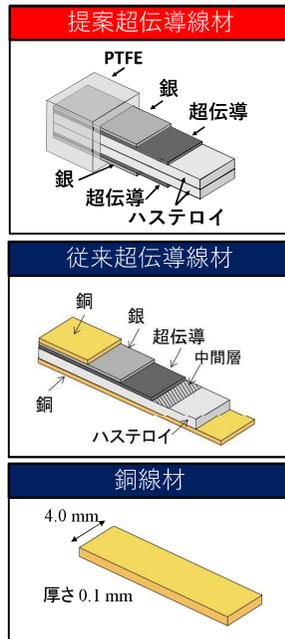


- ①銀の膜厚の最適化  
超伝導体は湿気や水分によって劣化するため銀保護膜が必要であるが高周波電流は表皮効果によって銀保護膜に流れ損失の原因となる  
銀保護膜の機能を待たせつつ表皮深さに対して十分に薄くする
- ②貼り合わせ技術開発  
現在の技術ではハステロイの両面に超伝導体を成膜する技術がない  
片面超伝導線材を貼り合わせて提案超伝導線材を実現する方法を開発する
- ③超伝導コイル支持材の材料と構造の検討  
超伝導コイル形状を維持するためには支持材が必要であるが、その影響を最小限に抑える材料と構造の検討が必要
- ④ワイヤレス電力伝送の送受電コイルに応用

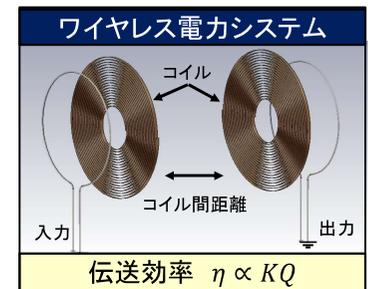
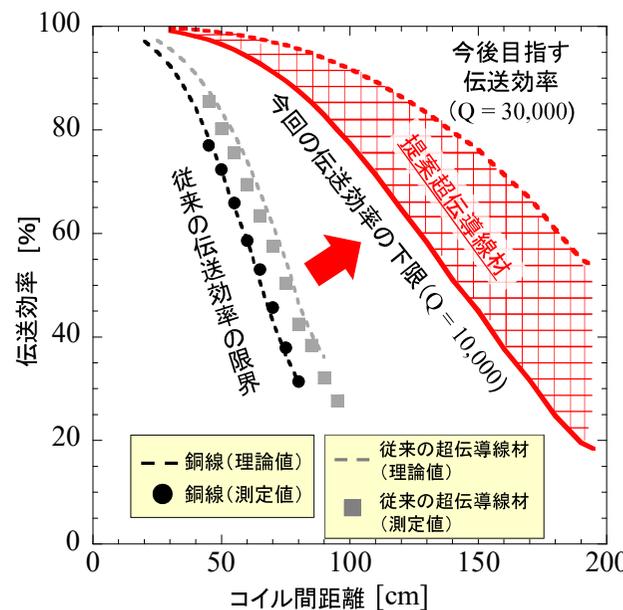
提案する超伝導線材を用いたコイルのQ値



従来技術では実現できない飛躍的に高いQ値を実現



各線材を用いたワイヤレス電力伝送の伝送効率



従来技術では実現できない遠距離・高効率ワイヤレス電力伝送の実現が期待できる

まとめ

- ・高周波で低損失を実現できる高周波用超伝導線材を開発した
- ・高周波用超伝導線材を用いたコイルは従来技術では実現できないQ値 (10,000) を実現した
- ・高周波用超伝導線材コイルを用いることでワイヤレス電力伝送の効率を飛躍的に改善した

# 眼球運動からのバイオシグナル収集技術

星野聖<sup>1</sup>, <sup>1</sup>筑波大学

本研究開発の目的は、ユーザの眼球運動を、周囲の光環境の影響を受けず、心理的負荷もなしに、眼球撮像カメラを任意の位置に置いて、高精度に測れるようにすることで、とくに、(1)どこを見ているか(視線推定)、および(2)めまいや気持ち悪さなどの体調不良およびその予兆の検出(眼球回旋運動計測)を可能にすることである。

目的達成のため、第一に、眼球白目の血管像を追跡して眼球回旋運動を計測する仕組みを基にして、さまざまな形状等の眼球血管像を持つユーザに対しても、また、外部光源の眼球表面への映り込みがあっても、テンプレート血管像を高精度かつ安定して追跡できる画像処理システムの構築を行った。評価実験の結果、補助光を使用しなくても、眼球白目血管像の個人差や、外部光源の眼球表面への映り込みの影響を除外しつつ、高精度な眼球回旋運動計測が実現できた。

第二に、眼球回旋運動計測と同じように、眼球のほぼ横に小型カメラを設置した場合でも、高精度の視線推定ができるキャリブレーション用注視点提示法の創出を目指した。評価実験の結果、推定誤差1.2度程度未満の、良好な視線推定が可能な6点キャリブレーション用注視点の提示位置と提示順を求めることができた。

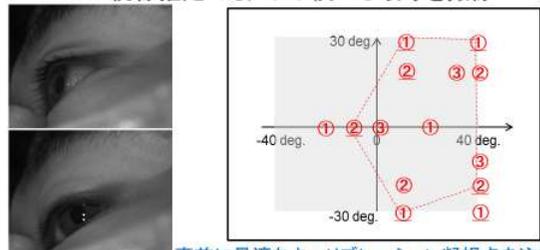
第三に、自動車運転時のように、重力加速度の大きさと向きが変化するような環境下で眼球回旋運動と視線の同時推定ができるような、ヒト一人を搭乗させられる台車ロボットを設計できた。自動走行酔い解析環境を創発した。

- ・眼球撮像用カメラを任意の位置に設置して
- ・眼球回旋運動と視線の両方を計測したい



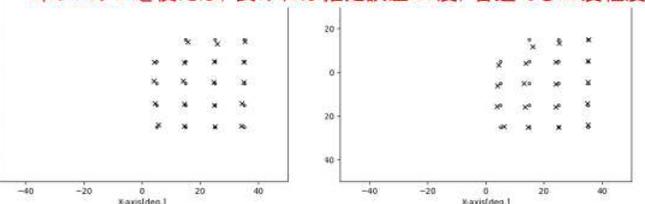
眼球撮像用カメラを設置するのに光学的な制約がある場合

視線推定でも、ほぼ横から眼球を撮像



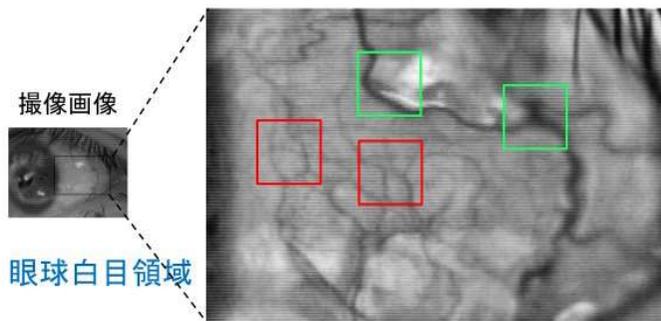
事前に最適なキャリブレーション凝視点を注視させれば!

本システムを使えば、良ければ推定誤差0.7度、普通でも1.2度程度

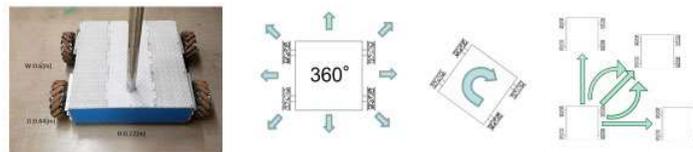


眼球撮像用カメラが光軸上になくても(ほぼ横にあっても)眼球回旋運動を測れるようにする

しかも、太くて、色が濃くて、特徴的な形の血管部分を自動的に選ぶ



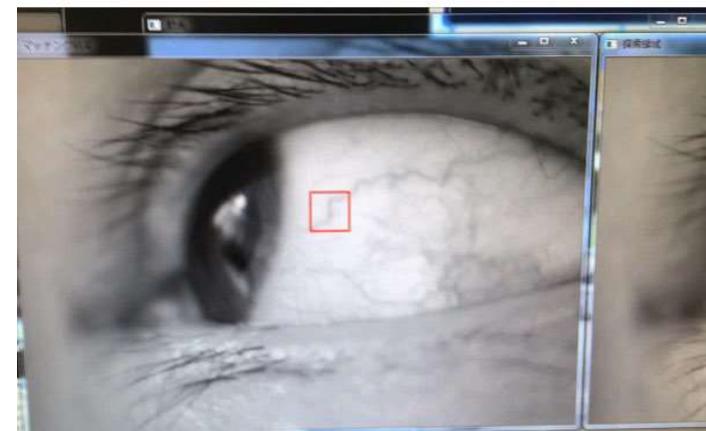
自動走行酔いにおける加速度刺激、頭部と体躯の動き、眼球運動の関連性検討を行うための安全な移動機械



移動速度はヒトの歩行速度と同程度(1.28m/s)。ヒトのように急発進・急停止・旋回はできない。

7個の旋回軸を持つため、四輪自動車のような前進・後退・回転に加えて、車体の向きを一定にしたまま全方向移動や旋回のような多様な動きができる。

「階段状」の血管端を追跡している例 (被験者: HSN)



# マイクロ波帯酸化ガリウムトランジスタの研究開発

東脇 正高, 上村 崇史, 大槻 匠 情報通信研究機構

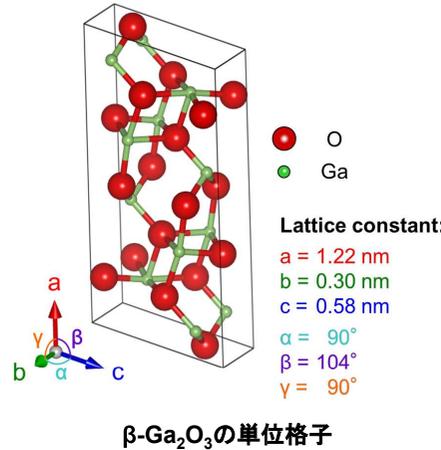
これまで酸化ガリウム ( $\text{Ga}_2\text{O}_3$ ) トランジスタは、パワーデバイス用途が知られており、無線通信用途の研究開発はほとんど行われていませんでした。しかし、 $\text{Ga}_2\text{O}_3$  トランジスタは、材料特性上、高温、放射線、腐食などに対して高い耐性を持つことから、従来の半導体デバイスでは著しい性能劣化のために継続的な使用が難しかった、極限環境下での無線通信機器への応用が期待されます。

無線通信では、実用周波数に対して少なくとも2-3倍の最大発振周波数が必要です。本SCOPE事業においては、電流利得遮断周波数 ( $f_T$ ) 9 GHz、最大発振周波数 ( $f_{max}$ ) 27 GHz を達成し、無線通信に広く用いられる1-10 GHz程度の周波数帯で、 $\text{Ga}_2\text{O}_3$  トランジスタが利用可能であることを世界で初めて実証しました。本成果は、極限環境に留まらず、宇宙、地下資源探査など、半導体デバイス未踏領域での高度な情報通信技術の実現へ向けた大きな一歩になると考えられます。

