

LTO-9テープメディア の寿命評価

Revision: 1

テープストレージ専門委員会
2023年12月

概要

- データテープが長期アーカイブ用途として期待される中、2019年度に公開した、バリウムフェライト(BaFe)磁性体を使用したLTO-7テープメディア(以下LTO-7)の寿命試験から4年が経過したことから、最新媒体であるLTO-9テープメディア(以下LTO-9)寿命検証を行った。
- 寿命検証の方法としては、LTO-7で実施した、①飽和磁化(M_s)の経時安定性、②再生信号の減衰率、の2種類となるが、LTO-9は、LTO-7と同様に酸化鉄系のBaFe粒子を磁性体として使用しているため、十分な飽和磁化(M_s)の経時安定性が見込める。そこで、今回は ②再生信号の減衰率のみを実施した。
- 再生信号の減衰率は50年以上、信号の読み取り品質に影響のないことが確認された。
- この結果から、保管環境(25℃)では、磁気的な性能においては、少なくとも50年以上の寿命推定が検証できた。

LTO-9の寿命評価

背景

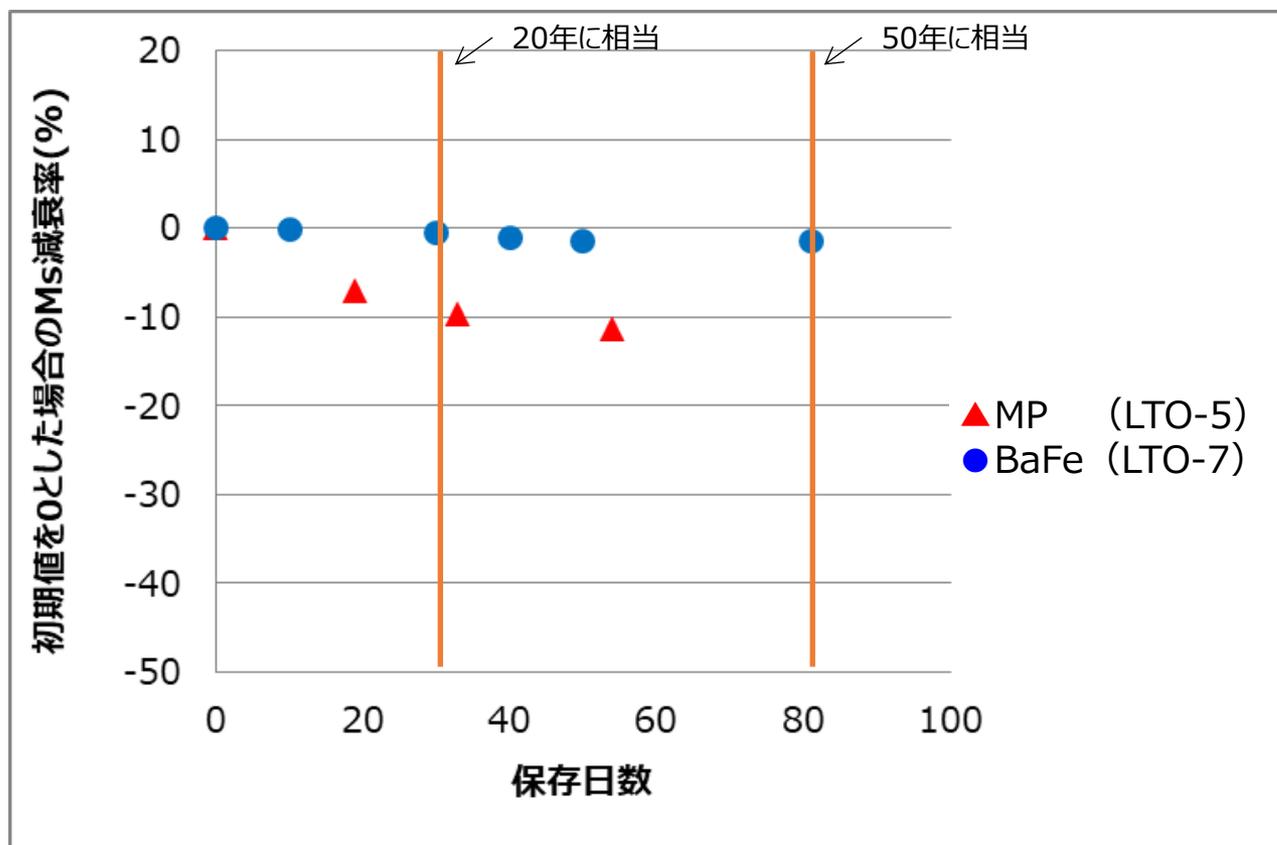
- LTO-7を使用した寿命試験から4年が経過し、データテープの用途として、長期アーカイブは更に重要性を増し、メディア寿命への関心も更に高くなっていった。2021年にはLTOも第9世代が主流となり、磁性体も酸化鉄系のBaFe磁性体へと変わったが、第9世代の寿命推定がされていなかった。
- 上記の背景により、2023年度は20年を超えるテープメディア寿命推定検証を目的に、LTO-9を用いた長期保存試験を実施した。

