



# J-PARC MRにおける測位センサネットワーク 装置と防災用アプリの全域実装

飛島建設：○川端康夫 松田浩朗 松元和伸

関西大学： 田頭茂明

KEK : 石井恒次、大森千尋

岩手大学・東北大学：吉岡正和



## 研究の背景



- 東日本大震災のJ-PARCでの教訓として、
- ⇒管理区域に誰が入域中であるかは、現システムでもわかるが、  
どこで仕事をしているか？どのような状態なのか？ まではわからない。
  - ⇒従って、適切な避難誘導等が出来ない状況にあった。また、入坑者が情報不足により、適正な判断ができない状況があった。



J-PARCやILCの様な広大な加速器施設において、施設利用者の位置やその動線の把握、さらに発災時に適正な避難誘導が行えるシステムが実現できれば、事故や災害時の安全性が大いに高まるものと期待される。

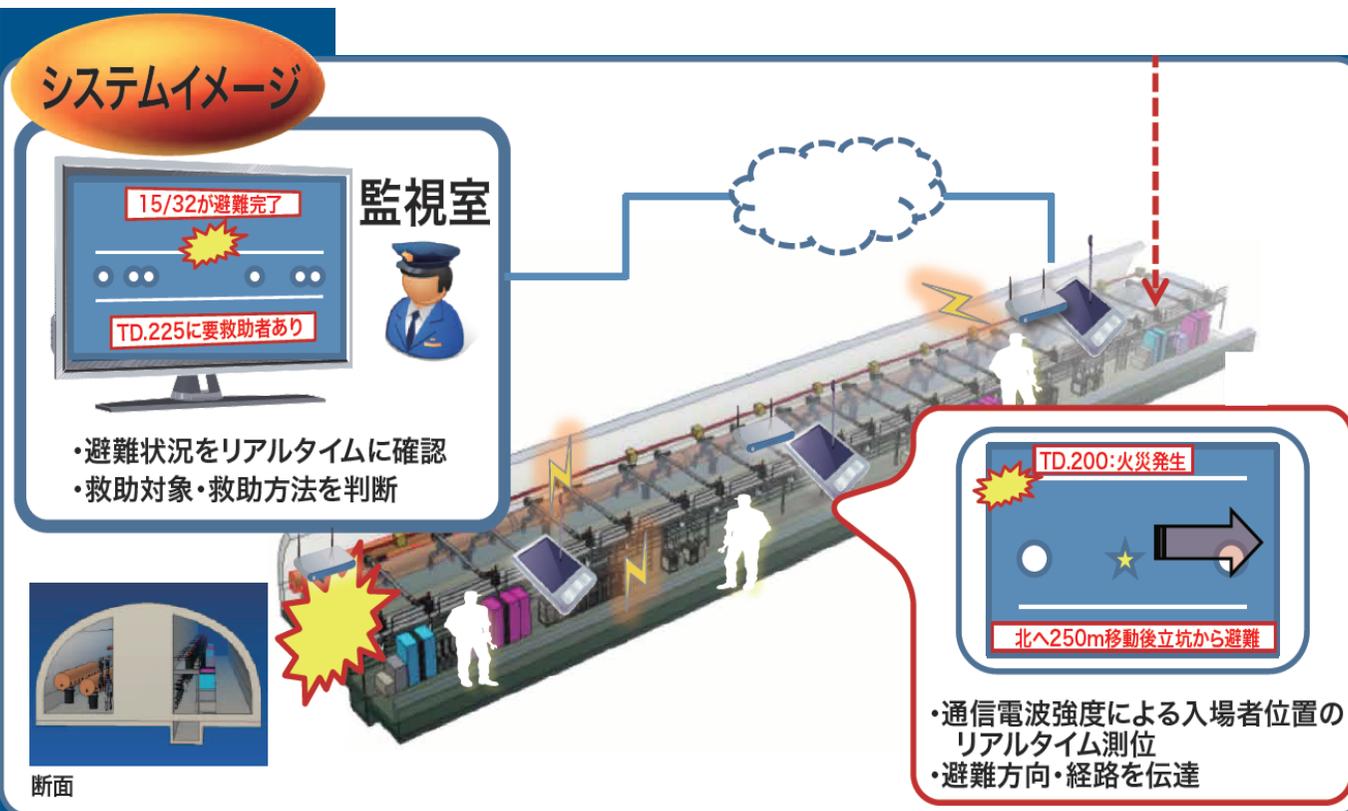


# ICT防災システム



閉鎖空間である大規模な加速器施設内の運用において、モバイル端末を活用して作業者の位置を特定するとともに、緊急時に管理者と作業者が効率よくコミュニケーションがとれるICT (Information and Communication Technology) 防災アプリを開発、防災システムの構築を目指す。

