

金属製移動ラックに取り付けた RFIC タグの読み取り範囲の検討

Consideration of the Reading Range of RFIC Tags Attached to Metal Mobile Rack

○阿部 侑久(産技高専・専) 柴崎 年彦 (産技高専)

Yukihisa ABE, Tokyo Metropolitan College of Industrial Technology, 1-10-40 Higashi-Ohi, Shinagawa-ku, Tokyo 140-0011

Toshihiko SHIBASAKI, Tokyo Metropolitan College of Industrial Technology, 1-10-40 Higashi-Ohi, Shinagawa-ku, Tokyo 140-0011

1. はじめに

RFID は、様々な変調方法と符号化方法を使用して IC タグと無線で通信を行うシステムであり、電磁波を利用して通信するためタグの表面状態に影響されない、金属以外の材料でアンテナと IC タグの間が遮断されていても通信へ影響しない、複数の IC タグを一括で読取ることが可能であるといった強みがあることから、製品管理に広く用いられている。しかし金属製品の管理をする場合は、金属による電波干渉に弱い欠点があるため、精度の良い IC タグの読み取りが行えない場合が多くある[1]。

そこで、手始めとして、比較的サイズの小さい試料に IC タグを用いたケースとして導体円筒管に取り付けた場合を検討した[2]。本研究では、これに引き続き、サイズの大きな金属製移動ラックに取り付けた場合について検討を行っている。まず、IC タグの読み取り可能範囲を数パターンの取り付け位置で測定し、次に、電磁界シミュレータで実験環境をモデリングして数値解析を行い、電界の強度分布を求めている。

2. 検討試料

本研究の検討に使用する試料を Fig.1 に示す。この試料は、ネスティングラックと呼ばれ概寸は奥行 1,200mm, 間口 1,350mm, 高さ 1,700mm であり、スチール材で構成されている。なお、IC タグを読取る RFID リーダライタは、ハンディタイプの製品を使用する。



Fig.1 Metal mobile rack

Table 1 Specifications of the reader-writer

Product Number	DOTR-920J
Output Power	1 W Maximum 30dBm (31-level adjustable)
Frequency	916.8~920.8MHz
Polarization Characteristics	Circular Polarization (Built-in antenna)

3. RFID リーダライタの仕様

本研究にて使用した RFID リーダライタの仕様を Table 1 に示す[3]。Table 1 のように、円偏波により IC タグへの通信を行う仕様になっている。今回出力電圧は、100mW と 250mW を使用した。

4. 読み取り可能範囲測定の実験方法

Fig. 2 に IC タグの読み取り可能範囲測定時の実験風景を示す。まず、移動ラックを固定位置に設置し、高さを調整するためにリーダライタを台車上のポリプロピレン製の足場材に固定させ、リーダライタと同じ高さとなるように IC タグをラックの柱部分に貼り付けた。次に、IC タグとリーダライタを 150mm 毎に遠ざけた位置に固定し、リーダライタをラックと平行に移動させ、IC タグの読み取り可能な開始位置と、読み取りができなくなる終了位置の直線距離をそれぞれ測定した。図中の黄色の線がその測定位置を示している。測定終了後、リーダライタの正面に取り付けた IC タグを柱部分の側面、裏面となるようにラックに貼り付けて同様の測定を行った。さらに、リーダライタと IC タグを同じ高さとした全ての測定が終了した後に、IC タグを上下±150mm 毎 (上限下限±450mm)に取り付け、同様の測定を行った。これらの測定は出力電力 100mW, 250mW を使用した。

なお、出力電力 100mW の場合では、ラック内を空にした状態で、ラック内に金属製の資材 (アルミ製の足場)を入れた状態の、2 パターンの測定も行った。



Fig.2 Experimental scene

5. 電磁界シミュレータによる解析方法

実験から得られた読み取り可能範囲の傾向を調査するために、FDTD 法(Finite Difference Time Domain Method)で計算を行う電磁界シミュレータ KeyFDTD((株)科学技術研究所)を活用し、実験環境をモデリングして電界分布の数値解析を行った。シミュレーションで設定したモデルの解析条件を Table 2 に示す。なお、励振源は実験結果より、IC タグの位置から 900mm 離す位置に設定した。

Table 2 Analysis conditions

Condition Item	Content
Excitation Source	Size: 200 × 200mm Frequency: 920MHz
Polarization	Right-hand circular polarization
Analysis Region (x, y, z)	2625, 2875, 2075 (Output: 100mW) Medium: Air
Mesh Division	105, 113, 83
Absorbing Boundary Conditions	PML

6. 実験及びシミュレーション結果

まず、読み取り可能範囲についての実験結果を示す。Fig. 3 はその一例で、ラック内を空にし、IC タグをリーダライタの正面位置とした場合の実験結果である。

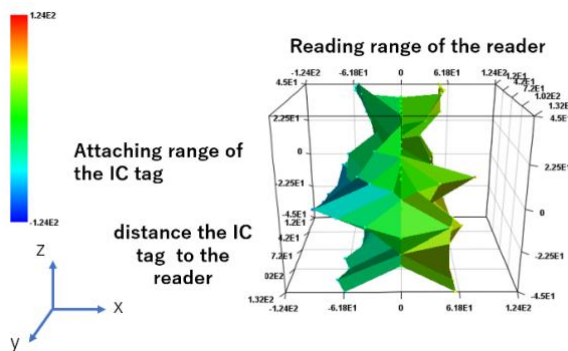


Fig.3 Read range (front, output power 100mW)