寿命の推定方法-飽和磁化の経時安定性

- LTO-7で実施した**飽和磁化(Ms)の経時安定性**において70°C80%RHという非常に過酷な加速環境においても酸化鉄系のBaFe粒子は**安定性が高くほとんど劣化しなかった**。LTO-9は、LTO-7と同様に酸化鉄系のBaFe粒子を磁性体として使用しているため、十分な経時安定性があると見込める。
- LTO-7の飽和磁化の経時安定性 参照

参照：飽和磁化(Ms)の評価結果(70°C/80%RH条件)

図は70°C/80%RHという高湿の条件で実施した保存テストのメタル磁性粉を使用したLTO-5 (▲)と、BaFeを使用したLTO-7 (●)の飽和磁化(Ms)の経時安定性を比較したものである。BaFe磁性体を使用したLTO-7では、劣化が非常に小さく、50年時点の劣化率も、2013年に少なくとも20年以上の寿命を確認したLTO-5の20年時点の劣化率よりも小さい結果であった。



寿命の推定方法-再生信号の減衰率

- 再生信号の減衰率

磁性体の熱安定性の指標として K_uV/kBT が知られており、保持力との関係は下式で示される。この式に従うと、短時間の保持力変化を測定する事で長期経時後の保持力を推定できる。

$$H_C(t) = \alpha H_K \left\{ 1 - \left(\frac{k_B T}{K_u V} \ln \frac{f_0 t}{\ln 2} \right)^n \right\}$$

ここでは富士フイルム学術論文*に従い、LTO-9記録再生条件での再生信号の減衰の時間依存性を測定することで、LTO-9用BaFe磁性体の安定性を評価した。

*「リニアテープシステム用バリウムフェライト媒体の長期保存性能」

電子情報通信学会 技術研究報告. MR, 磁気記録112(137),53-57, 2012-07-12)

