

祝 加藤科学振興会創立75周年

功績賞受賞記念講演

「IEEE MILESTONE 登録の経緯とその意義」

公益財団法人加藤科学振興会
理事・事務局長 岡本 明
okamoto@katof.or.jp

教えの継承



ノイス先生
(1866~1936)

MITの学長代理までされた物理の先生。1903年から2年間加藤先生はこの先生の許で研究され、科学技術教育のあり方を学ばれた。



加藤与五郎先生
(1872~1967)

帰国後、東京高等工業学校(蔵前)の教授に迎えられ、同校が東京工業大学に昇格するときには「建学の精神」や運営に関して多大な影響を与えた。



武井武先生
(1899~1992)

蔵前で加藤先生に師事し、改めて東北大を卒業し、金属材料研究所で磁性の研究をしているときに、加藤先生の電気化学科に助教授として迎えられ、以降長年に渡り加藤先生のご指導を受けた。

IEEE MILESTONE 登録前の世の中のおおかたの人の認識

フェライトはHilpertが提案（1909）し、実用材料の開発と、無線機への実用化はフィリップスが行った

1995年でも世界はこんな認識

International Conference on

100 Years of Radio

5-7 September 1995

Organized by

The conference is Organized by the Science, Education and Technology Division of the Institution of Electrical Engineers in association with the British Vintage Wireless Society International Union of Radio Science

A further improvement came with the development of ferrite materials. The eddy current losses in a magnetic core material increases as the square of the frequency. Ferrite materials have the benefit of having very high resistivities and hence very low eddy current losses. Ferrite materials were first produced by Hilpert in Germany in 1909 (13). The first practical materials, however, were developed by Snoek who worked for the Philips company in Holland (14,15,16). Starting in 1943, he carried out extensive research with substances of the type XF_2O_4 , where X was a divalent metallic ion such as manganese or nickel. The specific resistivities of the materials were between 10^7 and 10^{12} times that of iron and hence the eddy current losses were negligible.

The first ferrite cores, known as *ferroxcube*, became available commercially in the mid-1950s. Since that time they have effectively replaced iron-dust cores and their useful frequency range has been extended well into the v.h.f. bands. Two classes of ferrite materials are now in common usage for r.f. applications: manganese-zinc (MnZn) and nickel-zinc (NiZn). The first of these is used for frequencies up to about 2MHz and has relative permeability values in the range 300 to 10,000 The second type is used for frequencies up to about 300MHz and has relative permeability values in the range 10 to 2000. As a general rule the higher frequency ferrites in either class have lower values of relative permeability.

-
- 最初の実用的なフェライト材料はフィリップスの Snoek が開発した
 - 商品化は1950年代半ばに行われ、ダストコアを置き換えていった
 - 日本におけるフェライトの展開については全く触れていない

Introduction to Ceramics でも同様の記述。 世界の教科書にこのように書かれていた。

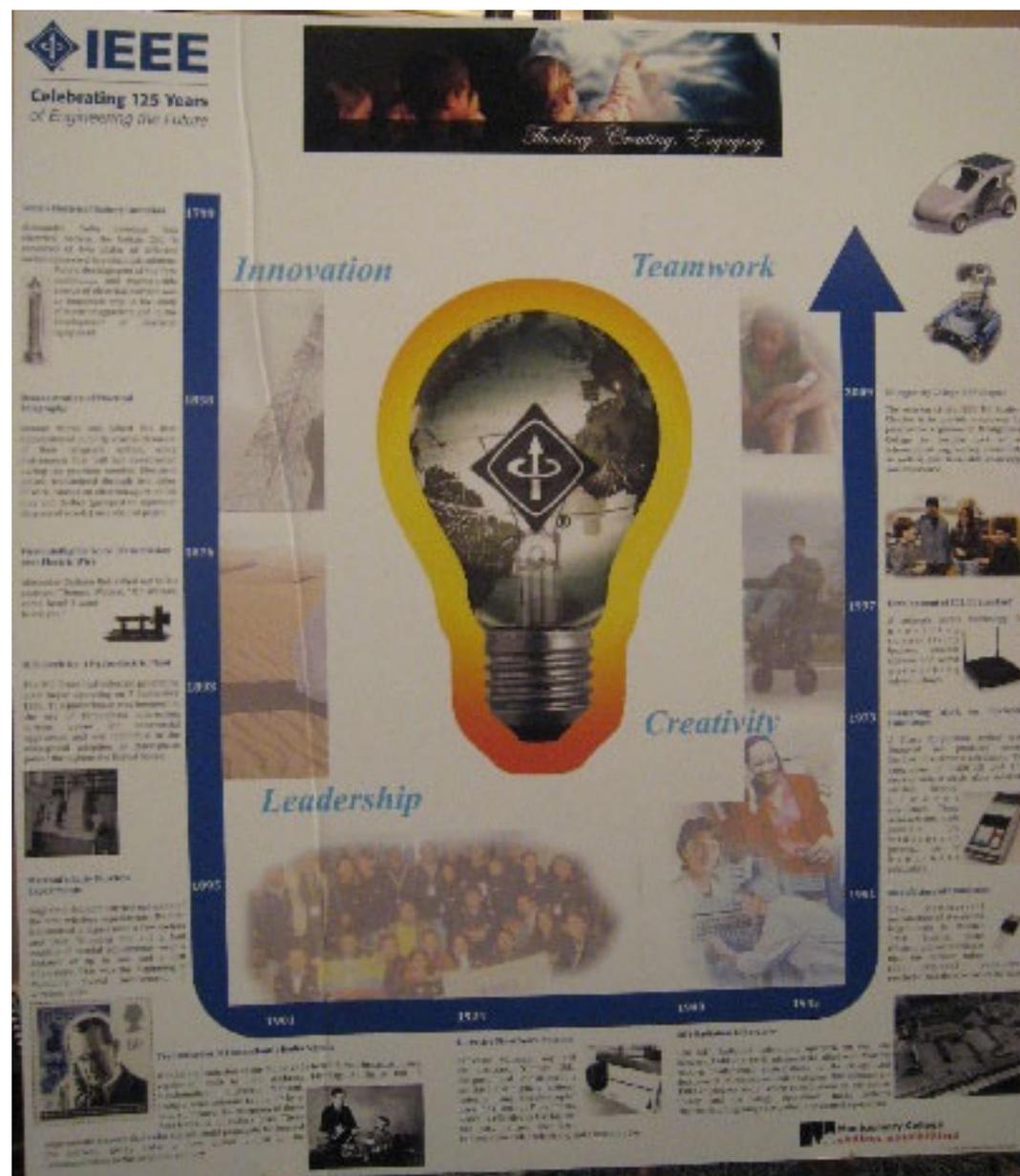
IEEE Milestones Program とは？

IEEEが電気・電子技術およびその関連分野において、開発から25年以上経過し、社会や産業の発展に多大に貢献した重要な歴史的偉業を称えるために1983年に制定された。

