

鉄道電子機器のすう勢

The Recent Trend of Electronic Instruments for Railway Service

久保 俊彦*
Toshihiko Kubo

内 容 梗 概

鉄道用のエレクトロニクス機器は鉄道の安全性と経済性を高めるものでなければならない。過去において鉄道の主要部にエレクトロニクスが用いられることが少なかったのは安全度において問題が残っていたためである。しかし電子技術の進展に伴って機器の信頼度が高くなり、全般的に小形化が進み、堅ろうになった。

いまや鉄道の各方面にエレクトロニクス技術が適用されるすう勢にある。運転方面には信号装置、列車自動制御装置、集中制御装置などがあり、業務方面には座席予約装置、列車無線電話装置、多重通信設備、データ処理装置などが実用化され、または研究開発されつつある。

1. 緒 言

頭脳の働きを機器化することがエレクトロニクスの主題となってきた。聴覚や視覚の対象を遠近を問わず伝送しあるいは記録することは古くから行われているが、これらに逐次頭脳的の制御が加えられるようになった。また機械、車両、プロセスなどをフィードバック制御する方法が電子化されている。電子計算機は頭脳を機器化しようとする直接の努力の現われである。このような一連の電子技術が急速に進展しつつあるのが現況である。

このたびUHF帯を使用した列車無線電話装置の完成した機会にエレクトロニクス諸技術のうち鉄道用の電子機器の特質について概説を申し述べたい。わが国の鉄道事業はほかの国と異なって将来とも重要な地位を占めるものとする。それは国が細長い地理的事情と極度に高い密度を必要とする交通事情に基くものである。したがって鉄道の電子機器を諸外国以上に発達させることはわが国の電子技術者の重要な使命の一つであろう。

2. 鉄道電子機器の概観

エレクトロニクスの発達と鉄道の保安と経済性を高めるために多大の貢献をしてきた。すでに完成しているものは別として、現在進展しつつある装置のうち主要なるものを列記してみると次のとおりである。

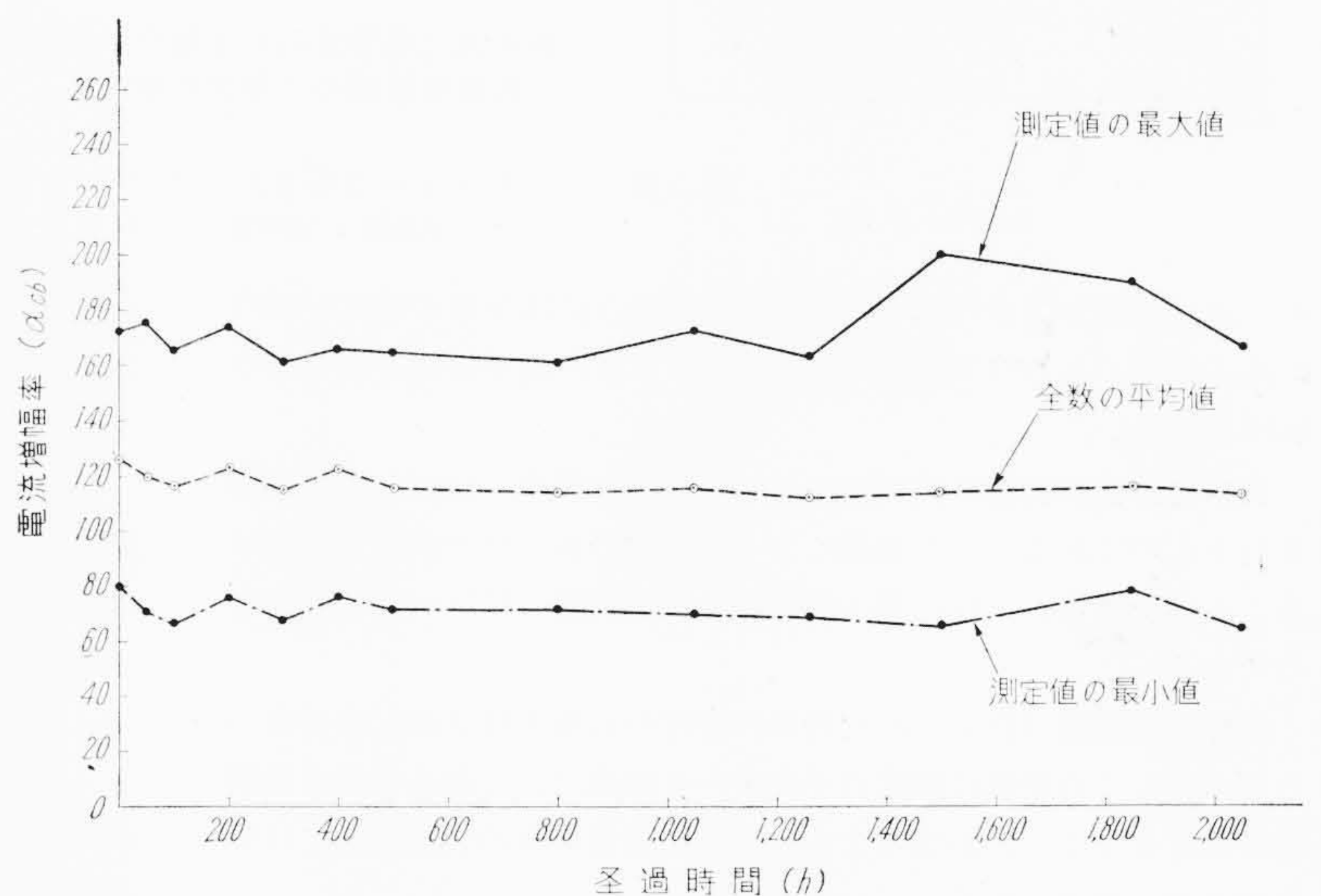
列車無線電話は地上と移動する列車とを結ぶ電話であって業務用、公衆用ともに広汎な利用がある。本号諸論文のうち数編がこれに関するものである。

