

加速器施設における測位センサネットワークに基づく

放射線管理・防災システムの開発

DEVELOPMENT OF RADIATION MANAGEMENT AND DISASTER PREVENTION SYSTEM

BASED ON THE POSITIONING SENSOR NETWORK IN ACCELERATOR FACILITY

川端康夫^{#, A)}, 松田浩朗^{A)}, 松元和伸^{A)}, 小林薫^{A)}, 田頭茂明^{B)}, 大場俊幸^{C)}, 吉岡正和^{D)}
 Yasuo Kawabata^{#, A)}, Hiroaki Matsuda^{A)}, Kazunobu Matsumoto^{A)}, Kaoru Kobayashi^{A)}, Shigeaki Tagashira^{B)},
 Toshiyuki Ohba^{C)}, Masakazu Yoshioka^{D)}

^{A)} TOBISHIMA Corp.

^{B)} Kansai Univ.

^{C)} NAT

^{D)} KEK

Abstract

The positioning sensor network technology by using mobile terminal has been developed. This technology (that use mobile terminal as a positioning sensor) can be positioning and telecommunicating. Therefore, this technology had gained an understanding of the position and flow line of the person who holds the mobile terminal. By application of this technology, it invented developing radiation and a disaster prevention management system. In this paper, the development outline of radiation and a disaster prevention management system is shown. In addition, the experiment description in the accelerator medical facilities currently planned for the purpose of verification of the validity of this system is shown.

1. はじめに

加速器施設においては、施設利用者に対する放射線の管理や災害時の安全確保が極めて重要である。大型加速器施設においては、PPSが適用され^[1]、施設入場者の安全性確保に効果を発揮している。これに加え、施設利用者の位置やその動線に基づく管理を実装できれば、さらに有効性は高まるものと考えられる。

一方、筆者らは、モバイル端末を利用した屋内向け測位センサネットワーク技術の開発^{[2],[3]}に取り組んでいる。測位センサネットワーク技術とは、モバイル端末を測位センサとして利用し、情報通信と同時にモバイル端末の通信位置を特定するものである。本技術により、空間内のモバイル端末の保有者の所在やその動線等が把握可能となる。

本研究は、加速器施設の利用者の安全性向上を目的に、測位センサネットワーク技術を応用し、加速器施設における位置情報に基づく放射線管理・防災システムを開発するものである。現在、その基本システムとして、位置管理システムの開発と有効性の検証を目的とした現場実験を実施している。

本論文では、将来のILCのような大型加速器施設への応用を目的として開発中の、システムの全体概要と展望を示す。加えて、本システムの有効性の検証を目的に計画している、加速器医療施設（いばら

き中性子医療研究センター）での実験状況について示す。

2. 放射線管理・防災システムの概要

2.1 測位センサネットワーク技術

本技術は、Figure 1に示す、無線基地局、モバイル端末、ならびに、測位解析用サーバにより構成される。測位対象範囲に無線基地局を配備し、どの位置においてもモバイル端末が情報通信ネットワークと接続可能とする。