これまで；

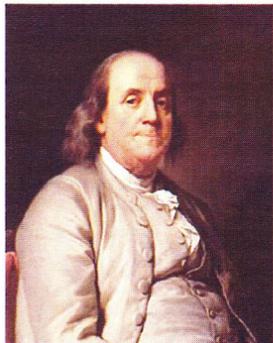
- ・ボルタ電池(1799)
- ・グラハム・ベルの電話(1876)
- ・マルコーニの無線通信(1895)
- ・フレミングの二極管(1904)
- ・ベル研でのトランジスタ(1947)
- ・IBMのHDD:RAMAC(1956)

など世界で約175件のマイルストーンが認定されている。(2017年3月現在) 内日本は32件。フェライトは日本で10番目の登録。



IEEEマイルストーンの偉人達

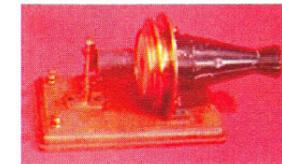
Benjamin Franklin
Kite Experiment - 1752



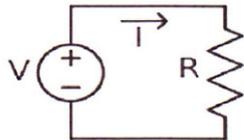
Alessandro Volta
Volta Pile 1799



Alexander Graham Bell
Telephone 1876



Georg Simon Ohm
Ohm's Law 1827



Joseph Henry
Electromagnet 1829



Heinrich Hertz
First Radio Wave 1888



Andre Ampere
Ampere Law - 1820



Michael Faraday
Induction Ring 1832



Guglielmo Marconi
First Transatlantic Wireless
Communications 1901



フェライトの IEEE MILESTONE への登録

世界の人達の認識を変えるには IEEE MILESTONE に登録するのが一番

2006年11月 申請準備開始 (ライフワークの覚悟)
2008年6月 Proposal Form 提出
2008年12月 Nomination Form 提出
2009年6月 登録承認

2009年10月東工大に於いて IEEE MILESTONE の銘板贈呈式



東工大100年記念館(現博物館)
とTDK歴史みらい館に展示

刈谷市南部生涯学習センター
加藤与五郎展示室にもレプリカ
展示 (2017年11月)

Dr. Gowen からIEEEマイルストーン銘板の贈呈式

(Dr. Gowen: IEEE 元President、History Committee Chairman)



