

超伝導バルク共振器を用いた 5 GHz 帯アンテナの伝送効率評価 Evaluation of transmission efficiency of 5-GHz band antenna using superconducting bulk resonator

山形大院¹, 富士電機² ○(M1)佐藤 豪大¹, (M2)島田 文哉¹, (B)清岡 和史¹,

柴田 将史², 齊藤 敦¹

Graduate school of Yamagata Univ.¹, Fuji electric² ○T. Sato¹, F. Shimada¹, K. Kiyooka¹,

M. Shibata², and A. Saito¹

E-mail: t212017m@st.yamagata-u.ac.jp

1. 研究背景

無線電力伝送は非放射型と放射型に分類され、非放射型は比較的近距离な伝送方式で伝送効率は 90 % 以上と高効率である。対して放射型は比較的長距離への送電が見込め、近年のマイクロ波無線電力伝送に関する研究では伝送距離が 280 mm で送受信アンテナ間の伝送効率が約 60%と報告されている。[1] さらに伝送効率を高めるために、アンテナ材料に超伝導体を利用することでアンテナでの損失を低減させることが有効であると考えられる。

超伝導アンテナの研究としては、これまでに薄膜型パッチアンテナの研究がなされているが、耐電力が 1 W 以下と小さく大電力送信用アンテナへの応用は困難であった。[2] 近年、超伝導フィルタの分野で超伝導バルク共振器を用いたフィルタは耐電力 100 W 以上を実現できることが報告された。[3] このことは超伝導バルクを用いたアンテナが大電力送信用アンテナとして応用できることを示唆しているが、超伝導バルクアンテナの優位性は定量的には評価されていない。そこで、本研究ではバルク共振器を用いた無線電力伝送用アンテナにおける超伝導体と常伝導体の伝送効率および導体損失の違いを調査した。

2. 伝送効率の比較

超伝導体の $\text{GdBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ (GdBCO) バルクと常伝導体の Cu バルクを用いて共振アンテナを構築した。[4] それぞれを富士電機製パルスチューブ冷凍機にて 48 K まで冷却して送信アンテナとし、受信アンテナには市販のホーンアンテナを用いて伝送効率を測定した。送信アンテナへは、Signal Generator よりパワーアンプを介して約 0.07 ~ 7.04 W の電力を入力している。伝送距離が 0 m の時の伝送効率を図 1 に示す。常伝導体である Cu バルクを用いたバルクアンテナでは最大で 5.14% の伝送効率を得た。対して、超伝導体である GdBCO バルクを用いたアンテナでは最大で 15.4% の伝送効率

が得られ、常伝導体の約 3 倍の伝送効率となった。この原因は超伝導体を用いた際の導体損失が小さいためである。詳細については当日述べる。

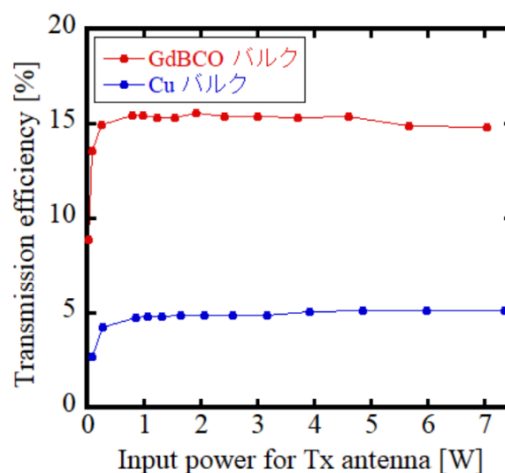


Fig. 4 Comparison of transmission efficiency between GdBCO and Cu antennas.

3. 参考文献

- [1] N. Shinohara et al, IEEE Open J. Antennas and Propagation, 2, pp.170-180, 2021.
- [2] K. Ehata et al, Electronics and Communications in Japan, 82, pp. 56-69, 1999.
- [3] A. Saito et al, Applied Physics Express, 8, pp. 1-3, 2015.
- [4] A. Saito et al, ISS2021, ED 4-3, 2021.