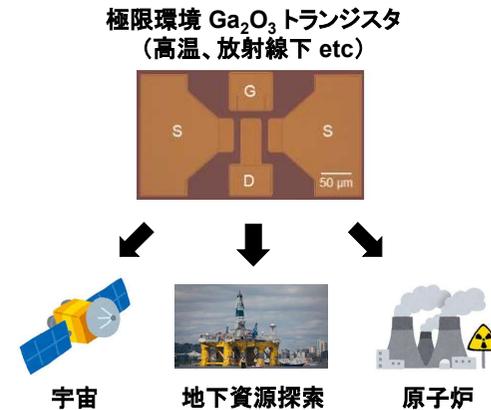
## 新酸化物半導体 酸化ガリウム ( $\text{Ga}_2\text{O}_3$ ) とは？

### $\text{Ga}_2\text{O}_3$ の物性

- 結晶多形:  $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \epsilon, \kappa$
- 最安定結晶構造  $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$   
 $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ : 単斜晶系 $\beta$ ガリア構造
- 非常に大きなバンドギャップ  
 $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ : 4.5 eV  
 $\alpha\text{-Ga}_2\text{O}_3$ : 5.3 eV
- $n$ 型伝導性の制御  
 $n=10^{15}\sim 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ ,  $\rho=10^{-3}\sim 10^{12} \Omega\cdot\text{cm}$
- 十分なホール伝導性を有する $p\text{-Ga}_2\text{O}_3$ の欠如
- 小さな熱伝導性  
[010]方向: 0.27 W/cm $\cdot$ K, [100]方向: 0.11 W/cm $\cdot$ K



## $\text{Ga}_2\text{O}_3$ トランジスタの有望な応用分野 - 極限環境エレクトロニクス -

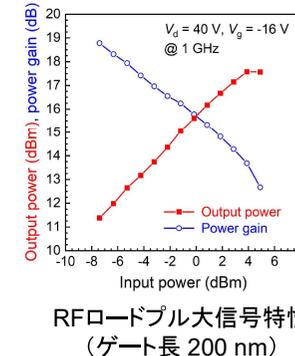
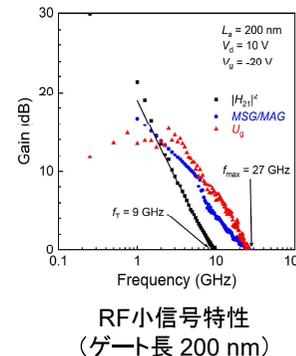
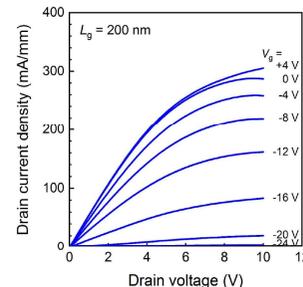
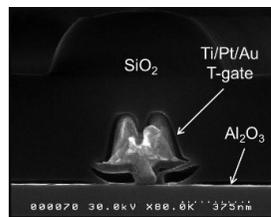
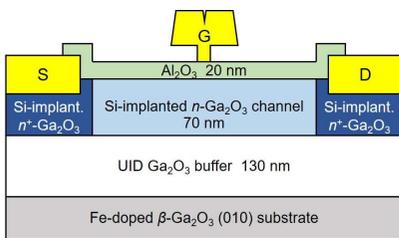


4.5 eV と非常に大きなバンドギャップ

- 高温安定動作
- 高い放射線耐性

$\text{Ga}_2\text{O}_3$  トランジスタは、パワーデバイスとしてだけでなく、極限環境デバイスとしても有望！

## R1-R3 SCOPE 主要成果: 無線通信用途向けマイクロ波帯 $\text{Ga}_2\text{O}_3$ トランジスタ



### 良好なDC, RFデバイス特性

- $I_{d,max} = 300 \text{ mA/mm}$
- $g_{m,max} = 17 \text{ mS/mm}$
- $f_T = 9 \text{ GHz}$
- $f_{max} = 27 \text{ GHz}$  (世界記録)

$\text{Ga}_2\text{O}_3$  トランジスタのマイクロ波帯応用への道筋を拓く！

# 「IoTハイブリッドセンサーネットワーク ワーク」および「高度センシング技術」による医療・介護支援システムの研究開発

戦略的情報通信研究開発推進事業 (SCOPE) 重点領域型研究開発【3年 枠】

松江英明<sup>1</sup>, 布房夫<sup>1</sup>, 山口一弘<sup>1</sup>, 古屋靖哲<sup>2</sup>, 井口敦司<sup>3</sup>, 柘植晃<sup>4</sup>

<sup>1</sup>公立諏訪東京理科大学 <sup>2</sup>キッセイコムテック (株) <sup>3</sup>アイデアシステム (株) <sup>4</sup>一般社団法人 WSN-ATEC

## 1 研究開発の目的

被介護者のプライバシーを尊重しつつ屋内においては人の生活の挙動や呼吸、心拍などのバイタルデータを集約・データ蓄積し、また、被介護者が外出時には位置情報センサー付き小型無線通信機を装着することで位置情報を通知するため、通信・ネットワーク技術とセンサー技術を複合させたIoT技術を開発することで施設利用者や従業員のサービスと業務条件を改善する医療・介護支援システムを実現する

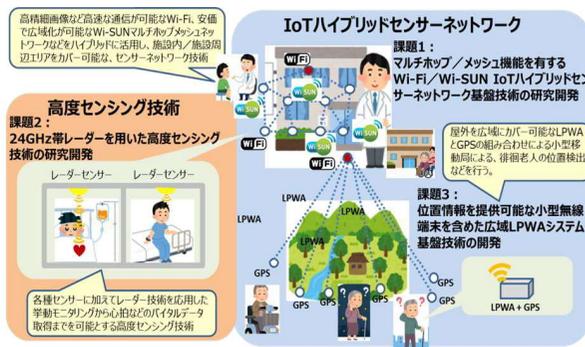


図1、本研究開発の全体概要

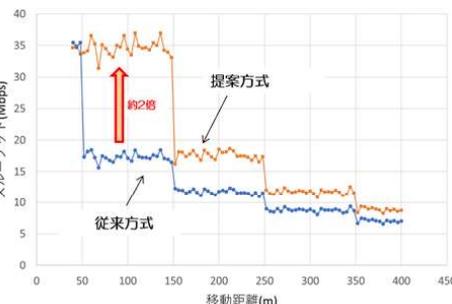


図2、Wi-Fiメッシュネットワークの特性

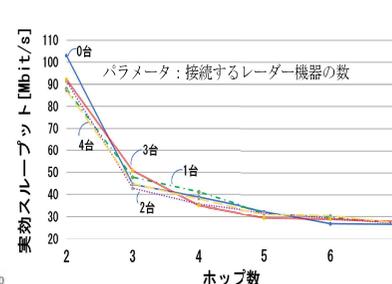


図3、Wi-Fiマルチホップネットワークの特性

中速 (数10kbps) のWSN方式としてWi-SUN FANICにより、施設周辺半径約400mを1ホップでカバー

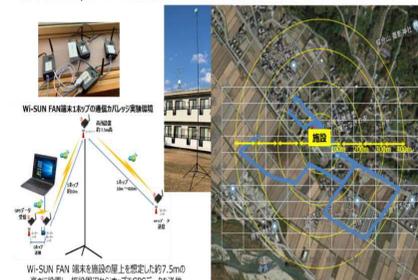


図4、Wi-SUNネットワークの特性

## 2 研究開発の内容及び成果

### 全体概要

研究目的を達成するため、課題1～課題3の3課題に対して研究開発を実施 (全体概要: 図1)

### 課題1: マルチホップメッシュ機能を持つWi-Fi/Wi-SUN IoTハイブリッドセンサーネットワーク基盤技術の研究開発

- Wi-Fiネットワークネットワークについて、トラフィックロードバランスを考慮した経路制御機能を提案、評価した結果、従来に比べてスループット45%、遅延時間35%改善 (図2)
- 構内でのWi-Fi 7ホップマルチホップネットワークを構築して伝送距離140m環境下において、接続するレーダー機器の数を変えた場合の過負荷試験において25Mbpsの高速ネットワーク環境を確認 (図3)
- Wi-SUNネットワークネットワークについて、400mの伝送距離、120万画素の静止画伝送が可能であることを示した (図4)

### 課題2: 高度センシング技術の研究開発

- 24GHz帯レーダー技術とWiFi5ホップマルチホップネットワーク (伝送距離 110m) の遠隔計測環境下 (図5) における呼吸計測について、計測距離2.3m~4m時で計測精度80%以上を実現 (図6)
- 心拍計測については、非遠隔環境計測環境において、計測精度80%以上を実現
- 人の生活挙動において、介護室内での10通りのパターンを想定しての検出精度を得るためにはLiDARの適用により平均認識率89.8%と目標値をほぼ達成 (図7、8)

### 課題3: 位置情報を提供可能な小型無線端末と広域LPWAシステム基盤技術の研究開発

- GPS付小型無線端末を開発して、従来に比べて14%小型化を実現 (図9)
- LPWAシステムのネットワークサーバ系についてデータの蓄積、可視化機能の優れたシステムを開発 (図9)
- 見通し内伝搬環境において、伝送距離10kmと広域伝送可能であることを示した

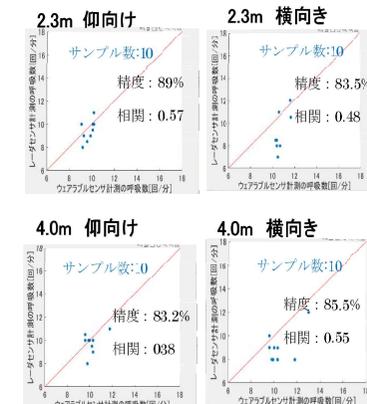


図6、呼吸計測結果

センサー設置条件を変えず、ミリ波レーダと同じ検察者行動パターンを計測し、LiDAR学習モデルを再構築した

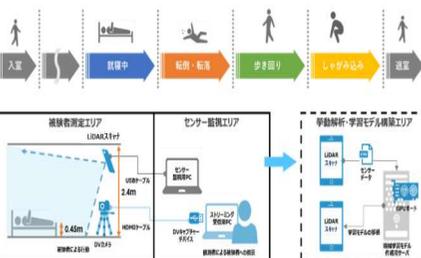


図7、挙動計測の概要

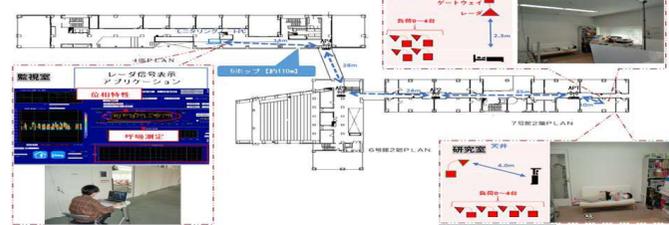


図5、呼吸の遠隔計測システムの構成  
10パターン x 被験者30人の計測データに基づくモデルでは、実用的な認識率を達成できた。

挙動	ベッド上					フロア				
	仰向け	横向け	上体起こし	立つ	座る	転倒	歩き回り	しゃがみ(左)	しゃがみ(右)	退室
認識率 (F値)	81.6	80.2	87.6	93.4	94.5	96.9	85.2	91.5	89.4	98.0

図8、挙動計測結果 平均認識率 : 89.8%

## 3 今後の研究開発成果の展開及び波及効果創出への取り組み

- 今年度令和2年度においては各組織内の設備を活用し、また、実験規模も実施可能なよう最低限に絞って、動作確認実験を行ってきた結果、課題1～課題3の3課題について技術的にはほぼクリア
- 今後、当初計画の規模にまで拡張した上で実際の介護施設において最終確認実験を実施する必要がある。さらには、介護室の大きさがこれまで以上に大きな室、室の数が多い、施設の広さが広いなど、規模の異なる施設への水平展開の可能性を検討