SHF 多重通信設備は鉄道特有のものではないが、地上の多数の地点相互間にばく大なる情報伝達を必要とするために多重搬送装置が用いられている。鉄道の電子化が進むに伴ってこの装置はますます重用されるであろう。

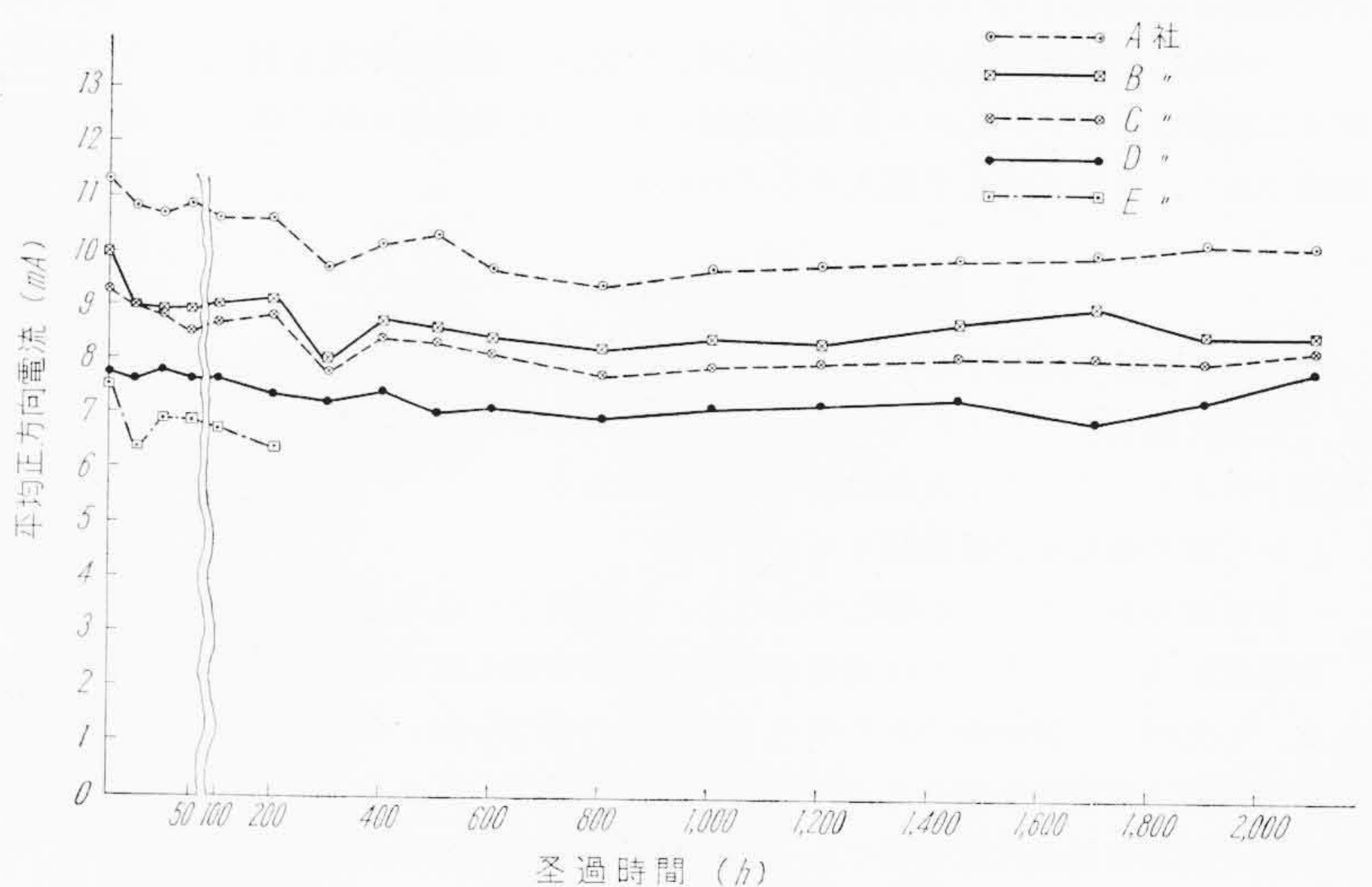
信号系統の技術はいままでエレクトロニクスや有線通信の技術とほとんど無関係に発達してきた。これは鉄道信号が一般通信に比較してきわめて高度の信頼性を要求するので、別個の方式と機器を用いてきたためである。しかし電子技術の信頼度が高くなっていくに従って順次これが信号系にとり入れられつつある。電子化によって見通し外の広範囲の信号系が可能になった。