## システムイメージ



STEP1: これまでICT防災アプリを開発、J-PARCで試験運用、課題抽出、改良改善

STEP2: これから厚労省総合研究事業採択、J-PARC MR本格運用決定



# 本日の発表内容

1. ICT防災アプリの開発、試験運用
  - 1) 地下施設の課題／ICT防災アプリのコンセプト
  - 2)～5) 試験運用
2. J-PARC MR 本格適用計画
3. 防災システムの将来展望
4. まとめ

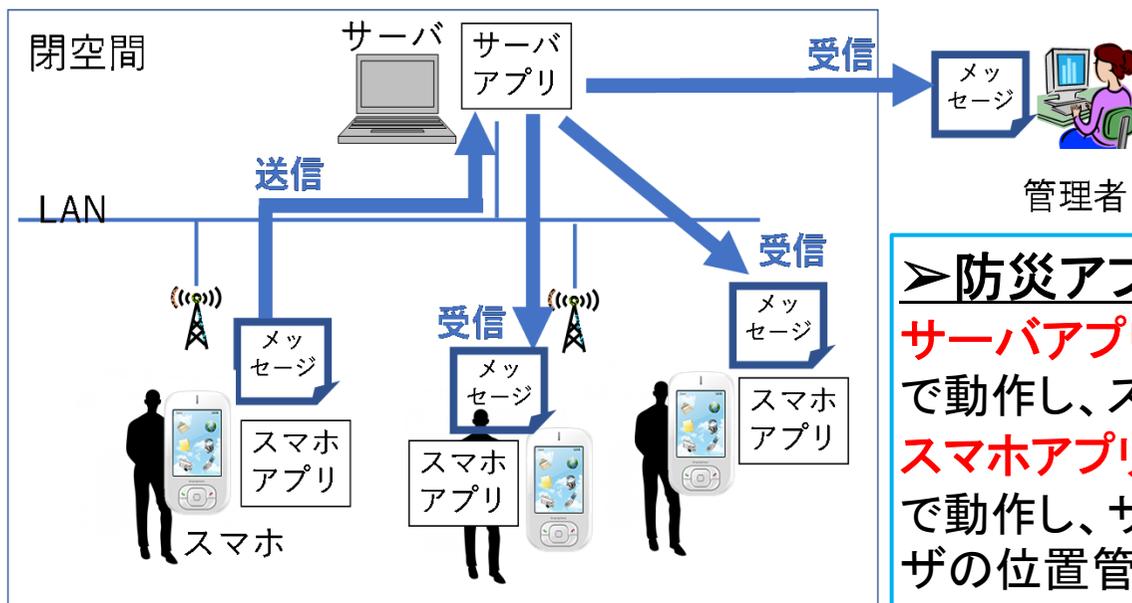


# 1) 地下施設の課題、ICT防災アプリのコンセプト



## ➡ J-PARCなどの地下に建設された巨大な施設(閉空間)の課題

- ①電波が届かないため、セルラー網による通信やGPS による測位ができず、ICT技術の活用が限定的なものとなっている。
- ②J-PARCでは、施設構内にPHS基地局を設置し、施設内にいるユーザとの通話を可能にしているが、データ通信、ユーザの現在地の把握、同時に多数のユーザへの情報伝達などができない