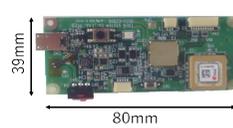
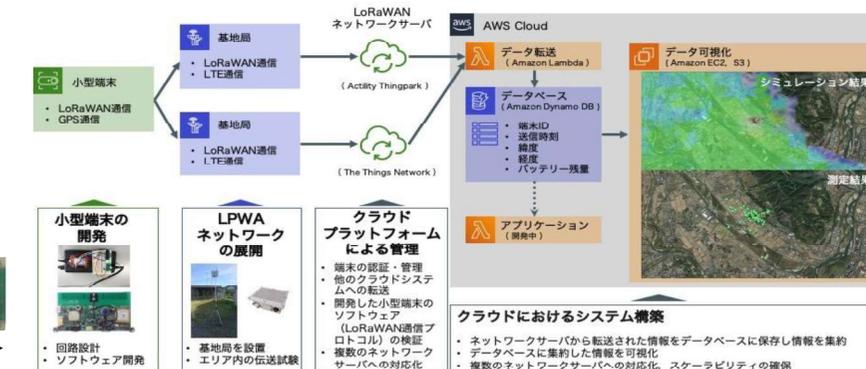


図9、GPS付小型無線端末およびLPWAシステムの開発



感染予防管理にIoT/BD/AIを活用し、WHOが推奨する手指衛生を遵守する研究開発

岩崎博道<sup>1</sup>, 出野義則<sup>2</sup>, 山下芳範<sup>1</sup>, 飛田征男<sup>1</sup>, 室井洋子<sup>1</sup>, 松山千夏<sup>1</sup>, 重見博子<sup>3</sup>

<sup>1</sup>福井大学, <sup>2</sup>(株)ケアコム, <sup>3</sup>京都府立医科大学

課題

- ・薬剤耐性菌の増加
- ・薬剤耐性（AMR）アクションプランを閣議決定し、抗菌薬の適正な使用の徹底
- ・院内感染（アウトブレイクを含む）の増加及び感染症患者の重症化
- ・感染予防対策の基本は手指衛生遵守。しかし、これが守れていない

目的

- ・医療従事者が手指衛生を遵守
- ・医療従事者の行動を可視化、伝播経路を遮断、環境汚染の防止
- ・院内感染の撲滅

方法

- ・IoTで医療従事者の屋内位置測定
- ・患者に接近・接触を把握
- ・IoTで手指衛生を検知、近傍に居た医療従事者が手指衛生
- ・3次元IoTとIoTで医療従事者の行動をAIが認識
- ・スマートフォンで行動ラベル付け
- ・WHOのガイドラインに則した手指衛生の評価
- ・評価結果を治療現場及び各医療従事者にフィードバック

結果

- ・医療従事者が、何処で、手指衛生の実施が判る
- ・医療従事者の訪室回数、滞在時間が判る
- ・医療従事者の入室時、退室時の手指衛生遵守が判る
- ・3次元IoTとIoTで医療従事者の行動をAIが認識できる
- ・WHOのガイドラインに則した手指衛生の評価ができる
- ・評価結果をリアルタイムにフィードバックできる
- ・フィードバックのホーン効果も手指衛生に有意に働く
- ・手指衛生が遵守されると環境も清潔になる
- ・職種で手指衛生の遵守状況が異なり、医者が低い
- ・医師が使用するPCのキーボードは汚染が激しい

考察

- ・IoT技術で手指衛生のモニタリングが可能
- ・IoTが感染制御に役立つ
- ・感染制御の作業負荷を減じて、正確なデータが得られる
- ・3次元IoTとIoTは医療従事者の行動認識に利用できる
- ・伝播経路の遮断が、水平伝播を防ぎ、感染爆発に至らない
- ・医療従事者の教育に利用できる
- ・院内感染の原因調査にモニタリングが利用できる
- ・医療従事者の働き方の可視化ができる



図2 病棟の消毒剤配置図



図3 ICUのモニタリング事例

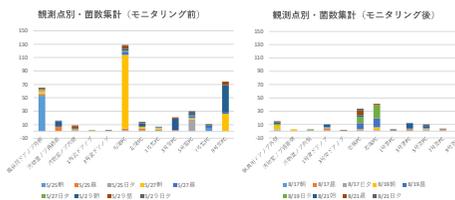


図5 環境汚染菌量比較

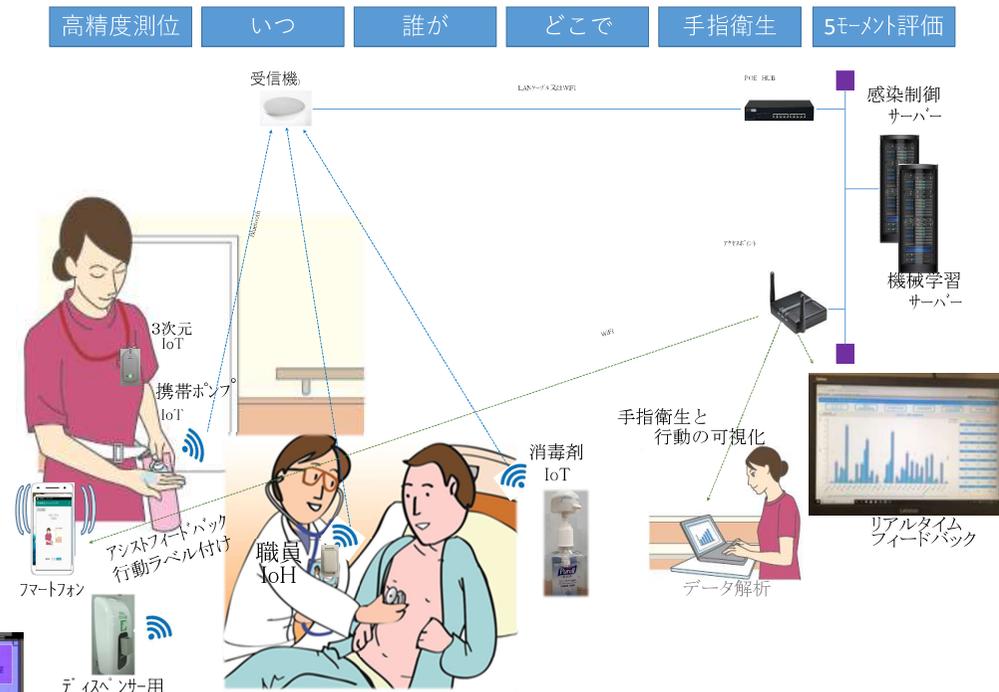


図1 手指衛生モニタリング機器構成

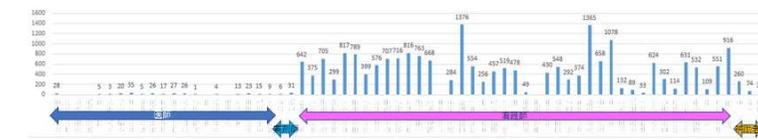


図4 個人別手指衛生の状況

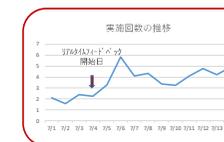


図6 フィードバック効果の評価

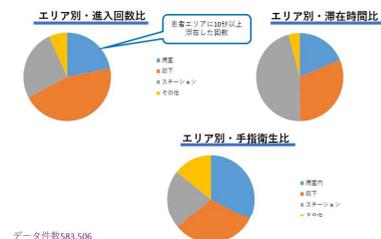


図7 エリア別分析結果

データ件数583,506  
66名（Dr22名、N640名）  
24病室48床  
延患者数1295名

# 無線-光信号変換素子を用いたセンサモジュールの研究開発

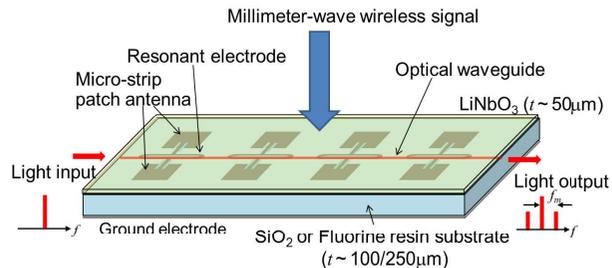
村田博司<sup>1</sup>, 塩見英久<sup>2</sup> <sup>1</sup>国立大学法人三重大学, <sup>2</sup>国立大学法人大阪大学

## 1. 研究開発の目的

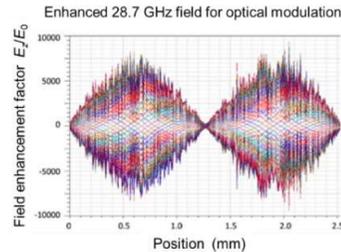
- ✓ 独自の技術に基づく「パッシブ無線-光変換技術(アンテナ電極光変調素子)」と「波長多重(WDM)光通信技術」の融合
- ✓ 「多数の無線セルの信号を光波長チャンネルに変換・格納して伝送する新技術」を開発、動作実証
- ✓ 実際の無線通信環境における環境評価フィールド試験を実施(大規模スタジアム、港湾)

## 2. 研究開発の内容及び成果

- ✓ 高性能28GHz帯無線-光変換素子の設計・試作・動作実験に成功、28GHz帯光電界センサとしては世界最高性能を実現



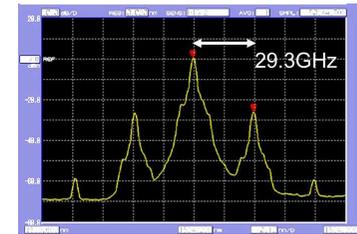
アンテナ電極光変調素子の基本構成  
(低誘電率ガラス基板上に電気光学結晶板を装荷)



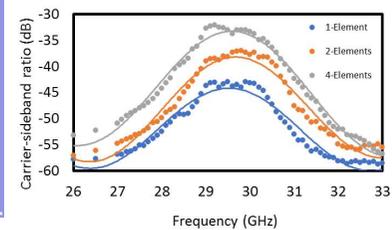
3次元電磁界シミュレーション  
による電界増強係数解析  
(約8000倍の電界増強を確認)



試作したアンテナ電極  
光変調素子  
(4素子リニアアレイアンテナ)



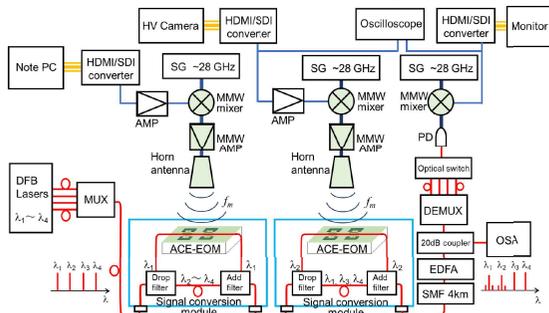
5G無線信号受信時の  
光スペクトラム  
(位相変調指数  $\Delta\theta=90$  mrad.)