列車自動制御装置は列車が高速化するとともに不可欠の装置となってきた。単純な自動制御装置から電子計算機をそなえたプログラ

* 日立製作所戸塚工場 工場長 工博



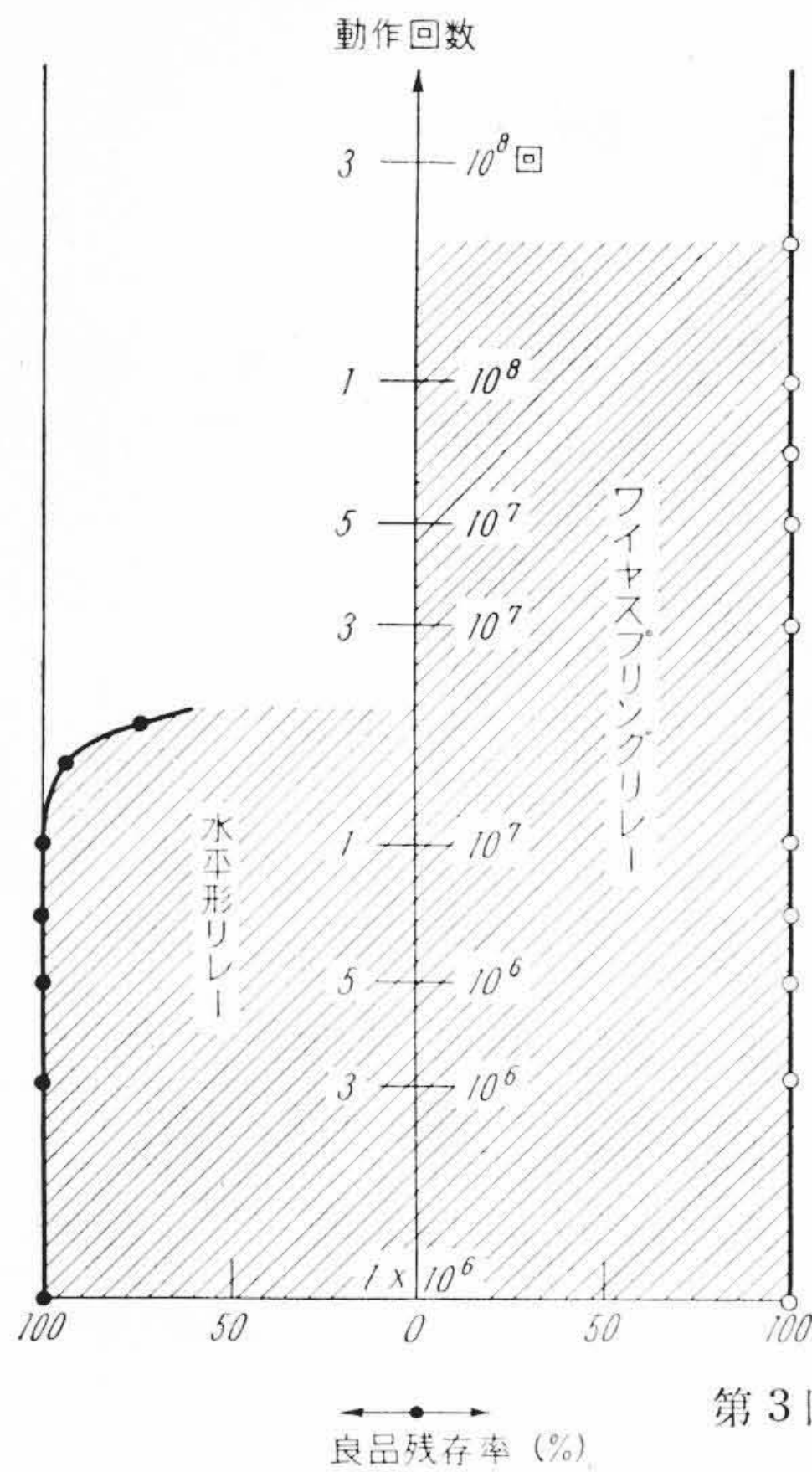
40°C, 90% 湿度, 無負荷放置, HJ-60, 200個
第1図 トランジスタ高温高湿寿命試験