東工大 伊賀学長



TDK 上釜社長

発明から87年

未だに進化し続けているフェライト

その役割の変遷と発展

1935年 大学発ベンチャーとして東京電気化学工業が創立された

■ 1935年12月7日 フェライトの事業化を目的として設立された

■ 東京電気化学工業という社名はフェライトが発明された東京工業大学の電気化学科から命名した。後に、TDK株式会社に社名変更

■ 翌、1936年6月には蒲田に工場用地を取得、工場建設を行った。資金は、当時日本における最大の企業であった鐘淵紡績から支援を受けた 1937年から製造開始

発明者



加藤 与五郎博士



武井 武博士

起業家



齋藤 憲三

スポンサー



津田 信吾
当時の鐘紡社長

世界最初のフェライト生産工場

場所は現在の東京都大田区



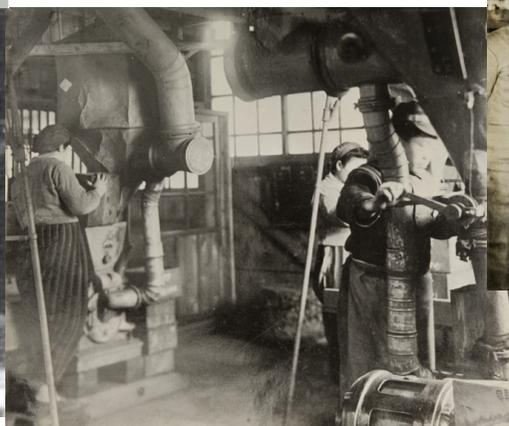
蒲田工場竣工式

完成した蒲田工場と従業員
1937年7月12日

フェライトコア製造工程



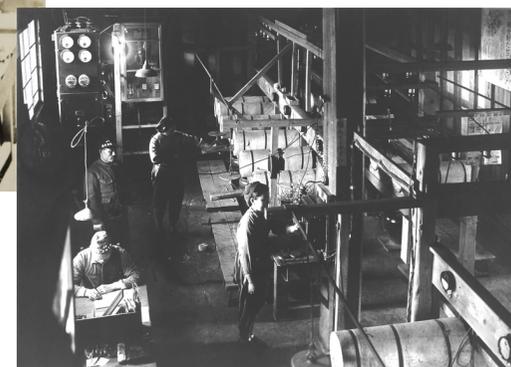
フェライト合成
硝酸塩法



粉碎工程

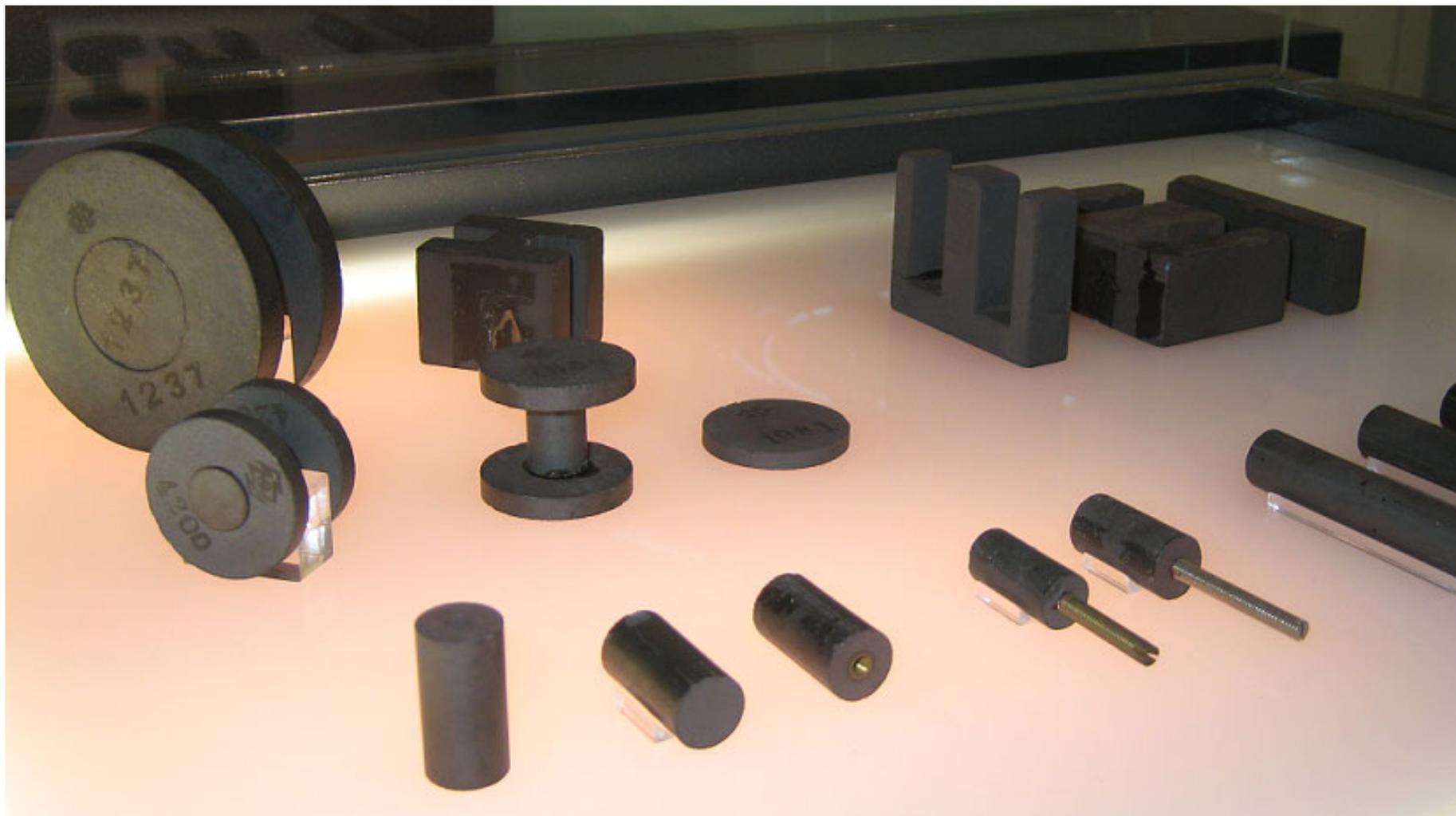


プレス工程



焼成工程

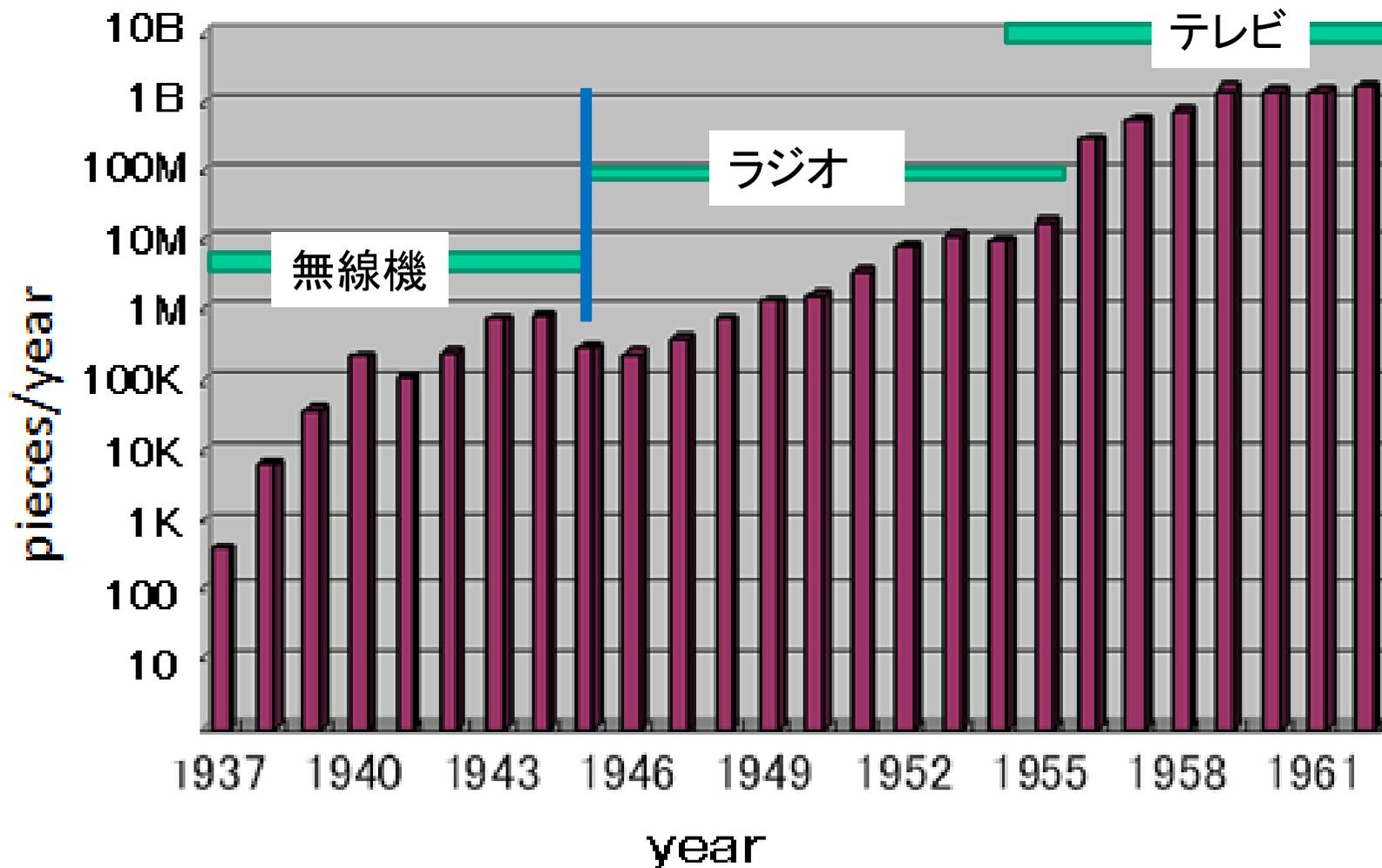
量産開始当時(1937~1938年)のフェライトコア製品群



Cu/Znフェライトコア

(TDK歴史館所蔵)