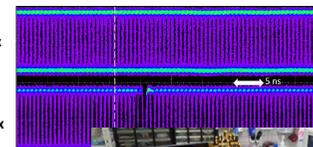
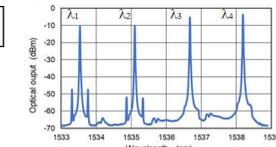
試作アンテナ電極光変調  
素子の周波数特性  
(1素子/2素子/4素子アレイ)

- ✓ WDMフィルタと無線-光信号変換素子を融合させたセンサモジュールを複数試作

- 28GHz帯データ信号(~2.5Gbps)受信・変換・伝送・復調に成功
- 複数チャンネルハイビジョン動画信号の光変換・リアルタイム伝送に成功



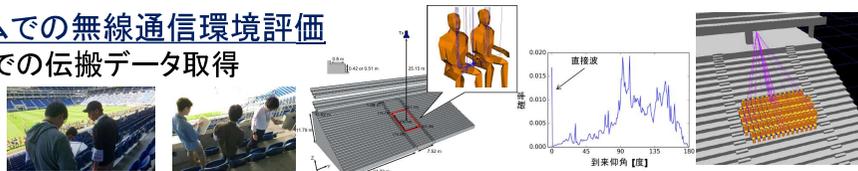
アンテナ電極光変調素子とWDMフィルタを用いた  
複数5G無線信号の同時受信・変換・伝送実験



ハイビジョンリアルタイム動画映像  
受信・伝送・復調結果

- ✓ 4万人収容サッカースタジアムでの無線通信環境評価

- 実際の大型スタジアム環境での伝搬データ取得
- 標準化レポート提出
- 光線解析シミュレーション



## 3. 研究開発成果の展開及び波及効果

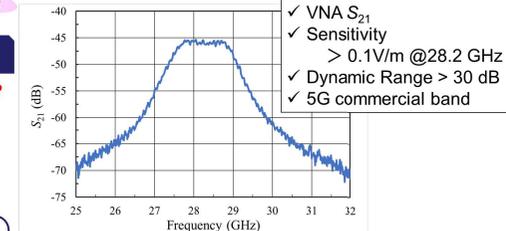
- ✓ 5Gアンテナ精密計測用光電界センサへの応用  
(民間企業との共同研究・センササンプル出荷)

SEIKOH GIKEN デモ機ご評価可能

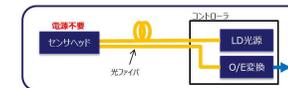
【28GHz帯】光電界センサ  
[28GHz Band] Optical E-Field Sensor

**非金属製×パッシブ×光**

その電界の本当の姿、気になりませんか?

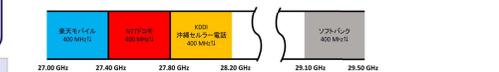


- ✓ VNA  $S_{21}$
- ✓ Sensitivity > 0.1V/m @28.2 GHz
- ✓ Dynamic Range > 30 dB
- ✓ 5G commercial band



項目	仕様仕様
周波数範囲	28~29.5GHz
最大測定電界強度	1V/m@29.5GHz
センサヘッド寸法	φ84×17mm (コア径φ)

5G無線用光電界センサ  
(開発したセンサのカタログ)



標準アンテナからの5G無線信号受信特性

ポスター番号

P-030

# どこからでも学べる遠隔新生児蘇生法講習シミュレータの研究開発

野間 春生<sup>1</sup> 岩永 甲午郎<sup>2</sup> <sup>1</sup>立命館大学 <sup>2</sup>京都大学

## 新生児蘇生(NCPR: Neonatal Cardio-Pulmonary Resuscitation)の背景と課題

分娩には多職種による迅速&適切な医療が必要



- 日本の年間出生数103万人の新生児の約15%(約18万人)が出生直後に呼吸循環を安定させる術が必要
- 分娩の約50%は産科クリニック(1,327診療所)で実施
- 新生児科医師は1,238人(H26)

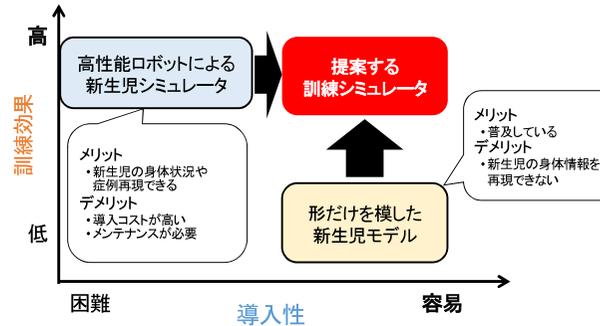
### 【本邦における分娩施設における課題】

- ①高度な蘇生技術を有する医療者の配置が困難
- ②安全な出産に対する社会からの期待・要請
- ③総合病院とクリニックを結ぶ地域医療連携

### 周産期新生児医学会による新生児蘇生法普及事業(NCPR)の展開

## 本研究の目的

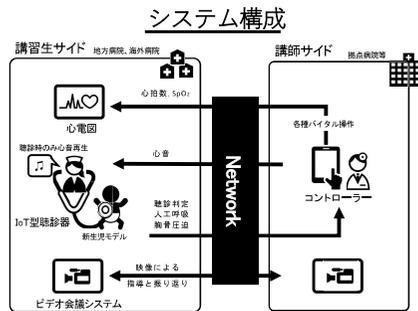
本研究開発目的は新生児蘇生法(NCPE)を習得した医療従事者を増やすために、既存の簡易新生児モデルを利用しつつ、従来のアプローチであるモデルの高機能化ではなく、通信技術とIoTによって医療機器を模擬することで導入コストを抑えながら、講習生の主体的な“気付き”を効率よく導き出せ、しかも、“どこから”でも“いつ”でも受講できる**NCPR訓練用シミュレータを実現**することである。さらに最終的には、このシステムを日本国内だけでなく、より新生児の死亡率の高い発展途上国にも展開し、NCPRを普及させて、新生児の命を救うことに貢献する。



## 研究の成果

### 新規開発する講習用シミュレータの開発目標

- 既存の新生児モデルに対し手を加えない  
→ 汎用的で広く普及している環境に導入
- スマートフォンアプリで配布可能  
→ **低コスト&操作简单**
- 遠隔支援  
→ **IP通信とオンラインDBを導入**



実現した機能

- 聴診行動によって心拍数を判断
- 模擬医療機器の導入
  - パルスオキシメータ
  - 心電図モニターで計測できる
  - 振り替え利用の映像記録



## 研究の実用化

22年度中に発展途上国での講習用に実用化を進めています

SCOPE実施機関



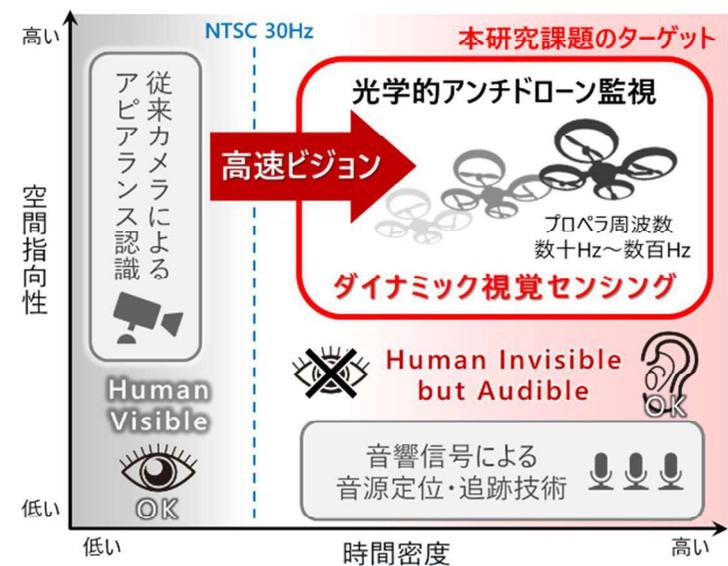
認定NPO法人あおぞら、WELCO Lab 一般財団法人ファミリーヘルス財団、



高速ビジョンを用いたアンチドローン監視システムの研究開発

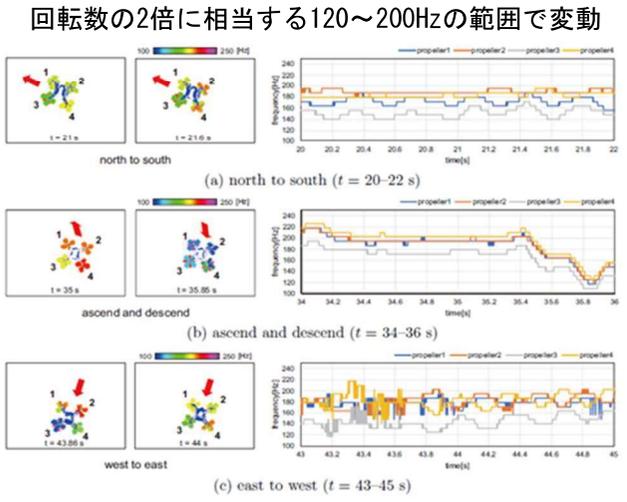
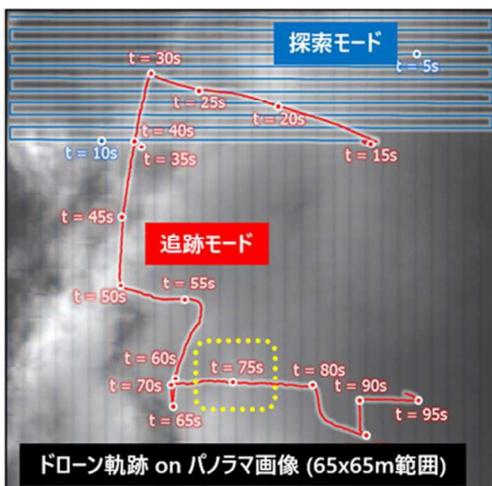
石井抱<sup>1</sup>, 奥寛雅<sup>2</sup>, 高木健<sup>1</sup>, 姜明俊<sup>1</sup> <sup>1</sup>広島大学, <sup>2</sup>群馬大学

プロペラ回転で飛行するドローンを振動源として捉える光学的アンチドローン監視システム



様々なシナリオを想定した社会実装試験

飛行状態により変化するプロペラ回転数モニタリングに成功



1km先で飛行するドローンの超望遠トラッキング撮影に成功

1km先で飛行するドローン追跡



ドローン追跡の実験風景

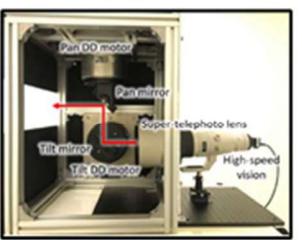
遠距離望遠トラッキングを実現する光学的アンチドローン監視技術

高速ビジョンを搭載した振動トラッキングカメラ

ガルバノミラーを用いたミラー駆動型振動トラッキングカメラ



1km先の望遠撮影を可能とした超望遠振動トラッキングカメラ



全方位振動トラッキングカメラ



画素毎に数十~数百Hzの輝度信号の時間変化を捉える高速ビジョン振動源定位アルゴリズムの実装

# 高精度河川水位予測を実現するクラウド型車載雨量計ネットワークシステムの開発

赤松良久<sup>1</sup>, 新谷哲也<sup>2</sup>, 神谷大介<sup>3</sup>, 齋藤和興<sup>4</sup> <sup>1</sup>山口大学, <sup>2</sup>東京都立大学, <sup>3</sup>琉球大学, <sup>4</sup>(株)セネコム

## 背景&目的

◆現状  
全国配置されている地上雨量観測, 都市域に配置されているレーダー降雨観測により高精度な降雨情報を提供

◆しかし…  
レーダーから離れた地域や山間部では降雨実測が困難

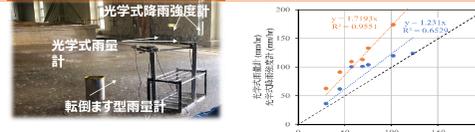
◆先行研究から…  
ドーム型の光学式雨量計は転倒ます型雨量計の代替となる応答性の早い雨量計として利用可能! 車載雨量計として移動しながら精緻な雨量情報をモニタリング