## ➤ 防災アプリの構成

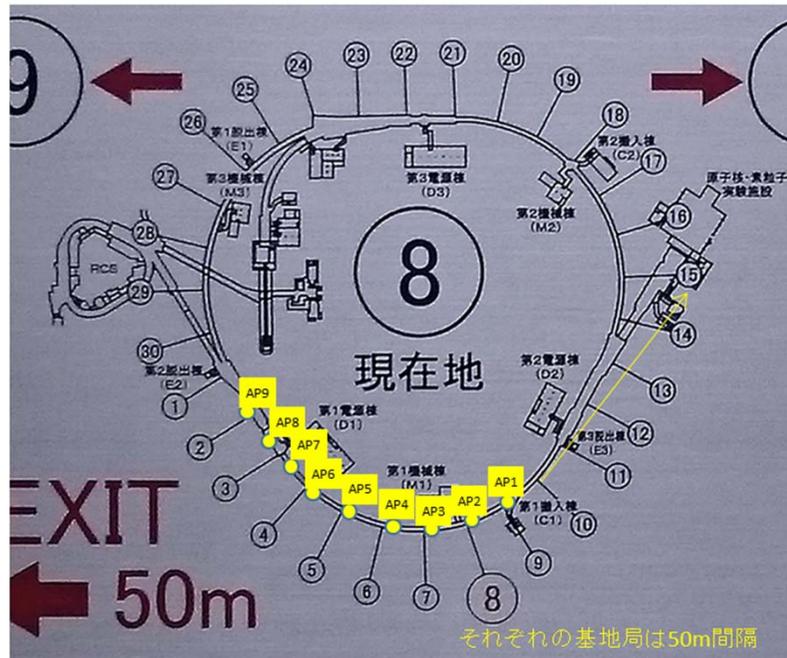
**サーバアプリ** / 閉空間に設置されたサーバ上で動作し、スマホアプリからの要求を処理  
**スマホアプリ** / ユーザが持つスマートフォン上で動作し、サーバとのメッセージ送受信、ユーザの位置管理や活動管理などを行う。

## ➤ 防災アプリの機能

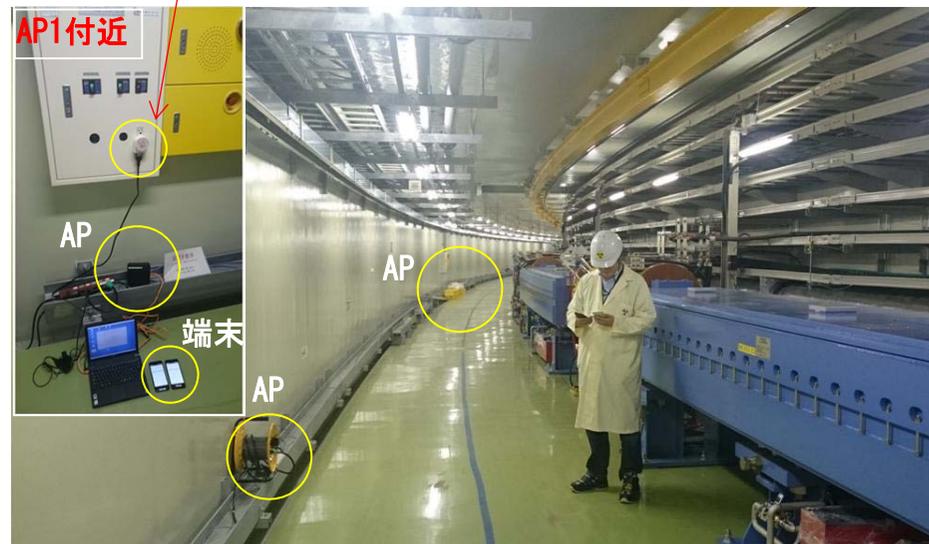
- (A)外部と途絶したローカルな環境で動作可能
- (B)無線LANIによるユーザ位置の取得機能
- (C)メッセージの送受信機能、送信場所の記録機能、既読機能
- (D)ユーザの状態(定常・異常)監視機能