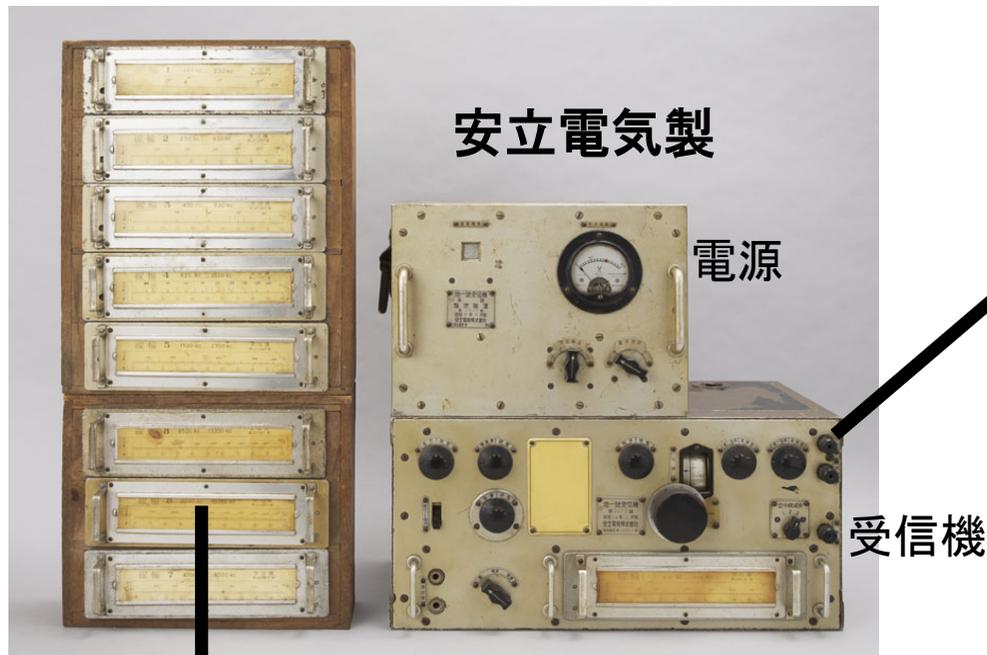
TDKのフェライト出荷数量の推移



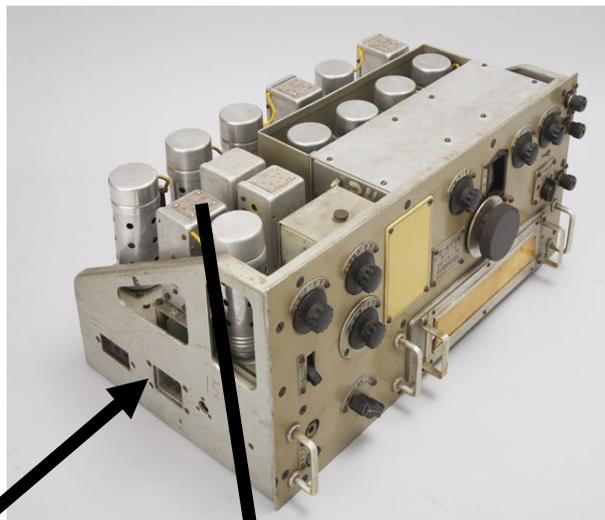
1945年までのフェライトコアの累計出荷数量 : 500万個

陸軍地1号無線機へのフェライトの応用

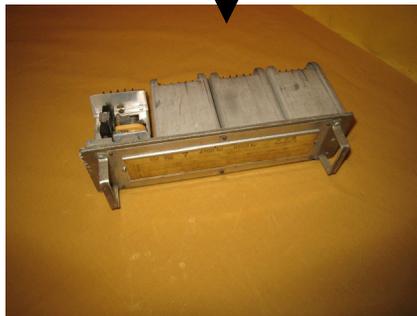
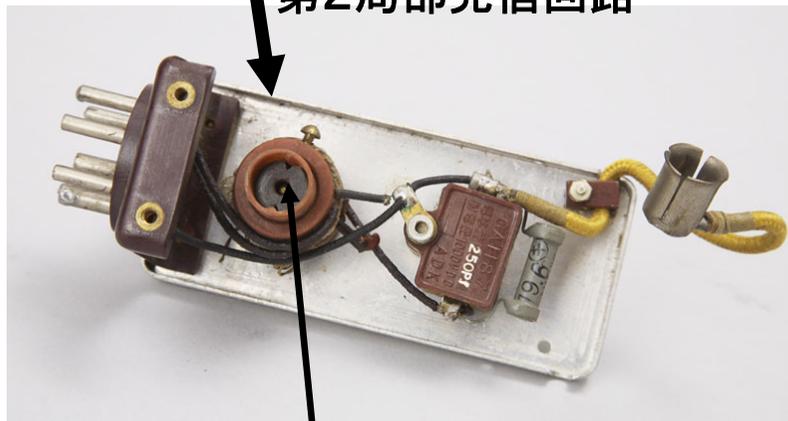
1台に40個のフェライトコアが使用されていた



(横浜旧軍無線通信機資料館所蔵)