既存の雨量観測データと統合することで, より高解像度な雨量分布の把握が可能! さらに, それらの雨量データを用いた深層学習モデルによる水位予測が可能となる

## <人工降雨装置による光学雨量計の検証>

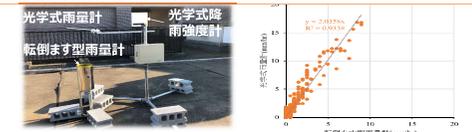
10分毎に降雨強度89~161(mm/hr)の間で変化



転倒ます型雨量計と高い相関

## <屋上定点観測による光学式雨量計の検証>

観測時期: 2018年8月21日~2018年12月31日



実際の降雨でも高い相関

目的: 車載雨量計によるクラウド型雨量モニタリングシステムの有効性と課題を検討

- 宅配車を利用して, 車載雨量計によるクラウド型雨量モニタリングシステムを構築
- 山口県光市・萩市を対象エリアとして, 実証実験を行った

## 雨量モニタリングシステム



- ① 車両上部に光学式雨量計 (型式: SE-RS11), 3杯式風速計, GPSを搭載
  - ② 無線ネットワークローガーによってデータを蓄積
  - ③ リアルタイムでクラウドサーバーに転送
  - ④ 様々な端末からブラウザでモニタリング状況を確認
- センサー及びロガーへの電源供給 → ソーラーパネルを利用して充電可能な小型バッテリーを使用
  - モニタリングデータの計測間隔 → 毎分雨量(mm/min)

## 実証実験方法

- 宅配車5台に計測機器を搭載して24時間モニタリング
- 光市エリア: hikari#1, hikari#2, hikari#3
- 萩市エリア: hagi#1, hagi#2

光市エリアの運行ルート

萩市エリアの運行ルート



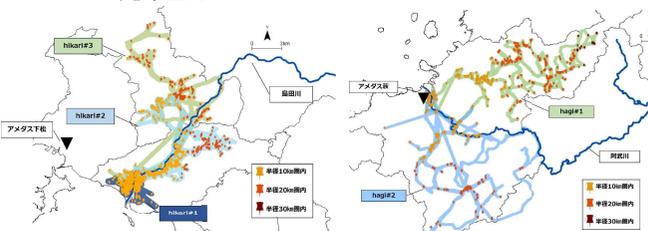
- 対象日: 光学式雨量計が計測した日総雨量50mm以上

	対象日				
hikari#1	2019/9/22	2020/3/27	2020/4/12		
hikari#2	2019/9/1	2019/9/20,22	2020/2/29	2020/3/27	2020/5/15, 2020/7/10
hikari#3	2019/9/20 2019/10/24				
hagi#1	2020/3/27	2020/6/13,25	2020/7/6,7,13,23		
hagi#2	2019/9/22	2020/2/16	2020/3/10,27	2020/4/12	2020/7/23

## アメダス地上観測雨量との比較

光市エリア

萩市エリア

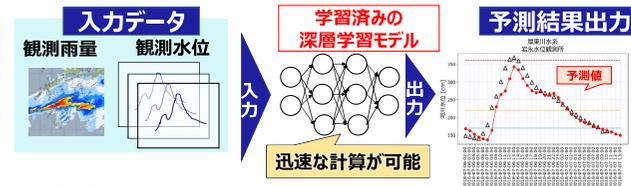


地点名	hikari #1			hikari #2			hikari #3				
	観測半径 (R)	相関係数 (R)	決定係数 (R <sup>2</sup> )	観測半径 (R)	相関係数 (R)	決定係数 (R <sup>2</sup> )	観測半径 (R)	相関係数 (R)	決定係数 (R <sup>2</sup> )		
半径10km圏内	y=0.89x	0.26	y=0.51x	0.12	y=0.32x	0.07	半径10km圏内	y=0.54x	0.24	y=0.76x	0.27
半径20km圏内	y=0.89x	0.26	y=0.52x	0.12	y=0.42x	0.07	半径20km圏内	y=0.475x	0.15	y=0.907x	0.26
半径30km圏内	y=0.89x	0.26	y=0.52x	0.12	y=0.42x	0.07	半径30km圏内	y=0.473x	0.15	y=0.907x	0.26

- 各観測点から半径10km, 20km, 30km圏内の光学式計測値と各アメダス雨量を比較
- 光市エリア → 山間部から市街地エリアに下りるにつれて一致
- 萩市エリア → 中・下流域を運行したルートの方が一致

山間部では樹木等で降雨が遮蔽されるエリアが多い地形条件の違いによる降雨強度の強さや降雨イベントスケールに特徴的な影響を受けている可能性

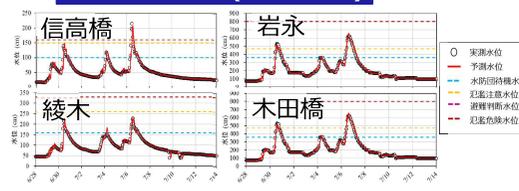
## 深層学習モデルによる水位予測



## <東厚川流域>



## 水位予測の結果(3時間予測)



## まとめ

◆ 車載雨量計によるクラウド型雨量モニタリングシステムを構築したものの, 測定精度に関しては更なる検証が必要!

◆ 深層学習モデルにより, 流域内多地点において, 高精度な河川水位予測が可能!

# 重度運動障害者向け欲求推測システムの開発

苅田知則<sup>1</sup>, <sup>1</sup>愛媛大学

## Background

Children with profound intellectual and multiple disabilities (PIMD) or severe motor and intellectual disabilities (SMID) only communicate through movements, vocalizations, body postures, muscle tensions, or facial expressions on a pre- or protosymbolic level. Yet, to the best of our knowledge, there are few systems developed to specifically aid in categorizing and interpreting behaviors of children with PIMD or SMID to facilitate independent communication and mobility.

Further, environmental data such as weather variables were found to have associations with human affects and behaviors among typically developing children; however, studies involving children with neurological functioning impairments that affect communication or those who have physical and/or motor disabilities are unexpectedly scarce.

## Objective



Describe the design and development of the ChildSIDE app, which collects and transmits data associated with children's behaviors (Figure 1), and linked location and environment information collected from data sources (GPS, iBeacon device, ALPS Sensor, and OpenWeatherMap application programming interface [API]) to the database (Figure 2).

Figure 1. Collection of caregivers' interpretations of the behaviors of children with PIMD/SMID using the ChildSIDE app.

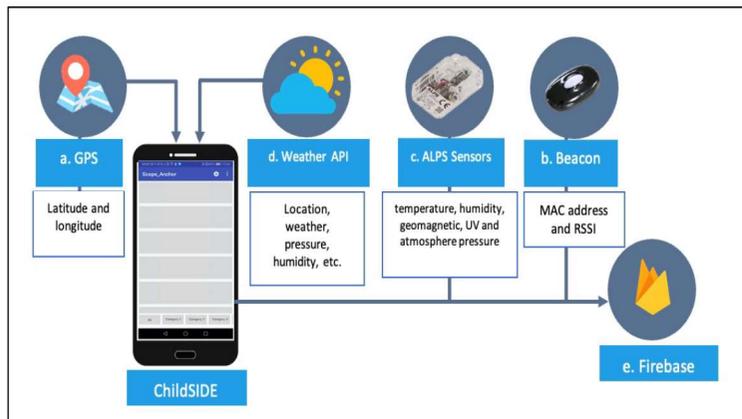


Figure 2. Data flow from the data sources detected and transmitted by ChildSIDE app to the Google Firebase database.

## Methods

### The ChildSIDE app

The app was developed on the Android (OS Android 6.0) mobile platform using Eclipse Android Studio (version 4.0.1), an integrated development programming environment software, and Java programming language in Windows 10 Pro (1909).

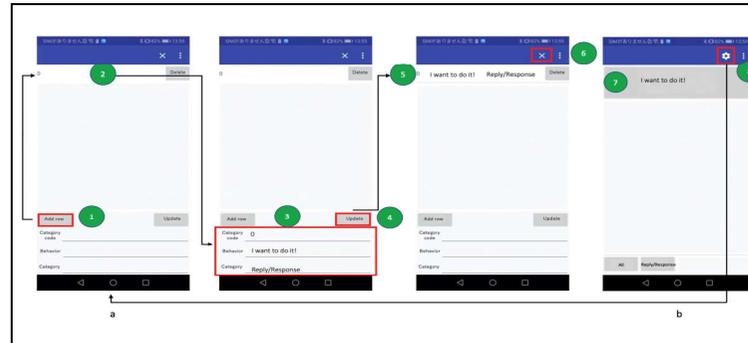


Figure 3. ChildSIDE user interface and guide. (a) Behavior settings, (b) behavior list.

### Study and sampling designs

This cross-sectional observational study conducted multiple single-subject face-to-face and video-recorded sessions among 20 purposively sampled children who had ages from 8 to 16 years, 14 (70%) were males, 16 (80%) had PIMD/SMID diagnoses, and 4 (21%) had severe or profound intellectual disabilities.

One videotape recorder (VTR) (Figure 4a) was used to record exchanges of responses between the child and their caregiver (Figure 4b). Before the sessions, one Beacon device and one ALPS sensor were installed in each location (Figure 5).

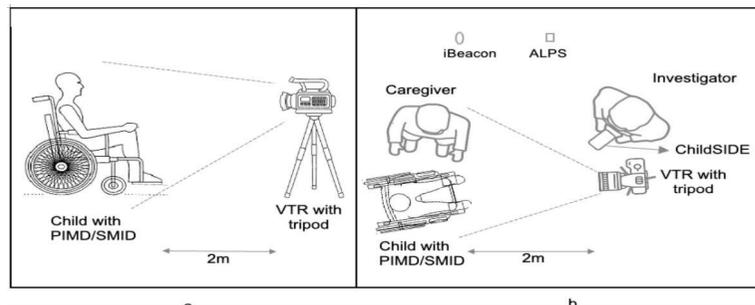


Figure 4. (a) (VTR focusing on facial, and upper and lower limbs movements. (b) Intervention setup in a classroom setting.

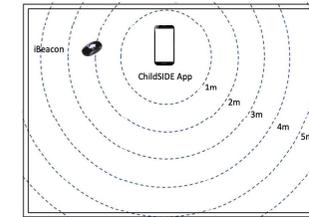


Figure 5. A sample experimental setup showing how the radio signal strength indication of iBeacon is detected by the ChildSIDE app with an actual distance of 2 meters.

## Results

In the 16-day collection period, 150 sessions were performed wherein 364 individual behavior data were collected. After data cleaning, 327 data entries with associated data from data sources were used to compare frequency percentages while subjecting only the remaining 291 to interrater agreement (κ) statistical analysis.

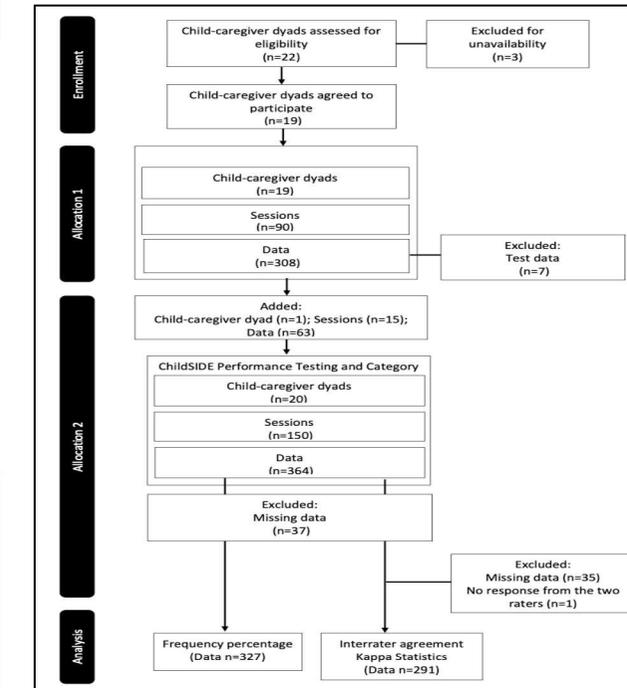


Figure 6. CONSORT diagram of participant, session and data flow from enrollment, allocation, and analysis.