## 2) 試験運用 / MRトンネル内での通信機器の配置



電源タイマー  
(自動電源OFF)



- 全長400m間に9台のAP(アクセスポイント)を約50mピッチで配置。各AP間は通信ケーブルで接続した。
- サーバ用PCは**地上の施設**に設置し、トンネル内のAPとは通信ケーブルで接続した。サーバ用PCは管理者用PCとしても運用。
- モバイルの位置情報は、これまで同様、最も近い(電波強度の強い)APをモバイルの位置として認識する方式を採用。



### 3) 試験運用／サーバ画面の構成



Spika v2.0

JPARC-MR

ADMIN 16:17 at outside  
ADMIN joined to conversation.

ADMIN 16:17 at outside  
ADMIN joined to conversation.

川端@飛島建設 34 min ago at P3  
川端@飛島建設 joined to conversation.

ADMIN 35 min ago at outside  
再起動したらできました

川端@飛島建設 34 min ago at P3  
つきました

松田@飛島建設 34 min ago at P3  
いまからばらけます

Koji 32 min ago at P4  
上流に移動します。

川端@飛島建設 33 min ago at P1  
川端は何処にいますか？

ADMIN 32 min ago at outside

ADMIN 16:17 at outside  
ADMIN joined to conversation.

川端@飛島建設 34 min ago at P3  
川端@飛島建設 joined to conversation.

川端@飛島建設 34 min ago at P3  
川端@飛島建設 joined to conversation.

#### 管理者(サーバ)画面

- **左側のMRの平面図**には、入坑者の所在位置が紫のタグで示される。同時に入坑者の状態を示す。(一定期間モバイルに動きがない場合は異常事態を示す警報発令)
- **右側の帯**では、入坑者の動向(入坑者の入退出、入坑者の所在、入坑者の状態、入坑者との交信内容、通信の既読状況)が時系列的に確認できる。



## 4) 試験運用／モバイル画面の構成



位置管理画面

メッセージ閲覧画面

既読管理画面

市販の 안드로이드  
スマホ(ASUS-  
nexus 6)を使用

モバイルの使い勝手は、  
ほぼスマホソフトの「LINE」  
をイメージ

### ユーザ(モバイル)画面

- メッセージの時系列的な閲覧と入力ができる。(中央)
- 本人以外の入坑者の所在位置、他者の状態が確認できる。(左側)
- 通信相手のメールの既読の有無が確認できる。(右側)



## 5) 試験運用による課題と改善(1)



試験運用指摘事項	改善策
<p>[坑内作業員意見]</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・作業時、着信音が小さく、聞き逃す。</li></ul>  <ul style="list-style-type: none"><li>・WiFi接続エリアから出たときにログアウトされてしまい、再度ログインする必要がある。ログインされているかどうかわからない。</li><li>・各業務Gと全体でチャットグループをわけて欲しい。</li><li>・気象警報等がわかると便利</li></ul>	<p>⇒ウェアラブルデバイス併用で通知</p> <p>⇒自動ログイン機能の装備</p> <p>⇒グループ機能を装備</p> <p>⇒自動Push機能も装備できるが、管理者が判断して通知させたほうが良い。</p>