第2局部発信回路



周波数選択用モジュール



フェライトコア



10x15mmRN型 μ 同調フェライト磁芯

戦後のフェライト産業の成長を支えたラジオとテレビ

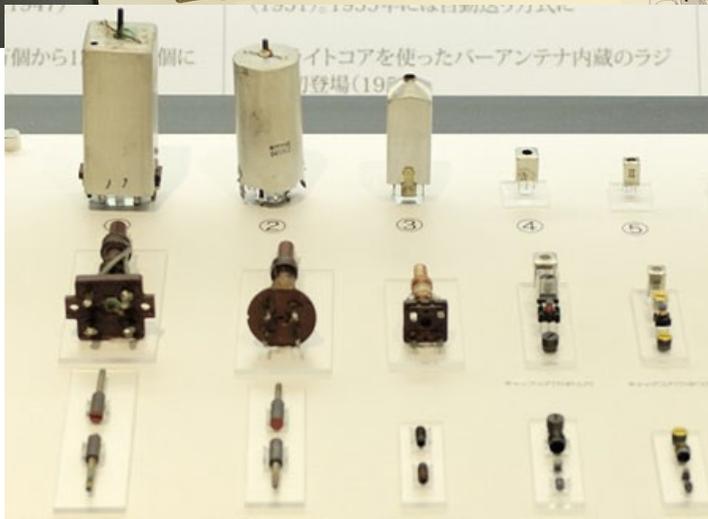


松下電器製の初期のテレビ



偏向ヨーク用コア

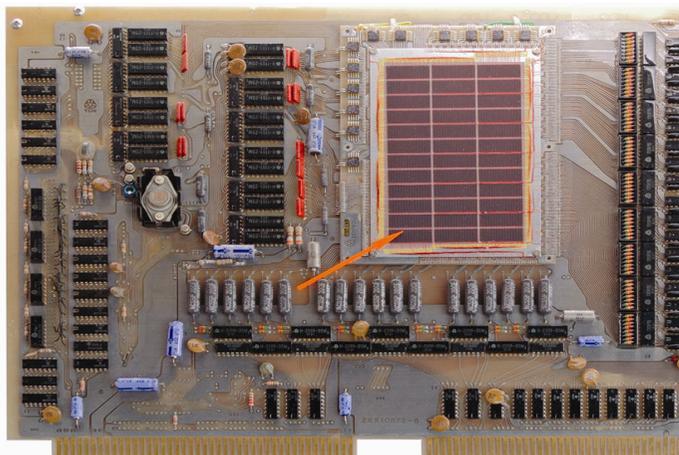
フライバックトランス用コア



ネジ付きフェライトコア

スーパーヘテロダイン方式ラジオの中間周波トランス

さまざまな使われ方をしながらフェライトは急拡大



コンピュータ: コアメモリー



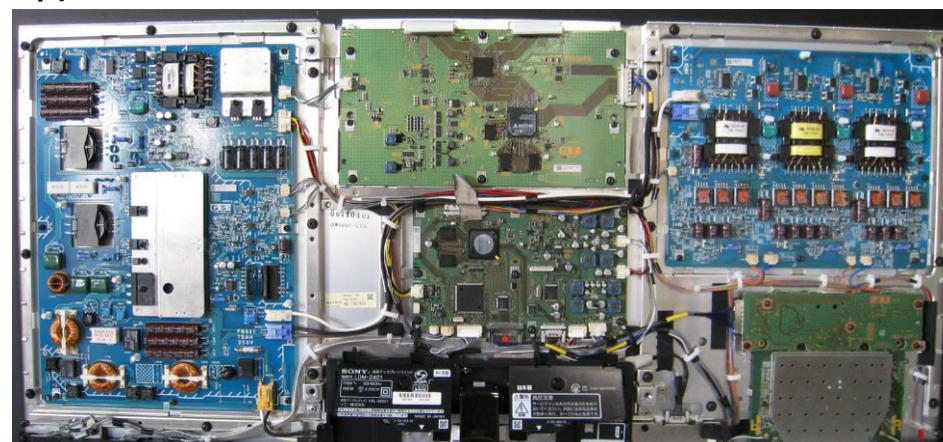
電波吸収体



ウォークマン: ヘッド、チップインダクタ



VTR: ローターヘッド、インダクタ



液晶テレビ: トランス、インダクタ

発明以来87年

最先端機器でも大量に使われているフェライト

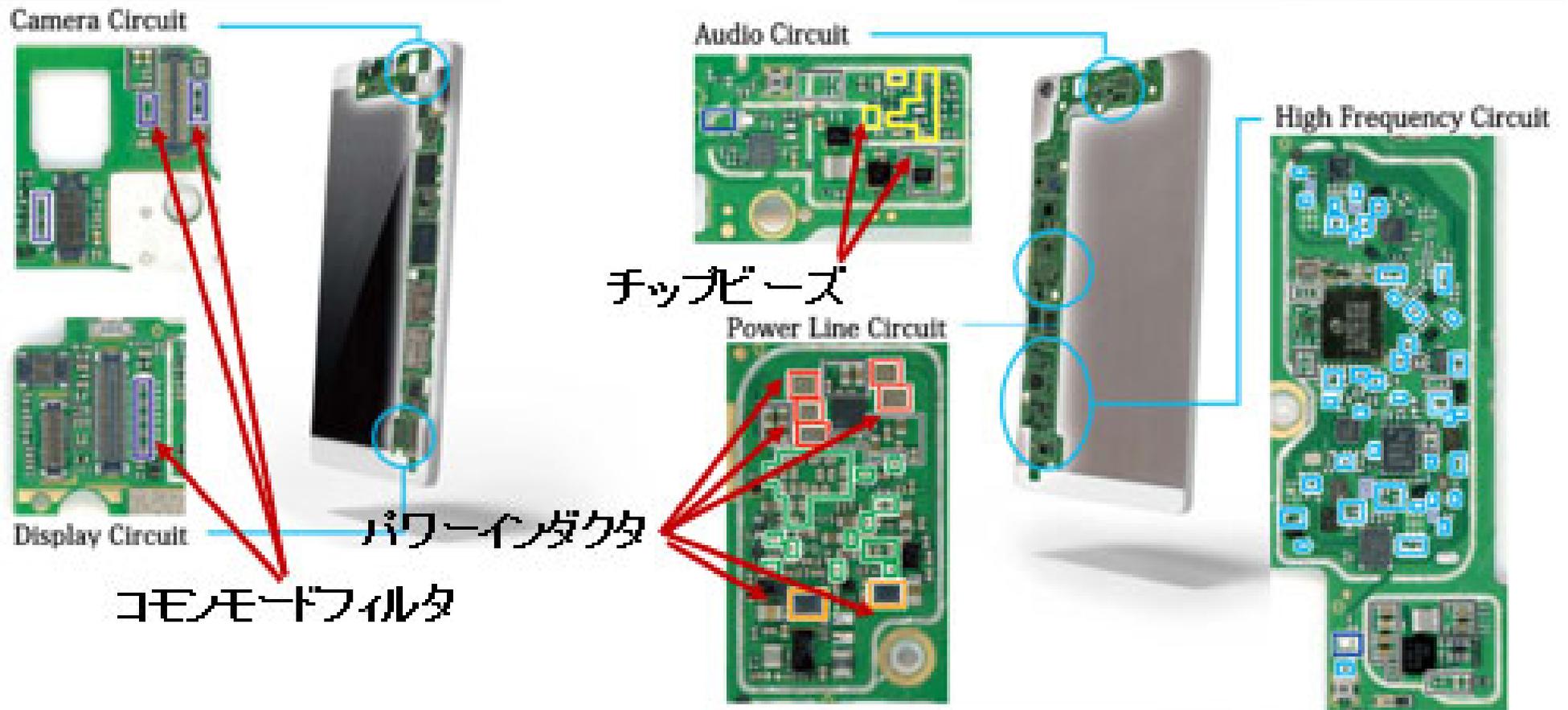
その使われ方は

パワー

&

ノイズ対策

スマートフォンでもたくさん使われているフェライト (微小チップ部品)



EV / HEV用パワー応用

- 小型：容積、軽量
- 高効率
- 保護機能：入力過電圧保護、出力過電圧保護等
- 共振回路を採用し高効率、低雑音を実現



低損失フェライト材使用トランス



DC/DCコンバータ