### 1. 研究開発の目的

IoT (Internet of Things) の普及活用には、生活空間に散在するあらゆる“物”とのデータ通信が必要となるが、既存のインフラストラクチャモード通信だけでは通信容量の構造的・経済的限界が生じる。そこで、その補完機能としてアドホックモードの“物”対“物”間ローカル直接通信の役割が重要となる。しかし、既存の電波方式では物理空間での自動紐付け(通信対象の特定)が出来ない課題がある。そこで、“物”を空間的に弁別するための高い指向性とあらゆる物に内蔵可能な超小型で低電圧駆動のインターフェースデバイスが求められる。その要求を満たす光インターフェースデバイスとして、冷却装置を必要としない高感度(変換効率80%以上)な近赤外線シリコン半導体センサーと、光学レンズを用いず高い指向性(半値幅3度程度)を実現するレンズレス手法を開発し、装置サイズを100mm<sup>3</sup>以下に小型化できるIoT用近赤外線センサーデバイスを実現した。

### 2. 研究開発の内容及び成果

#### 【トレンチPDセンサー】

複数のトレンチ型フォトダイオード(PD)をシリコンチップ内に多数アレイ状に形成するデバイス構造(図1)のテストチップを試作し(図2)、その評価によって5~10V程度の低いバイアス電圧でもその空乏層をセンサーチップ全体に広げることが可能にし、波長940~1020nmの近赤外線に対して常温で80%以上の変換効率を達成できた(図3)。また、100μm離れた指向角3度の約12.5WのLED信号を12dBで受信できること、その受光応答性能が14Mbpsであることを確認した(図4)。

#### 【スルーホール(TH)配列チップ】

考案した高指向性光学センサーはTH配列チップを光学センサーチップ上に密着することで実現される(図5)。TH配列チップの光学的指向性は、そのチップ上面のTH幅Wuと裏面のTH幅W、上面のTH間隔Hu、チップの厚さTを設計パラメータとして設計できる(図6)。TH配列チップを試作し(図7)、光学レンズを用いる従来のセンサー厚より1/23~1/27の1.6~2.1mm程度に薄くできることを実証した。また、TH配列チップとトレンチPDセンサーチップと可視光カットフィルターを貼り合わせた近赤外線センサーのプロトタイプを試作し(図8)、その視野角の半値幅2.5~5.1度をTHパターン設計で制御できることを確認した(図9)。試作した近赤外線センサーのサイズは9.2~12.3mm<sup>3</sup>であり、同じ性能で比較した従来の光学レンズを用いる場合より1/15~1/28の小型化を可能にした。

### 3. 今後の取り組み

開発したデバイスのプロトコルや組込製品とその応用技術の開発を目指す。それらの実現によって、物理空間に基づくローカル情報空間のリアルタイム形成を活用した新たなサービスが創出され、本格的なIoT活用期の到来が期待される。

また、TH配列チップを用いた光の屈折現象を利用しない新たなレンズレス技術は、様々な応用展開が期待できるのでその研究開発を継続し新たなデバイスの創出にも取り組む。

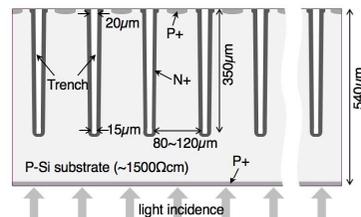


図1. トレンチPDセンサーの断面構造

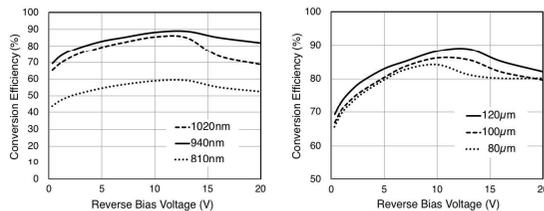


図3. バイアス電圧に対する変換効率の測定結果

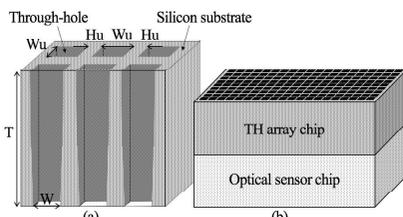
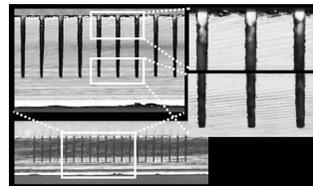
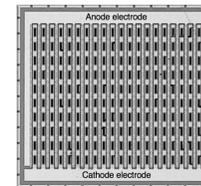


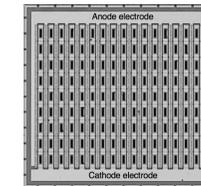
図5. 高指向性光学センサーの構成



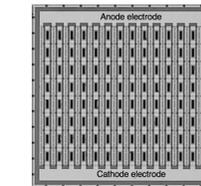
(a) PD間隔: 80μmチップの断面



(b) PD間隔: 80μm

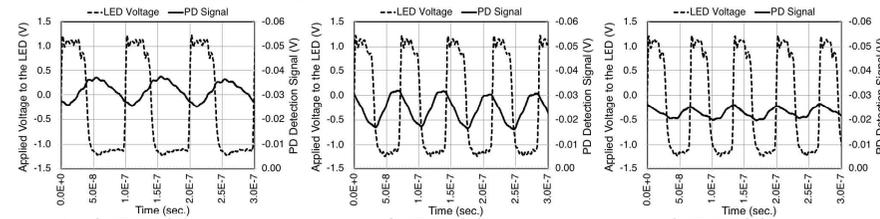


(c) PD間隔: 100μm



(d) PD間隔: 120μm

図2. テストチップの顕微鏡写真 (a)は断面、(b)~(d)はチップ全体の表面



(a)変調周波数: 10MHz

(b)変調周波数: 14MHz

(c)変調周波数: 15MHz

図4. テストチップの受光応答特性の評価波形

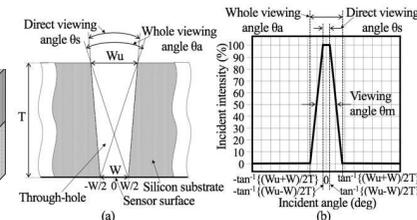
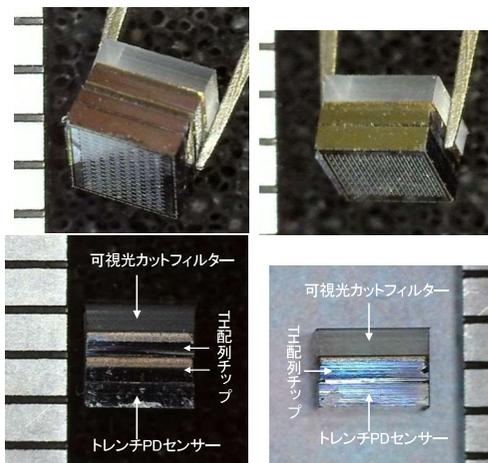


図6. TH配列チップの光指向特性 (a) Wu:25μm チップ全体

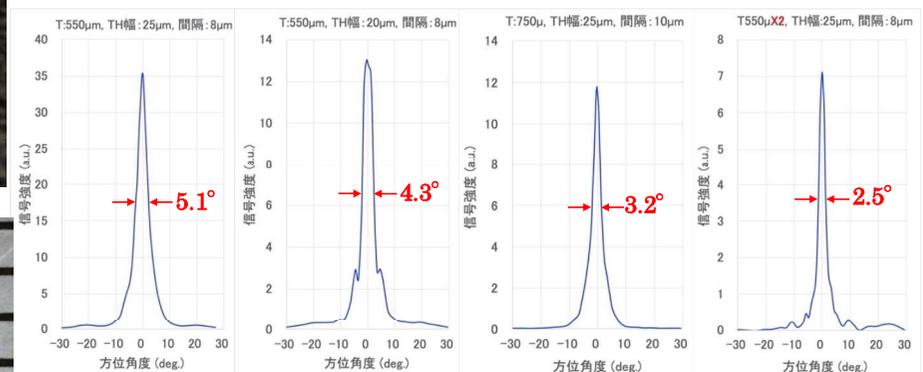
(b)~(d)拡大:上;表、下;裏 (b) Wu:25μm (c) Wu:22μm (d) Wu:20μm

図7. 試作したTH配列チップ(一部) (a)~(d)共にHu:8μm, T:550μm



(b) サイズ: 2.4×2.4×2.14 (12.3mm<sup>3</sup>), 指向性: 2.5度 (9.2mm<sup>3</sup>), 指向性: 4.3度

図8. 試作した近赤外線センサー



(a) Wu:25μm, T:550μm (b) Wu:20μm, T:550μm (c) Wu:25μm, T:750μm (d) Wu:25μm二重

図9. 試作したTH配列チップの指向特性 波長: 940nm (c)はHu: 10μm, その他は 8μm

1. 研究背景と目的

背景

- 自然言語処理を利用したAIスピーカー等の普及が加速し、これを支える対話プラットフォームも含め国際的な競争になっている
- 我が国の企業が日本語データを蓄積し自然言語処理に活用できるよう、プラットフォームの構築と社会実装が求められている

目的

- 幅広い社会課題の解決に資する、ユーザに寄り添った自然な対話(「よりよい」型対話)を実現する技術の研究開発・実証
- 本技術を多くの企業等が利用できる環境整備や開発コミュニティ構築等による社会実装の加速

主な研究課題

- 高度対話エージェント技術を広く利用可能にするための音声対話プラットフォームの研究開発
- 近々の社会課題である高齢者の買物難民問題を取り上げて実際に対話エージェントを構築し、実証実験による被験者評価を行い「よりよい」型対話の効果を確認する