## 5) 試験運用による課題と改善(2)



試験運用指摘事項	改善策
<p>[坑内作業員意見]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・Video通話機能がほしい</li> <li>・モバイル画面でも作業員の位置のマップが見たい。</li> <li>・スタンプ等定型文がほしい。打ち込むのが面倒。</li> </ul>  	<ul style="list-style-type: none"> <li>⇒サーバ、モバイルアプリ内に装備</li> <li>⇒作業員間の位置情報把握機能の追加</li> <li>⇒作業員の停滞検知機能の改善 (モバイルが動かなければ異常注意の喚起)</li> <li>⇒作業員間および中央制御棟管理者とのコミュニケーション機能の追加/写真、動画、メッセージ、スタンプ</li> </ul>
<p>[管理者意見]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・作業員の状態(位置、エリアへの入退場等)を画面上で、わかりやすくして欲しい。</li> <li>・管理者の合理的位置の検討</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⇒サーバアプリ改善(人の表示を吹き出し方式に変更、時間経過に伴う残存現象の解消)</li> <li>⇒サーバPCを中央制御棟に配置</li> </ul>

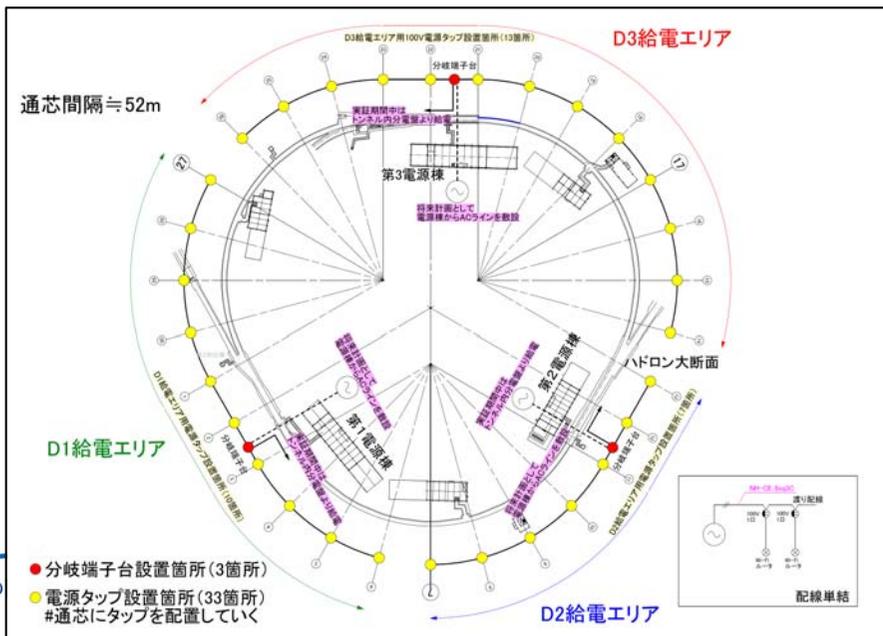


## 2. J-PARC MR 本格適用計画（全体）



### [計画概要]

- 2019年度は、MRトンネル全周へハードの導入、導入後、2020年度にかけて、本格的な利用を開始し、ユーザからのフィードバックによる課題抽出、アプリのアップデートを実施。2021年度は安全システムへの組み込み（全入域者への適用）を予定。
- APの配置は30か所、昨年まで放射線の耐久性を検証してきた位置に配置。給電は3ブロックに分けているが、停電時対策等も考慮したい。
- 防災アプリで管理しているのは、あくまでモバイル端末であり、入退域管理にはモバイル端末と入域者の同定が要求される。顔認証等の導入を検討するとともに、見学者等に対するゲスト機能も考慮したい。