本技術では、モバイル端末による情報通信の際に、発せられる通信電波の強度とその通信電波を受信した無線基地局を利用する。これらの情報を測位解析

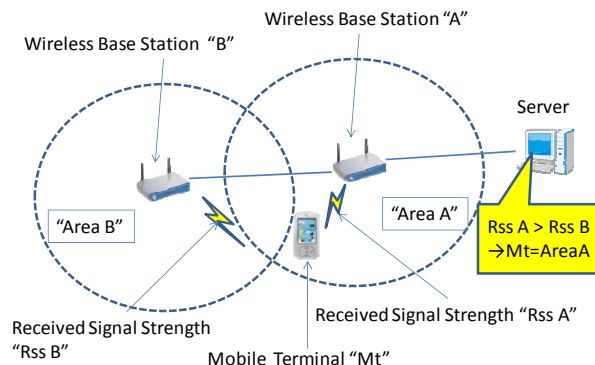


Figure 1: Basis of Positioning

Yashuo_Kawabata@tobishima.co.jp

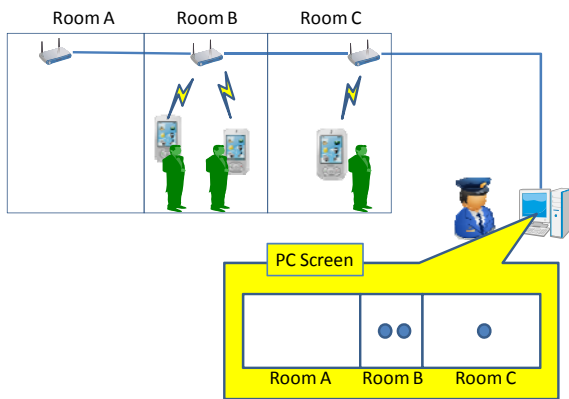


Figure 2: System Summary

用サーバにおいて集約し、受信した無線基地局の位置と通信電波強度からモバイル端末の位置を特定するものである。測位方式としては、近接方式を採用しており、1つの無線基地局のみ通信電波を受信した場合は、その無線基地局の位置がモバイル端末の位置、複数の無線基地局が受信した場合は、一番大きい通信電波強度を観測した無線基地局の位置をモバイル端末の位置としている。

2.2 位置管理システムの概要

上記の技術を基に、放射線管理・防災システムの基本システムとして、位置管理システムを開発した。本システムでは、通信するモバイル端末とこれを保有する施設利用者を紐付けることで、利用者を判別する。また、それぞれの無線基地局（の位置）と対象エリアを紐付け、得られたモバイル端末の所在（エリア）を判別する。この紐付けにより、“だれが（利用者）”、“どこ（どのエリア）にいるか”を、リアルタイム（5秒間隔）に把握するものである（Figure 2 参照）。位置情報は、ネットワークを介して、モバイル端末や PC 画面上で視覚的に確認できる。

2.3 放射線管理・防災システムの展望

位置管理システムにより得られた位置情報に基づき、放射線管理・防災システムを開発中である。実装する予定の主な機能を以下に示す。

- 加速器稼働に伴う立ち入り制限エリアの監視
- 滞在時間・場所を正確に把握した上での、利用者の放射線量管理
- 災害発生時の未避難者数、未避難者位置把握などの災害時初動支援

これらの機能については、実装後、現場実証実験の結果に基づき、内容修正や改良改善を行う予定である。また、放射線管理・防災において有効な機能は、随時取り込んでいく予定である。

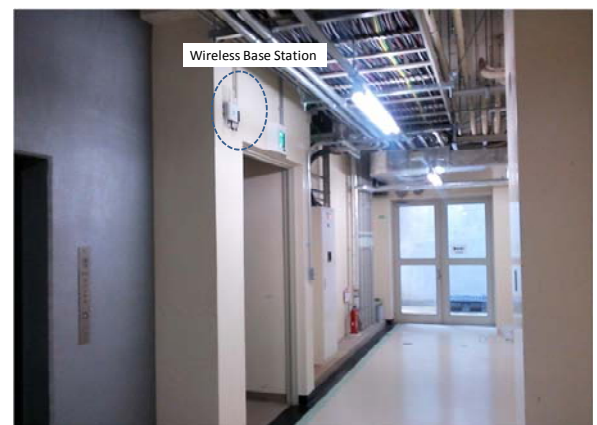
3. 現場実験状況

3.1 現場実験概要

現在、放射線管理・防災システムの基本システム



Photo 1: Ibaraki Neutron Medical Research Center



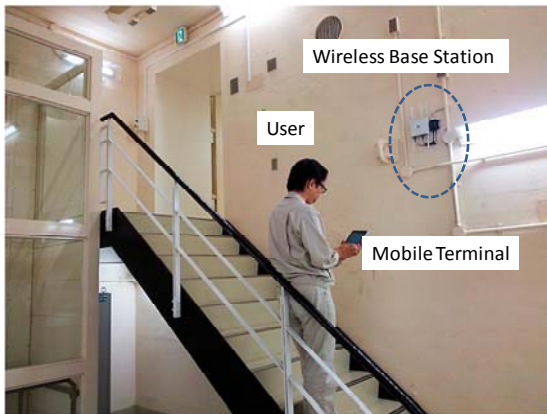
(a) Corridor (B2)