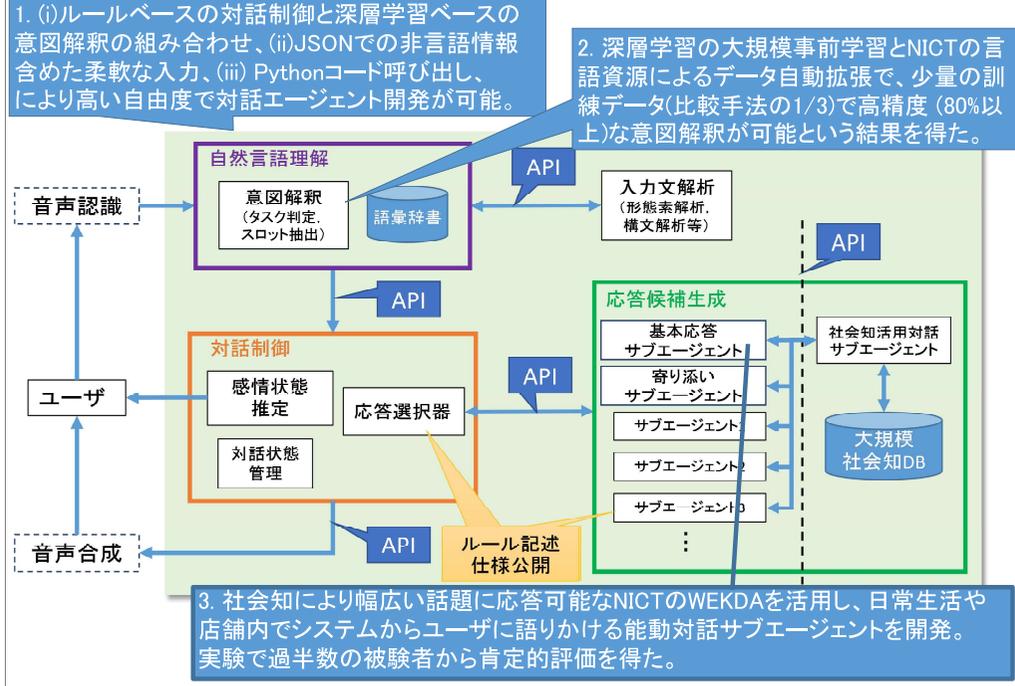
2. 音声対話プラットフォームの研究開発の研究内容と成果

「よりよい」型対話を実現する技術の要件を

- ユーザの感情状態を認識でき、対話制御のための情報に利用可能なこと
- エージェントからの能動的な対話が可能なこと
- ユーザの嗜好や希望を理解し能動的な対話が可能なこと
- 対話を重ねることで、ユーザを目標達成に導けること
- ユーザの入力から正確にユーザの意図を解釈できること
- ユーザからの幅広い内容の問いかけに対して常に応答を返せること

と定め、3つの研究項目を実施した。

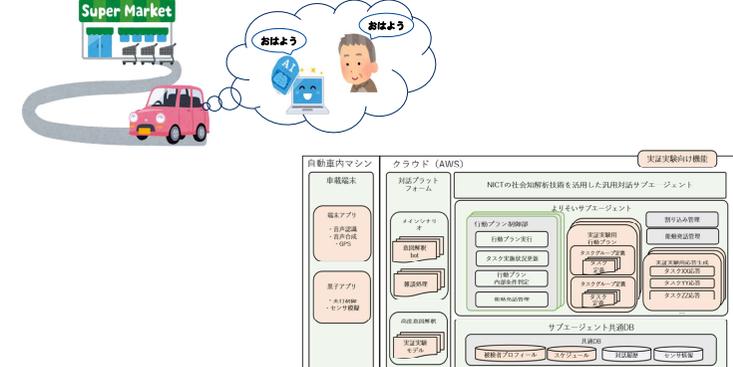
- (a) から (f) を満たす対話エージェントの実装を可能とする「音声対話プラットフォーム」
- (e) のための「NICTの言語資源を活用した高度意図解釈」
- (b) (f) のための「NICTの社会知解析技術を活用した汎用対話サブエージェント」



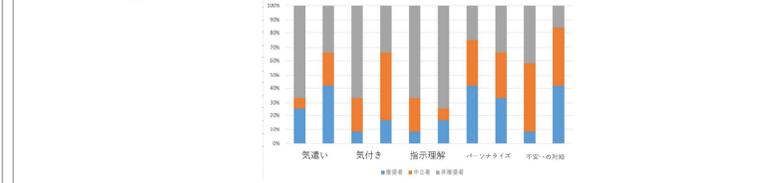
3. 高度対話エージェントの開発・実証の研究内容と成果

世界的に認められた「おもてなし」に代表される日本の対人関係観を反映した対話エージェントがユーザに寄り添った自然な対話(「よりよい」型対話)を実現することを目標として、必要となる高度対話エージェント技術の研究開発・実証を実施した。

具体的には「よりよい」型対話の機能として「仕事に寄り添う」「気持ちに寄り添う」「記憶に寄り添う」の3種類を取り上げ、それぞれを担当するサブエージェントを開発し、対話制御によって適切に切り替えることで「よりよい」型対話を実現するものとし、検証テーマとして高齢者の日常生活における車両移動に着目し、自動あるいは半自動運転車両の利用を想定した対話サブエージェントを実際に構築し実証実験を実施した。



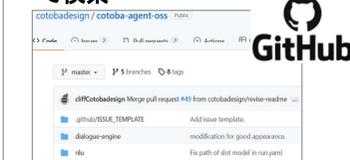
実証実験において高齢者の方に乗車頂き、官能評価アンケートを実施した結果、目標タスクの達成率80%以上となり、「気遣い」「パーソナライズ」「不安への対処」の3要素に関して目標値を上回り、寄り添いの効果を確認した。



4. 研究成果展開 (音声対話プラットフォーム)

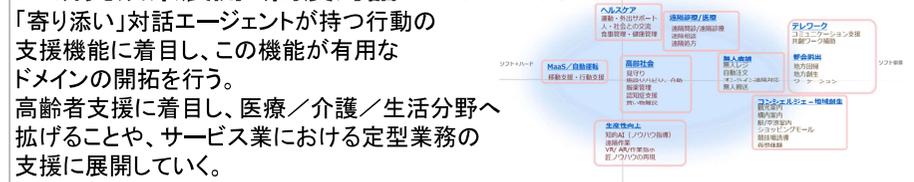
成果をオープンソース及びAPIサービスで提供し、その利用を促すために開発者コミュニティを構築

- ①オープンソース **cotoba-agent-oss** で検索
- ②商用サービス **COTOPA Agent** で検索
- ③コミュニティ **対話システム勉強会** で検索



5. 研究成果展開 (高度対話エージェント)

「寄り添い」対話エージェントが持つ行動の支援機能に着目し、この機能が有用なドメインの開拓を行う。高齢者支援に着目し、医療／介護／生活分野へ拡げることや、サービス業における定型業務の支援に展開していく。



## 1. 研究開発の背景と目標

背景：多様な分野における多種多様なサービスの創出に資するネットワーク環境の実現を通じて、我が国における世界に先駆けたSociety5.0の実現や、国際競争力の強化に寄与する

目標：ネットワーク運用業務にAI技術を活用することで、ネットワーク運用自動化を実現する技術の確立。国際標準化や特許取得等を通じて、AIを活用したネットワーク制御技術分野における国際競争力強化を図る

## 2. 研究開発成果の概要（図表1）

運用業務インパクトを与える成果を達成

- 仮想ノード数100ノード程度において、ネットワーク運用業務（障害検知→原因特定→復旧手順作成→復旧対処）に要する時間を1時間未満とするネットワーク運用自動化技術を実現

### AIネットワーク状態分析技術（KDDI）

- ① NFV検証環境を使った大量の学習データ生成、インフラ等の低レイヤ含めたデータ収集、時系列差分加工等によるデータ前処理によって得られたデータセットを用いて、AutoEncoderによりネットワーク状態（正常・異常）を出力する障害検知モデル、及びRandomForestにより障害原因を出力する原因特定モデルを開発
  - ② 分類モデルによる復旧手順推定AIを開発。商用導入時に再学習が発生しないように、障害に応じたデータ前処理によって得られたデータセットを用いて、学習モデルを復旧手順毎に作成し、2値分類のアンサンブル学習を適用
- IPコア、BGP、5Gコア網において、それぞれ設定したユースケースに対して実証評価を行い、
    - ①では障害検知モデル、原因特定モデル共に90%超の精度を示すことを確認
    - ②では90%超の復旧手順正解率の精度を確認

### AIネットワーク基盤運用制御技術（NICT）

- 長期/短期学習を連携した2段階学習を開発し、資源利用における過少予測を既存の混合学習より約10%軽減して調停回数を1割削減。
- さらに、事前のLASSO解析を追加することで長期学習用データを取捨選択し、時系列予測精度（R2）を落とさずに学習時間を57%削減。

## 3. 標準化の成果（図表2）

ITU-TとTM Forumを重点SDOと定め、国プロの成果を複数の活動やパスでインプット（P-037、P-038）

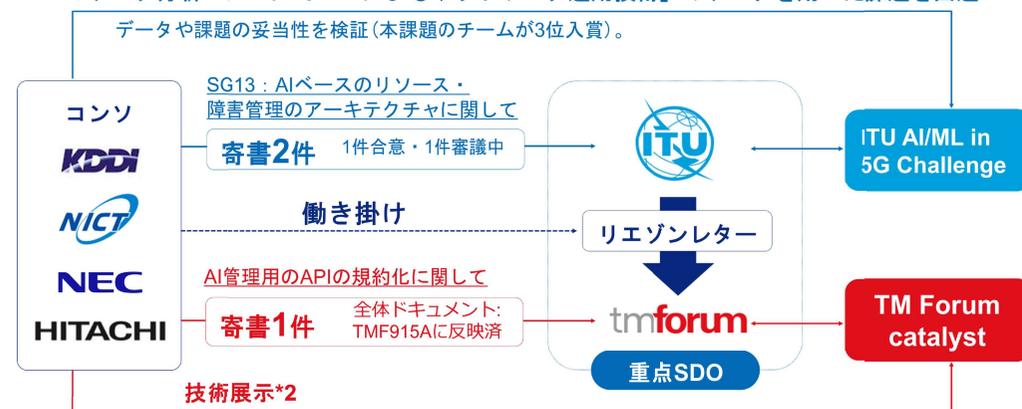
- TM Forum Catalyst PJでのコンソリ取り組み全体のアピール
- ITU-T SG13標準化においてSGの活動を主導。SG13からTM Forum AI & Data Analytics Projectへリエゾン提出
- ITU主催「AI/機械学習 5Gチャレンジ」（2020年7月～12月）にあたって、研究代表であるKDDIが運営に貢献し、本研究開発でKDDIが対応中の「仮想IPコアネットワークにおけるルート障害の分析」の課題を提供。世界において本分野の研究開発を促進するための課題設定及びデータ提供を通じて学術界に貢献



- \*1 KDDIのモバイルコア網における、呼処理機能などのSWバグ障害(2013年事例)、外部環境に起因する異常ルート数流入障害(2017年事例)を主たる検証事例とする
- \*2 仮想ノード数100ノード程度においてのネットワーク運用業務（障害検知→原因特定→復旧手順作成→復旧対処）

【図表1】研究開発成果の概要

ITUデータ分析コンペにて「AIによるネットワーク運用技術」のデータを用いた課題を出題\*1



- \*1) ITU-ML5G-PS-031, “Analysis on route information failure in IP core networks by NFV-based test environment.”