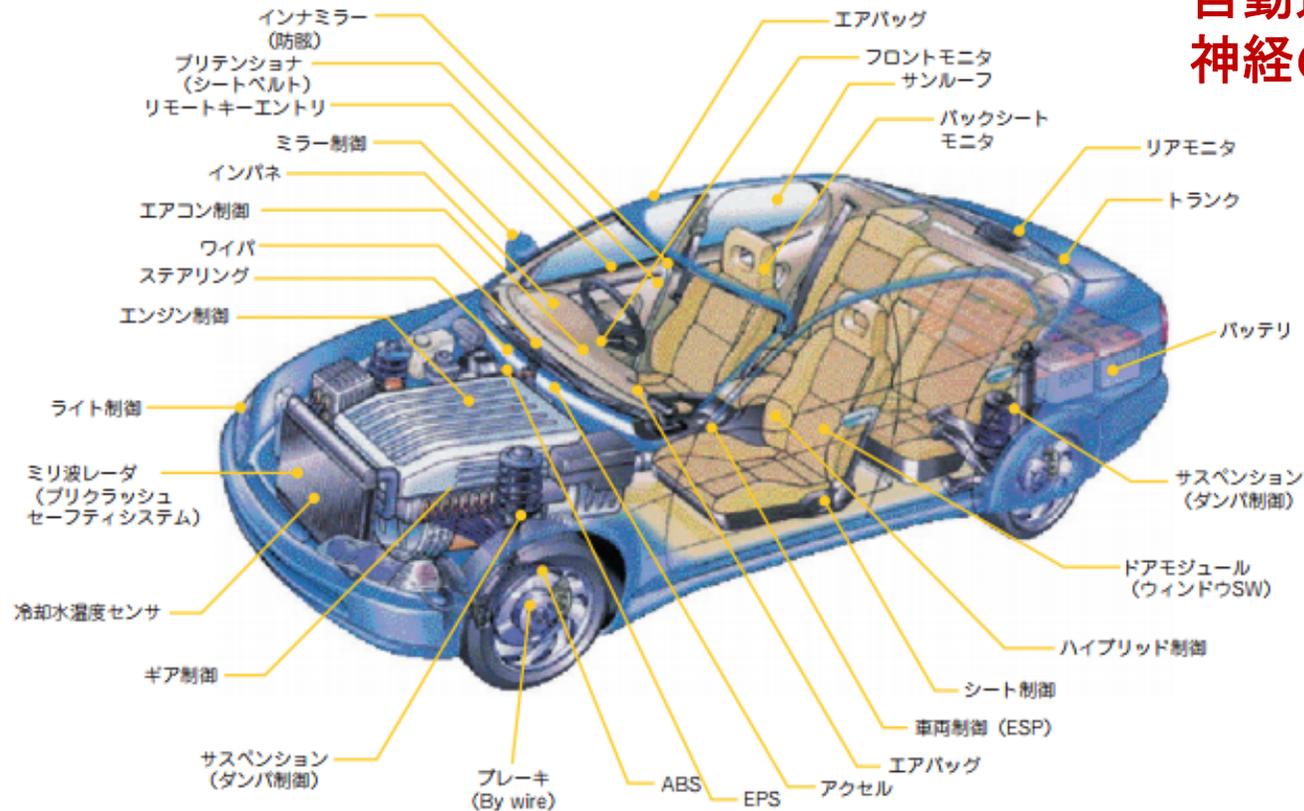


非接触充電システム

車の高機能化、安全、高信頼化、軽量化のためにいろいろな機能モジュールをつなぐネットワークが重要になってきた

車載LAN (CAN / LIN / MOST / FlexRay)

自動運転に向けて
神経のようなもの



フェライトを使用したフィルターは車載LANの信頼性確保に重要な役割を果たしている

なぜ技術史がねじ曲がってしまった
のか

Philipsにおけるフェライトの開発と実用化の歴史

背景： 通信周波数の増大に伴い従来のダストコアでは性能が十分ではなく、損失がより小さな材料が望まれていた

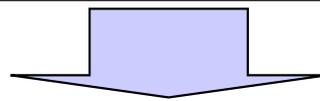
- | | |
|---------|---|
| 1933 | Snoekが高性能磁芯材料の研究開始(酸化物も含まれていた) |
| 1935 | 低損失にならないため研究中断 |
| 1940 | TDKのフェライトサンプルを入手し解析した結果、フェライトの可能性に確信を持ち研究再開 (1940年6月2日付けのPhilips社内覚書有り) |
| 1940 | 10月に倉林兄弟商会を通してTDKにフェライトサンプル依頼 |
| 1940/12 | TDKより200個のフェライトコアサンプルを出荷 |
| 1941/10 | オランダでフェライト特許出願 |
| 1946 | Niフェライトの特許出願 ・Ferroxcube の商品化 ・通信機への応用 |