Fig.3 では、Reader の読み取り可能範囲が 0~+側の範囲で緑、黄の順、0~-側の範囲で緑、青の順でそれぞれ広くなることを示している。また、「Reader の読み取り可能範囲」の 0 目盛りにおける縦方向の範囲が、実際に実験で IC タグを取り付けた範囲となっている。図から IC タグを正面位置の上より、下に取り付けた時の方が、読み取り可能範囲の広いことが確認できる。また紙面の関係で他の測定結果を割愛するが、IC タグとリーダライタを 150mm 毎に遠ざけた場合についても正面位置より下の範囲の方が遠距離まで読み取れることが確認できた。一方、IC タグを柱部分の側面に取り付けた場合では、取り付けた方向では安定した読み取りができたが、逆の方向では、狭い範囲しか読み取りができなかった。また、柱部分の裏面に取り付けた場合では、どの範囲でも全く読み取りができなかった。これらの傾向は出力電力が 250mW の場合でも同様であった。なお、ラック内に金属製資材を入れた測定では、IC タグが正面の場合はラック内を空にした状態と同等の傾向が得られたが、側面及び裏面に取り付けた場合では、アルミ製資材の反射により読み取り範囲の広がることを確認できた。

次に、ラック内を空にし、IC タグをリーダライタの正面と右にずらした場合の 2 種類の電界分布の数値解析結果を、Fig.4,5 に示す。これらの数値解析結果の図では、白い部分が励振源(リーダライタ)で、赤、黄、緑、青、紫の順で電界強度が弱くなることを示している。Fig. 4 では、ラック外よりラック内の方が緑色の分布が多く、電界強度が強くなっていることが確認できる。Fig. 5 では、励振源を IC タグの正面においた場合と比較すると、ラック内の電界が弱く、中央の柱の外側に、一部電界が強くなっている箇所がある

ことが確認できる。また、実験で IC タグを取り付けていた柱(図中央部青い柱)には、一様の電界がかかっていることが確認できた。現在、ラック内に金属製資材を入れたモデルを検討している。

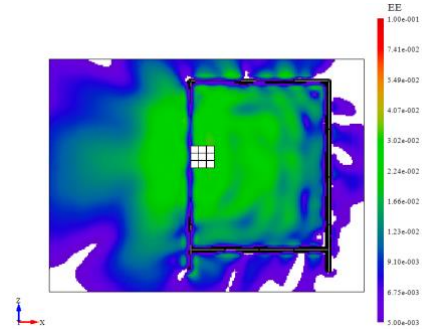


Fig. 4 Electric field distribution in the experimental environment (front, output power 100mW)

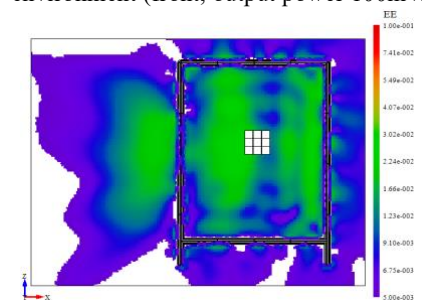


Fig. 6 Electric field distribution in the experimental environment (right, output power 100mW)

7. まとめ

実験結果から、どの条件でも IC タグを正面位置よりも下に取り付けた時の方が、上に取り付けた時よりも読み取り範囲の広いことがわかった、また、IC タグを柱部分の側面、裏面に取り付けた時は、ラック内に金属製資材を入れた状態の方がラック内を空にした状態よりも読み取り範囲の広いことがわかった。次にシミュレーション結果からは、リーダを IC タグの正面に設置した場合は、ラック外よりラック内の方が電界強度が高くなることが確認でき、正面から右にずらした場合は、中央の柱の外側に、一部電界が強くなっている箇所ができることが確認できた。今後は、ラック内に金属製資材を入れた場合の電界分布についてのシミュレーションを行い、さらに IC タグを含めたモデルでの解析を工夫する予定である。そして、IC タグを上部よりも下部に取り付けた方が読み取り範囲が広がる要因や、ラック内に金属製資材を入れた場合の電磁界分布等を確認し、金属製移動ラックに IC タグを取り付ける最適な位置を検討したい。

謝辞

本研究はジー・オー・ピー株式会社の研究寄付助成を受けて行われた。ここに感謝の意を示す。

参考文献

- [1] "RFID の基礎", 第 12 回 JAISA 基本技術者講習育成プログラム, 一般社団法人 日本自動認識システム協会, 2019-3, https://www.jaisa.or.jp/about/pdfs/2019_0329rev8.pdf.
- [2] 深瀬, 柴崎:"FDTD 法による導体円筒管近傍の IC にタグの数値解析", 電子情報通信学会, 信学技報, vol.121, no.26, EMT-2021-28(6page), 2021-11-04.
- [3] "セパレート型 UHF 帯 RFID リーダライタ DOTR-900J シリーズ取扱説明書", 株式会社東北 システムズ・サポート