(b) Lounge (for a Patient)

Photo 2: An Example of Installation of Wireless Base Station

である、位置管理システムの有効性を検証する目的で、いばらき量子ビーム研究センター内に建設中のいばらき中性子最先端医療研究センター（地上3階、地下2階、建築面積 約 650m²）において現場実験を実施している（Photo 1 参照）。



(a) Irradiation Chamber



(b) Mobile Terminal Screen

Photo 3: An Example of Experimental Appearance

無線通信基地局の設置状況を Photo 2 に示す。施設内を 20 エリア (部屋 13, 廊下 7: 地下 2 階～地上 2 階) に分け, 各エリアに 1 台ずつ無線基地局を設置している。併せて, 位置特定を行う測位解析用サーバを制御室に設置している。

3.2 実験結果

本実験の実施状況の一例を Photo 3 に示す。

本実験においては, 設置したすべてのエリア (全 20 エリア) において, モバイル端末による情報通信が可能であった。また, 通信電波強度によりモバイル端末を保有する人物の所在が特定可能であった。さらに, 測位解析用サーバに実装した位置表示アプリケーションにより, ネットワークを介してモバイル端末上で, リアルタイムに確認可能であった。

Figure 3 に, 地上 1 階の制御室より, 地下 1 階の照射室を経て地下 2 階の廊下まで移動した際の, PC 画面を示す。図のように, モバイル端末を保有する人物の移動に合わせて, PC 画面上ではその人物を示すアイコンが移動し, 現在の所在やその動線の把握が可能であった。



(a) Control Room(1F)



(b) Irradiation Chamber(B1)



(c) Corridor (B2)

Figure 3: An Example of Tracking (PC Screen)

3.3 まとめ

本実験において, 開発した位置管理システムでは,
・対象エリアでのモバイル端末による情報通信

- ・モバイル端末を保有する人物の所在と動線把握
- ・モバイル端末画面および PC 画面でのリアルタイムなモバイル端末保有者の所在確認

が可能であった。

現在、実験を継続中であり、位置特定の精度についての定量的評価を行い、必要に応じて精度向上策を実施する予定である。

4. おわりに

本論文では、測位センサネットワークを応用した放射線管理・防災システムの全体概要と、その基本システムである位置管理システムの開発および実験状況について示した。

今後、本論文 2.3 で述べた機能を本施設に実装し、放射線管理・防災システムを完成させる予定である。

もともと、本実験研究は、将来国際リニアコライダー計画(ILC)に応用することを最終目標に行なっているものである。J-PARC が 2011 年 3 月 11 日に震災にあった時、MR トンネル内では 5 名の研究者が作業していた。彼らは、近くに非常脱出口があるにもかかわらず、わざわざ数 100 メートルの距離がある、入城した加速器出入り口から正式な手順を経て脱出した。とっさの現場の判断としては致し方ないことである。このときの教訓は、管理区域に誰が入城中であるかは現システムでもわかるが、どの位置で仕事をしているかまではわからない。従って、適切な避難誘導が出来ないということであった。ILC トンネルは大深度地下施設であり、非常時の脱出は大きな課題である。入城者の所在に応じた適切な避難誘導を行うことは、さらに重要な課題である。放射線管理と防災避難誘導を兼ね備えたシステムは重要な役割を果たすものと考ええる。

参考文献

- [1] 榊泰直, 中村直樹, 吉川博, 上田晋司, “J-PARC LINAC 用高速インターロックシステムの設計”, Proceedings of 28th Linear Accelerator Meeting in Japan, pp.467-469, 2003.
- [2] 松田浩朗, 松元和伸, 田頭茂明, “無線 LAN 測位の測位精度に関する研究”, 土木学会第 67 回年次学術講演会講演概要集, pp.549-550, 2012.
- [3] S. Tagashira, Y. Kanekiyo, Y. Arakawa, T. Kitasuka, and A. Fukuda, “Collaborative Filtering for Position Estimation Error Correction in WLAN Positioning Systems,” IEICE Trans. on Communications, Vol. E94-B, No.03, pp. 649-657, 2011.