世の中は、これがフェライトの実用化の最初であると思っている

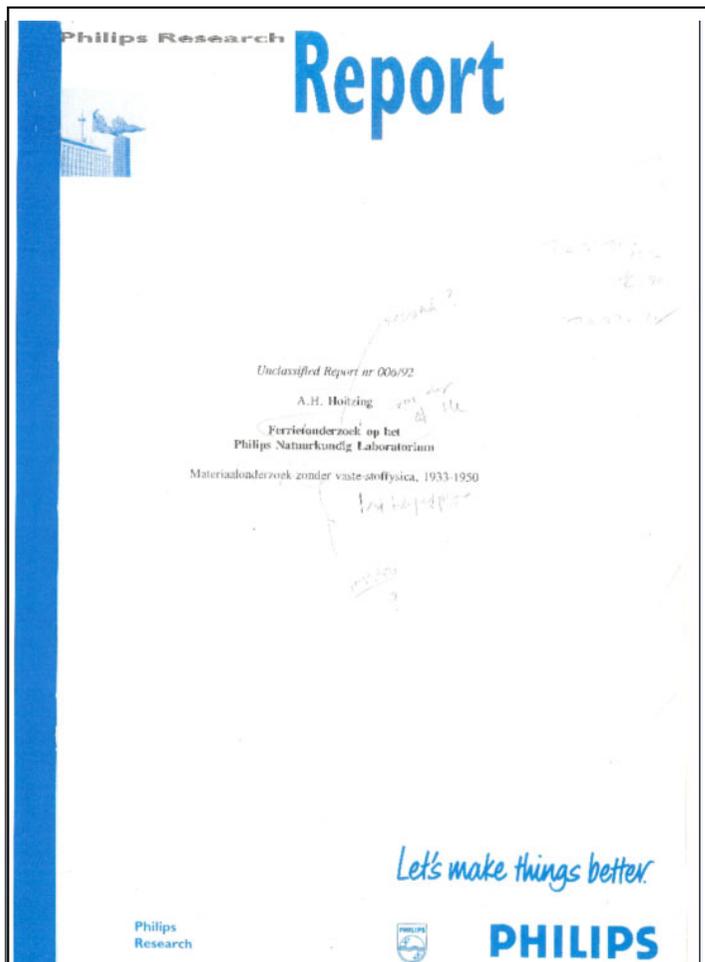
フィリップスとの特許係争の概要

- 1949年 第2次大戦のために滞っていた特許に対し、『連合国人工業所有権戦後措置令』が施行され、これに則り、フィリップスが1941年にオランダで出願した特許を日本に出願。1950年にこれが成立。フィリップスはこの特許を楯に、松下電器などに特許侵害を警告
- 1954年 TDKが無効審判請求、誰の目にもTDK勝訴が明らかとなる
- 1956年 9月フィリップスから和解の申し入れ
- 1956年 10月TDKは無効審判を撤回し和解（条件は、フィリップスが保有する周辺特許のライセンス料が他社に比べ格段に低いものであった）



長い間、フェライトの発明と実用化はフィリップスが行ったと認識されてきた

フィリップスのフェライトに関する丸秘内部レポート



1992年にA.H.Hoitzingが聞き取り形式でレポートにまとめている

全93ページのレポートの31ページ目のSnoekが日本から入手したフェライトに驚くくだりを日本語に翻訳

次の引用は、1940年フェライト研究が初期から次の段階へ進む過程を明らかにしている。

「高周波でとても低い損失のフェライトを作ることは多いに可能であるということを示す、確かな手がかりを基にして私たちは実験を再開した。そして複数の方法を見つけた。それに沿って、利用可能なフェライトが出来上がった」。²¹

この「確かな手がかり」とは何だったのか？ 観察ブックの中で、Snoekはそれについてはっきりと書いている。Snoekの1940年6月2日付けの覚書を引用する。

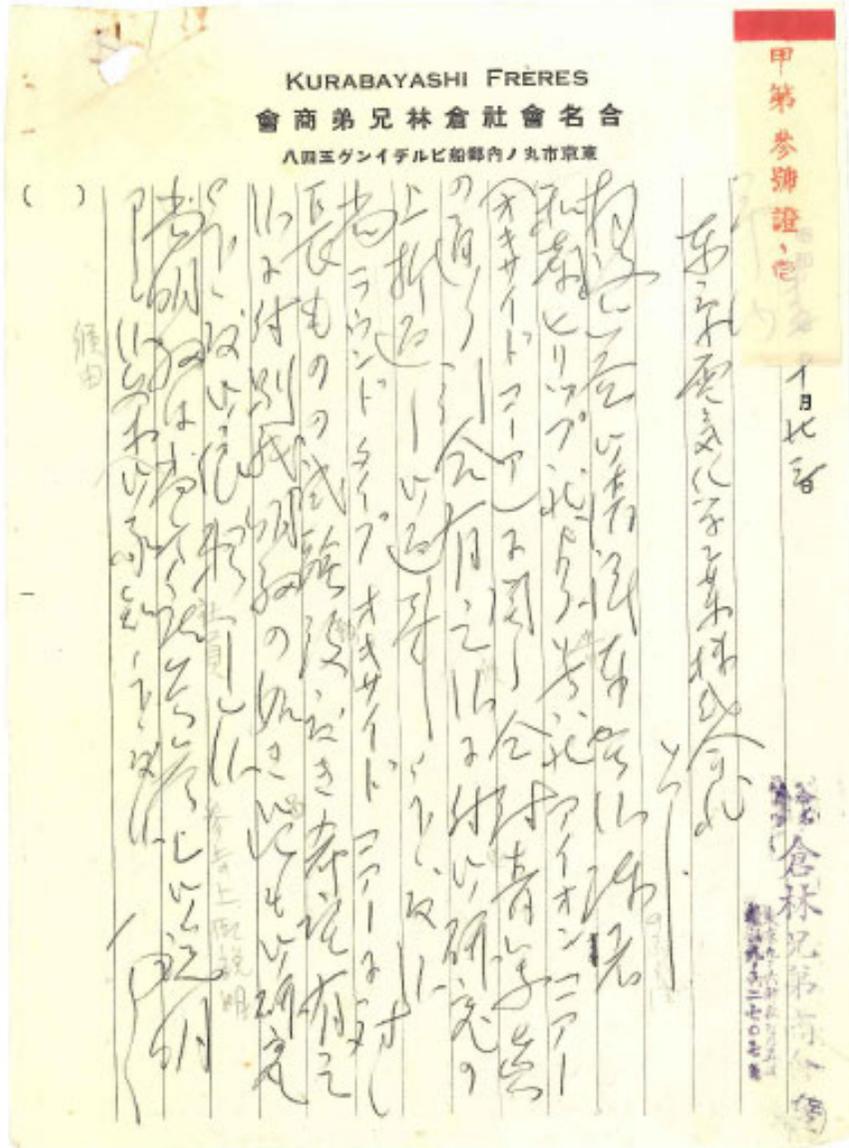
「日本の酸化鉄コア。日本から届いたコアは明らかに焼成されていた。（...）Rinia技師とvan IJzeren技師による測定から、この製品は実際に低損失であることがわかった。つまり、私たちが以前に自分たちの酸化混合物から測定した大きな抵抗を根拠に期待していた値は得られなかった」。²²