Magnet

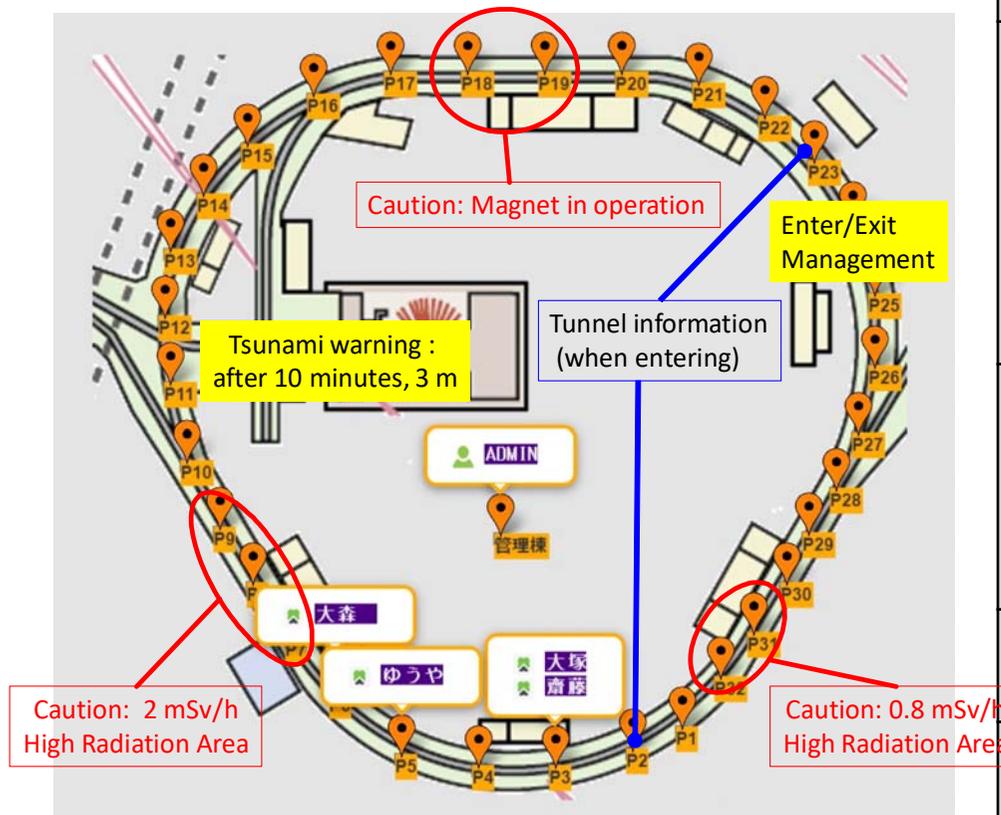




## 2. J-PARC MR 本格適用計画 (2019)



- MR全域を対象とした場合のサーバ画面を示す。これまでのような、坑内作業員との情報伝達や位置管理だけではなく、放射線量の把握、装置稼働状況などのウォーニング情報や発災時の緊急時情報の発信など、即時伝達、適正な行動指示できるシステム形成を目指す。



装置／システム	要求性能
モバイル ASUS ZenFone Max Pro (M2) プロセッサ Qualcomm Snapdragon 660 メモリ 4G Android搭載	<ul style="list-style-type: none"> <li>通常のスマートフォンとしての機能</li> <li>アンドロイド搭載モバイル、現段階では自家製のアプリを組み込むため、基本ソフトがこれに対応したフルオープン。</li> <li>6インチ以上の画面</li> <li>無線LAN、Bluetooth搭載</li> <li>バッテリー容量5,000mAh以上</li> <li>低価格</li> </ul>
時計型ウェアラブルデバイス MISFIT VAPOR 2 プロセッサ Qualcomm Snapdragon Wear 2100	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bluetooth搭載</li> <li>心拍測定機器を有する</li> <li>Wear OS by Google搭載</li> </ul>
サーバ	<ul style="list-style-type: none"> <li>Linuxが起動</li> <li>有線LANを搭載</li> </ul>
無線AP IEEE802.11 a/b/g/n/ac対応	<ul style="list-style-type: none"> <li>汎用的なAP</li> <li>一連の実験で耐放射線が確認されている機種</li> <li>ハブ機能付き</li> </ul>
ネットワーク	<ul style="list-style-type: none"> <li>J-PARC内でクローズ</li> <li>MR一周をカバー</li> </ul>