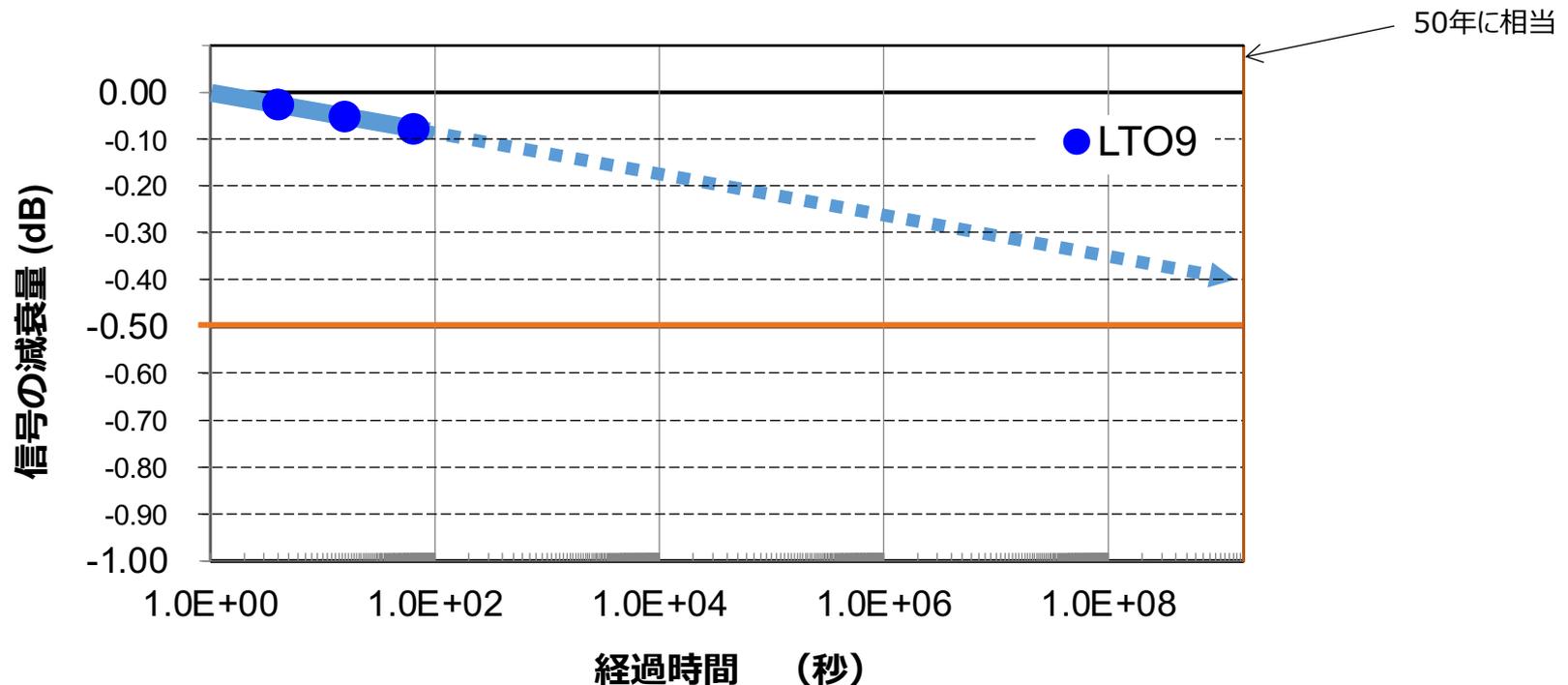
再生信号の減衰率評価結果

信号の減衰率(decay rate)は、約0.04 dB/decadeとなった。

これは経過時間が10倍進むごとに、信号が約0.04dBずつ減衰していくことを意味し、50年後の減衰率は0.4dB程度となる。

富士フイルム学術論文*より、再生信号が0.5dB減衰しても、エラーレートはほとんど変化しないことが確認されており、再生信号減衰によるLTO-9の信号読み取り品質は、50年以上問題ないと推定できる。

*「バリウムフェライト磁気テープにおける熱安定性パラメータ分布の影響」 電子情報通信学会技術研究報告 113(127), 25-29, 2013-7-12



LTO-9の寿命推定

- 結果

LTO-9はLTO-7と同組成のバリウムフェライト(BaFe)磁性体を使用しているため、飽和磁化の経時安定性も同様と見積もられ、また再生信号の減衰率は50年以上、信号の読み取り品質に影響のないことが確認された。

- 結論

保管環境（25℃）では、磁気的な性能においては50年以上の寿命推定が検証できた。

- 考察

LTO-9テープメディアが50年以上磁気的に安定なことは確認できたが、システムの保証期間、OS及びソフトウェアの互換性等を考慮すると、安全かつ安心して、一つのテープフォーマットにデータを保管する目安は10年と考えられ、10年以上の長期保管をする場合は、JIS Z 6019「磁気テープによるデジタル情報の長期保存方法」を参照し、データを適切に移行（マイグレーション）することを推奨する。