こうして、フェライト研究はSnoekが日本から輸入のフェライトコアを手にしたことで刺激を受け、Louwerseは、Snoekがそのコアを彼のところに持ってきて、比抵抗とキュリー点の測定を依頼してきたことを覚えていると語っている。そのコアは、穴があいた小さなシリンダーの形をしており、内部に調節用の直径4~5ミリメートルの小さな棒があった。

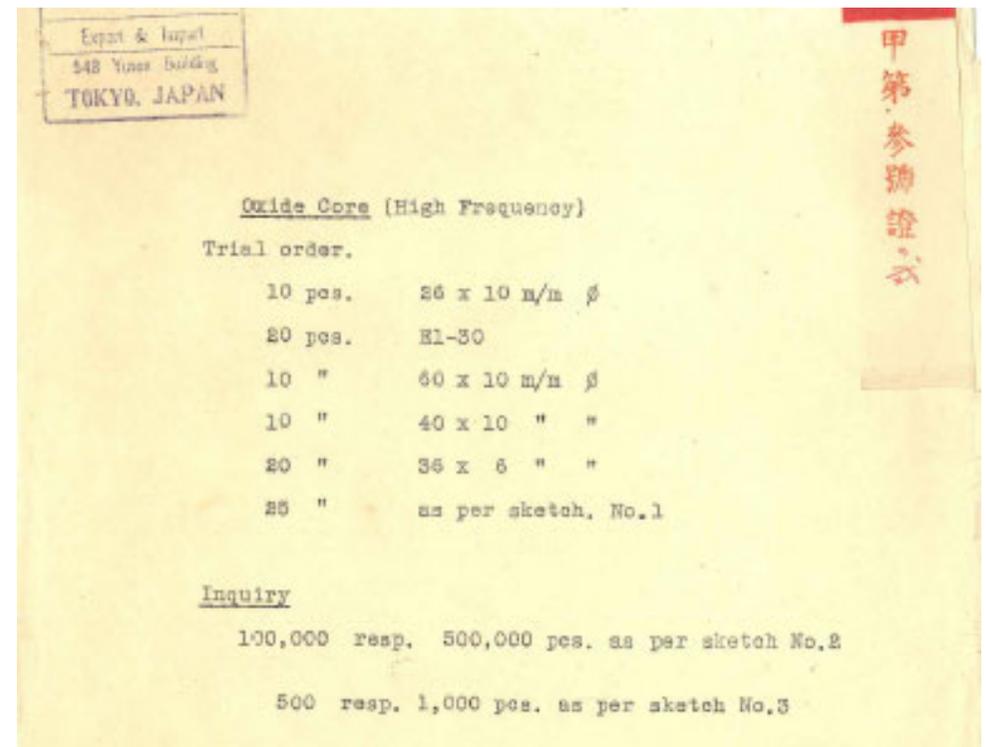
この後、同年10月にTDKにサンプル要求をしているがそのことは書いていない

1940年フィリップスからのサンプル要求

倉林兄弟商会の手紙



6種95個のサンプルと、
大量注文時の見積もり依頼



その後の打ち合わせにより最終的には
10品種200個のサンプルを出荷

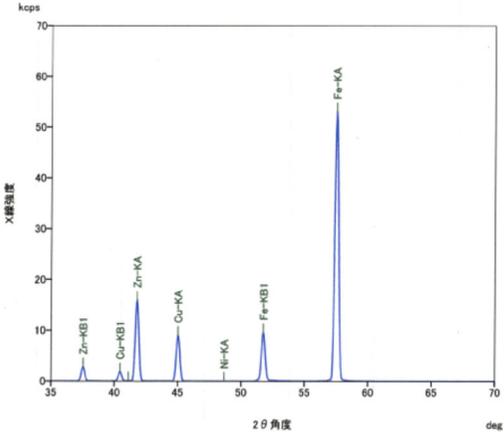


地4号無線機に実装されていたフェライトコアの組成分析



無線機用に使用されていた
コアの蛍光X線分析

		アンリツ無線機	
		wt%	mol%
Fe ₂ O ₃		66.7	52.9%
CuO		12	19.1%
ZnO		18	28.0%



同時代に作られていたコアとほとんど同じ組成であった

		松下ラジオ		ポータブルラジオ	
		wt%	mol%	wt%	mol%
Fe ₂ O ₃		68.7	52.6%	66.77	51.9%
CuO		13.3	20.4%	12.99	20.3%
ZnO		18	27.0%	18.24	27.8%

1980年代までの電子立国を基盤にした高度成長

1990年代からの低成長

近年中国をはじめとするアジア諸国にも後れを取りだしている

今こそ「創造」が重要

米国は日本に打ちのめされたが、ITで復活した
自分たちで新しい世界を切り開いた

日本はどこに新しい領域を切り開いて行くのか

若い人たちの「想像力」に期待したい！！

ご静聴ありがとうございました

この仕事を進めるに当たりたくさんの
方々のご協力をいただきました

ここに謹んでお礼申し上げます