- \*2) AI-Empowered E2E 5G Operational Architecture

【図表2】標準化活動

## 1. 研究開発の背景と目標

背景：多様な分野における多種多様なサービスの創出に資するネットワーク環境の実現を通じて、我が国における世界に先駆けたSociety5.0の実現や、国際競争力の強化に寄与する

目標：ネットワーク運用業務にAI技術を活用することで、ネットワーク運用自動化を実現する技術の確立。国際標準化や特許取得等を通じて、AIを活用したネットワーク制御技術分野における国際競争力強化を図る

## 2. 研究開発成果の概要（図表1）

設計業務インパクトを与える成果を達成

- 高速な要件設計（1/5以下）およびネットワーク設計（10分程度）を実現
- 中小企業等に対し柔軟で安定的なICTサービスを従来より圧倒的な迅速さで提供する基盤を確立

### AIネットワークリソース最適化技術（日立）

- 従来技術にはないIntentベースのサービス要件をもとに、ナレッジベースで作られたネットワーク要件モデル(学習データ)から最も適したモデルを自動選定するサービス要件分析システムを開発
- ネットワーク構成情報をナレッジベースで作られたサービス分野毎テンプレートへ拡張
- 従来の5分の1以下の迅速さでネットワーク要件の定義が可能となり、デジタル技術利用環境の普及促進や、社会的生産性向上の下支えに寄与

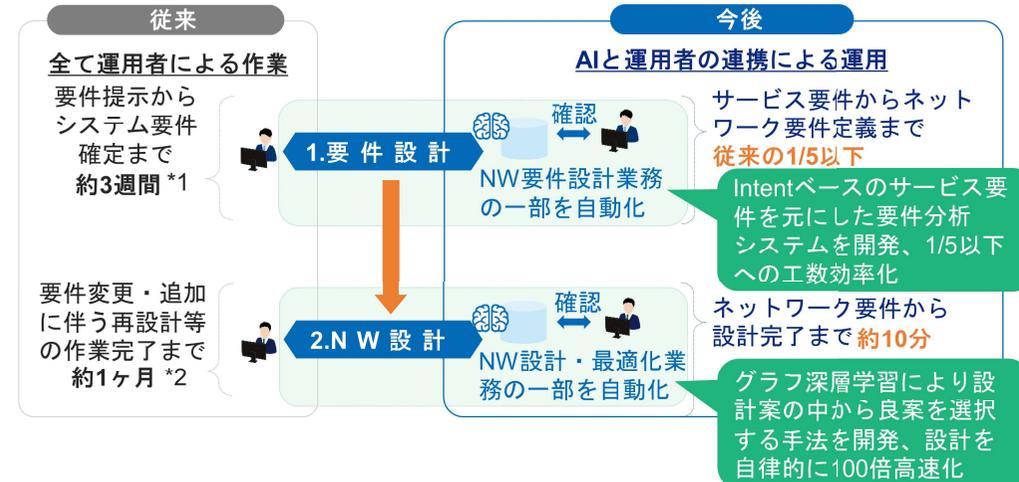
### ネットワークサービス設計制御・更新技術（NEC）

- サービス提供に必要な機能・非機能要件を抽象的かつ大まかなNW構成として記述した情報であるネットワーク要件を入力すると、これを指定された要件を満たしつつ自動的に具体化・詳細化することで、動作可能な程度に具体的なネットワーク構成を生成する技術を確立
- 迅速なネットワーク設計が可能となり、これまで細やかな支援が困難だった中小企業層へのサービス提供も可能に

## 3. 相互接続検証（図表2）

事業者間連携のエコシステム形成を目的に5社合同（P-037、P-038、P-039）での実証実験を実施

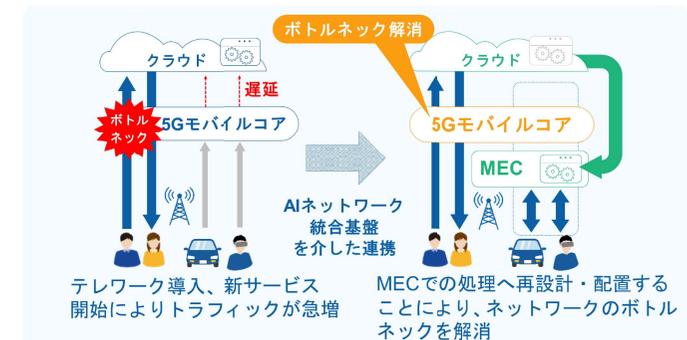
- 安定したネットワークを構築・運用するため、サービス事業者/システムインテグレーション事業者/ネットワーク事業者が革新的AIネットワーク基盤により動的に連携する事業者間連携エコシステムを形成
- 社会情勢の変化によって、使われるサービスや場所が短期間で大きく変化し、特定のサービスが収容されるノードが逼迫するようなNew Normal時代のボトルネックに対しても、エコシステムが機能し、動的に構成変更して対応
- 通信事業者の大規模障害を1時間以内に復旧させるための基礎技術としての有効性を確認するため、CDN及びIoTサービスを模擬したテストベッド環境においてネットワーク構築試験を行った結果、サービス要件の受領からネットワーク要件定義の生成までを従来の1/5以下の工数、ネットワーク要件の受領からネットワークの設計の生成までを10分以内に実施可能であることを確認



\*1 人手で行われているネットワーク要件策定における機能/非機能要件の抽出が長期化の原因であり、要件提示からシステム要件確定まで約3週間

\*2 自動化が導入されていない設計工程では、要件変更・追加に伴う再設計等の作業完了まで、現状人手で5ヶ月、期間として1ヶ月程度

【図表1】 研究開発成果の概要



【図表2】 相互接続検証（社会実装の具体例）

### 1. 研究開発の背景と目標

背景: 「革新的AIネットワーク統合基盤技術」の他の課題(P-037、P-038)の成果と連携し、通信事業者・サービス事業者間のデータ連携基盤の開発を通じて、ネットワーク機能動的制御技術を確認する。サービス事業者のユースケースとして、今後のトラフィック増加の主な要因と想定される、オンデマンド映像配信とIoTサービスを対象とする。

目標: 通信事業者・サービス事業者の連携、すなわち、AIシステム間データ連携基盤を確立することで、ネットワーク/サービス状態に応じたネットワーク機能動的制御を実現し、より高品質・高信頼ネットワーク化の実証と、その成果展開による国際競争力強化に貢献する。

### 2. 研究開発成果の概要 (図表1)

今後のトラフィックの増加の主な要因と想定される、①オンデマンド配信サービス、②IoTサービスの2つのユースケースに対して「革新的AIネットワーク統合基盤技術」とデータ連携する技術を確認し、テストベッド上で効果を確認

#### (1) オンデマンド配信の研究開発成果の概要 (OKI)

- ・ 視聴の乱れ回避のためにAIネットワーク基盤とデータ連携するキャッシュ制御システムを設計
- ・ キャッシュサーバ切替に必要なAIネットワーク統合基盤とのデータ連携のAPIを設計
- ・ AIネットワーク統合基盤との連携実証では、確立した技術を用い、全国規模の検証環境上で当初目標(90%)を上回って新規視聴数の93%を映像の乱れの無い状態に改善できることを確認

#### (2) IoTサービスの研究開発成果の概要 (KDDI)

- ・ 社会実装に向けたエコシステムおよび国際標準化を見据え、ETSI ISG MEC規格準拠のシステムを設計
- ・ サービス品質を考慮した資源効率の高いアプリケーション(App)配置を可能とするデータ連携IFを策定
- ・ サービス特性やネットワークの変動等に応じた柔軟性の高い動的App配置最適化技術を確認
- ・ AIネットワーク統合基盤との連携実証で、当初目標(30%)を大幅に上回る設備負荷ピーク値の削減効果を達成

### 3. 標準化の成果 (図表2)

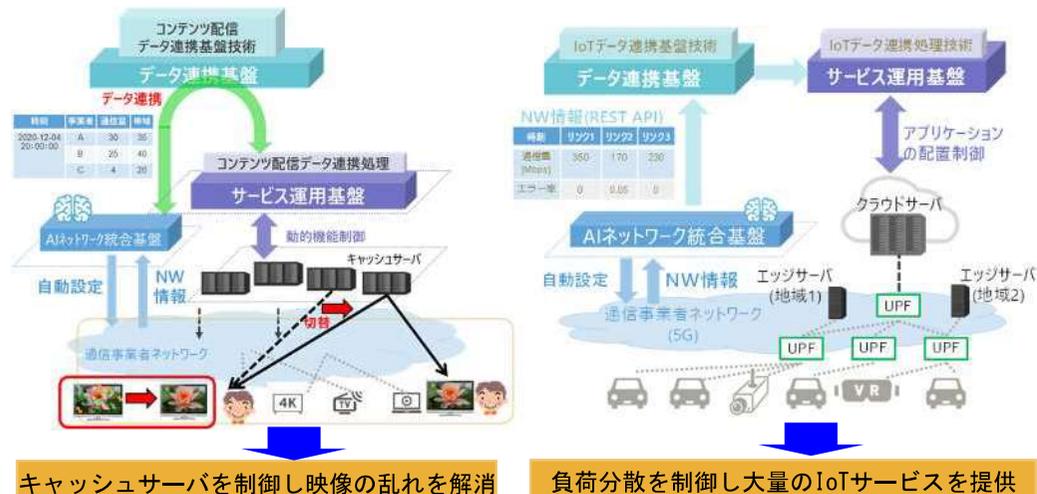
ITU-TとETSIを重点SDOと定め、研究成果を寄与文書として提出し標準化に向けた議論を開始

#### (1) ITU-Tへの標準化活動 (OKI)

- ・ 研究開発で得られたアーキテクチャや連携データ等は、新規性・独自性が高いと判断し、ITU-T SG16へ提案し勧告作成が承認
- ・ IoTとオンデマンドの共通リファレンスモデルは、5Gネットワークスライシングの標準を参照し、ネットワークスライスを利用するサービスと5Gネットワークの能力開示間のインターフェースとしてITU-T SG13に提案し勧告作成が承認

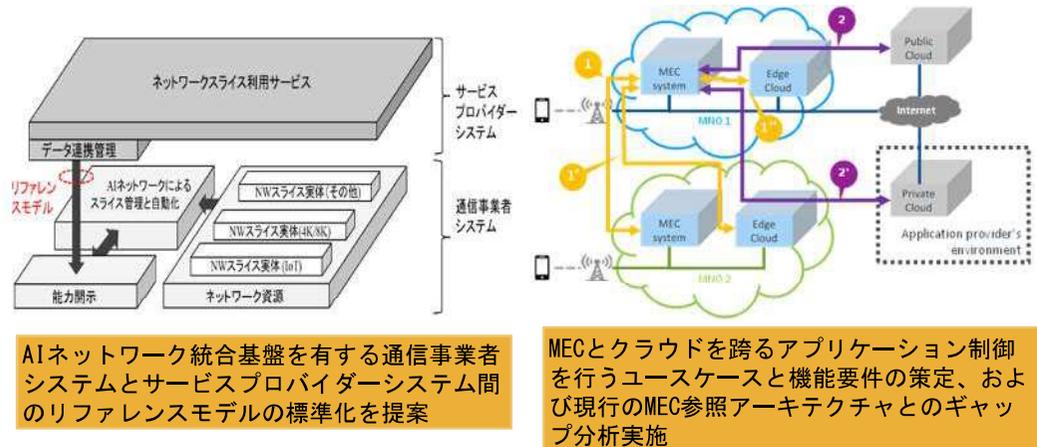
#### (2) ETSIへの標準化活動 (KDDI)

- ・ MECシステムと外部システム間のApp協調制御の必要性を、国際的なエッジコンピューティングの標準化を先導するETSI ISG MECに提言し、これの調査を行うETSI GR MEC035の発足に貢献
- ・ ETSI GR MEC035におけるユースケースとその機能要件の策定、現行のMEC参照アーキテクチャとこれらの機能要件のギャップに関する分析等を主導



キャッシュサーバを制御し映像の乱れを解消 (1) オンデマンド配信のユースケース  
 負荷分散を制御し大量のIoTサービスを提供 (2) IoTサービスのユースケース

【図表1】 ネットワーク機能動的制御技術の研究開発成果概要



AIネットワーク統合基盤を有する通信事業者システムとサービスプロバイダシステム間のリファレンスモデルの標準化を提案 (1) ITU-T に提案中の共通リファレンスモデル  
 MECとクラウドを跨るアプリケーション制御を行うユースケースと機能要件の策定、および現行のMEC参照アーキテクチャとのギャップ分析実施 (2) ETSI MEC参照アーキテクチャの拡張

【図表2】 標準化の成果概要