### 3. 防災システムの将来展望

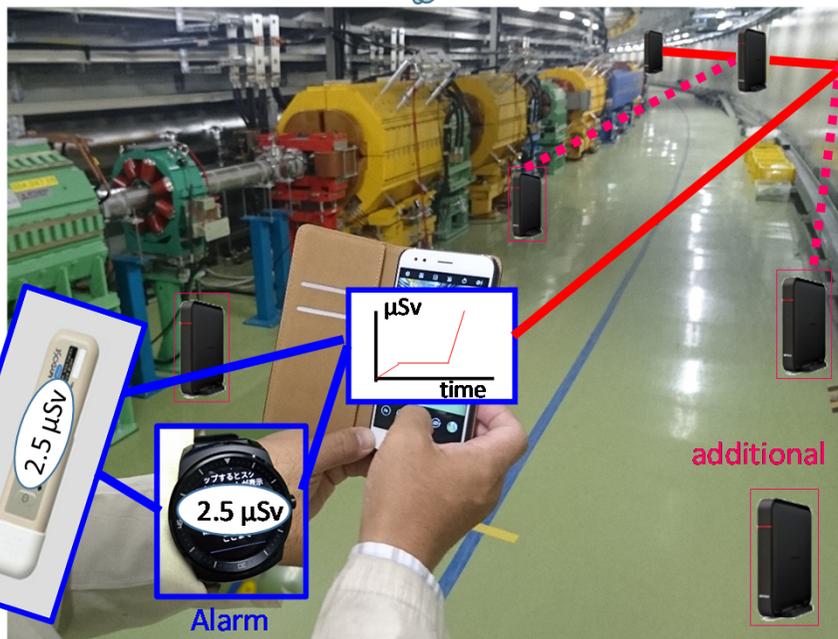


#### ➤ 防災システムと放射線測定との統合

放射線測定（個人線量計測定）との統合が実現できれば、医療現場などの放射線環境下における安全や作業効率を向上させるのにも役立つものと考えられる。J-PARCのような先端研究施設での実証が行えれば、多大な波及効果が期待できる。このためには、放射線の測定と測位とを連動させ、さらに放射線測定器に無線LAN機能を導入させる必要がある。

#### 機能拡大：放射線管理との統合 (who, where, when, how much do)

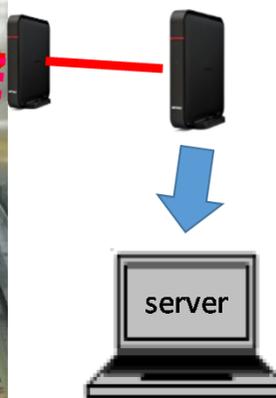
より高い放射線環境下での作業のために、位置精度を向上させるためAPを追加する。



防災の

Alarm

additional



#### Tracking and History

時間、位置、放射線量

- ・放射線測定器とモバイルが連動し、位置、軌跡、放射線の大きさ、累積量が直ちに把握できる。
- ・放射線管理がリアルタイムに実施でき、指示・発信も行える。



## 4. まとめ



- 本研究では、防災システムをMRの加速器トンネル全周に展開し、入域者全員に防災アプリが導入されたモバイル端末を携帯することで、安全性の飛躍的な向上を目指す。
- 既に基本的な機能を有した防災アプリは完成しているが、作業者に試用してもらうことでフィードバックをかけ、安全システムの一部として運用可能な領域まで開発を行う。
- 開発期間は、3年間とし、初年度にハードの導入、次年度にシステムの定常的な運用、最終年度に安全システムへの組み込みを目指す。
- 今後、研究開発と並行して広報活動も実施する。現状の研究成果をもって、加速器研究施設を中心に広報活動を始めているが、特に海外の加速器研究施設で関心が持たれている。
- 海外を始め、どこの研究施設でも作業者の安全管理には頭を悩ませており、近年のIoTの発達に伴って、我々のコンセプトに似た検討が始まっている。近いうちに世界トレンドになるものと想定している。



ご静聴有り難うございました。