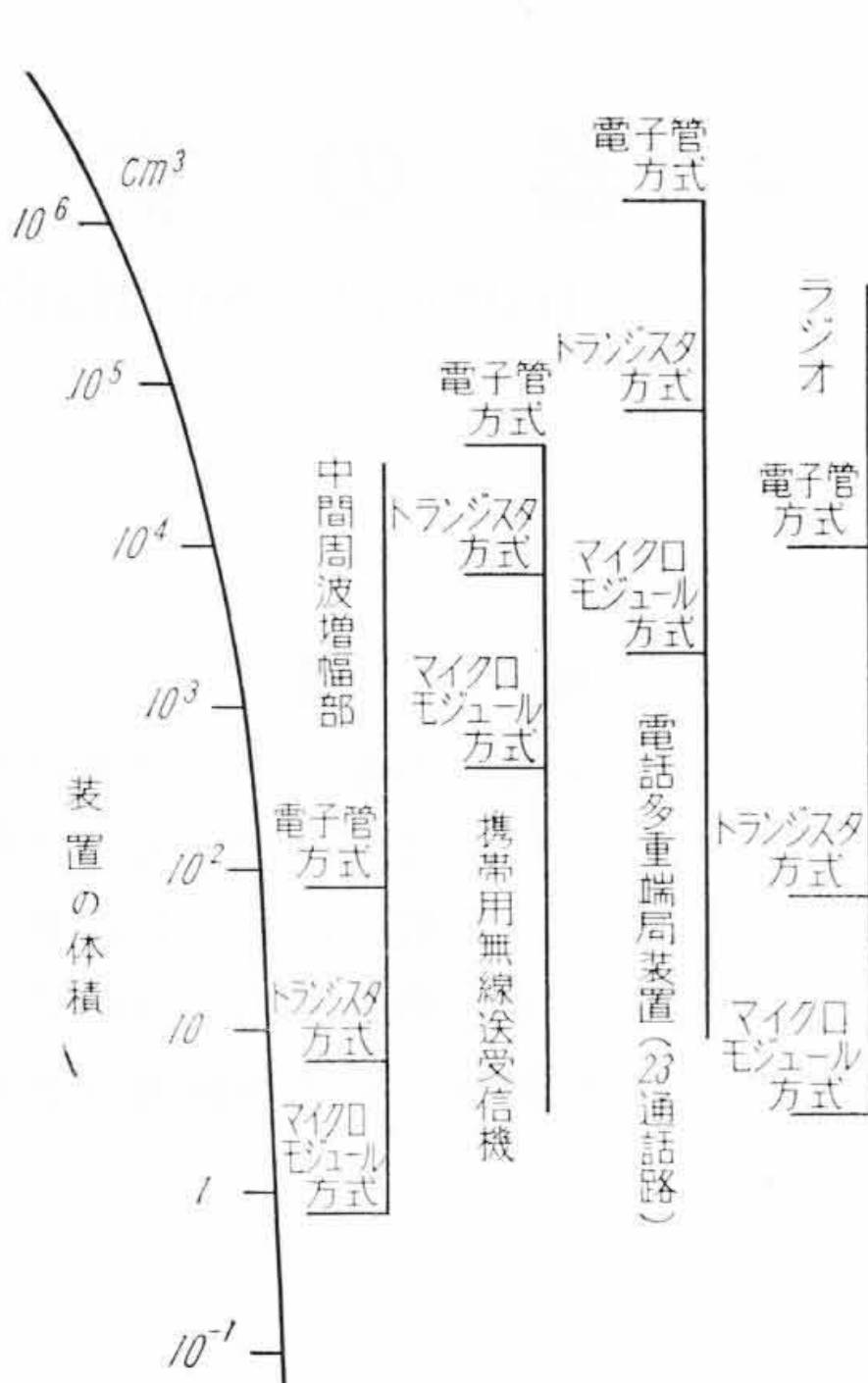
(70°C 無負荷放置) IN34A相当品各20個
第2図 各社ダイオード高温高湿寿命試験

ム制御に至るまで各種の方式が研究され試用されている。

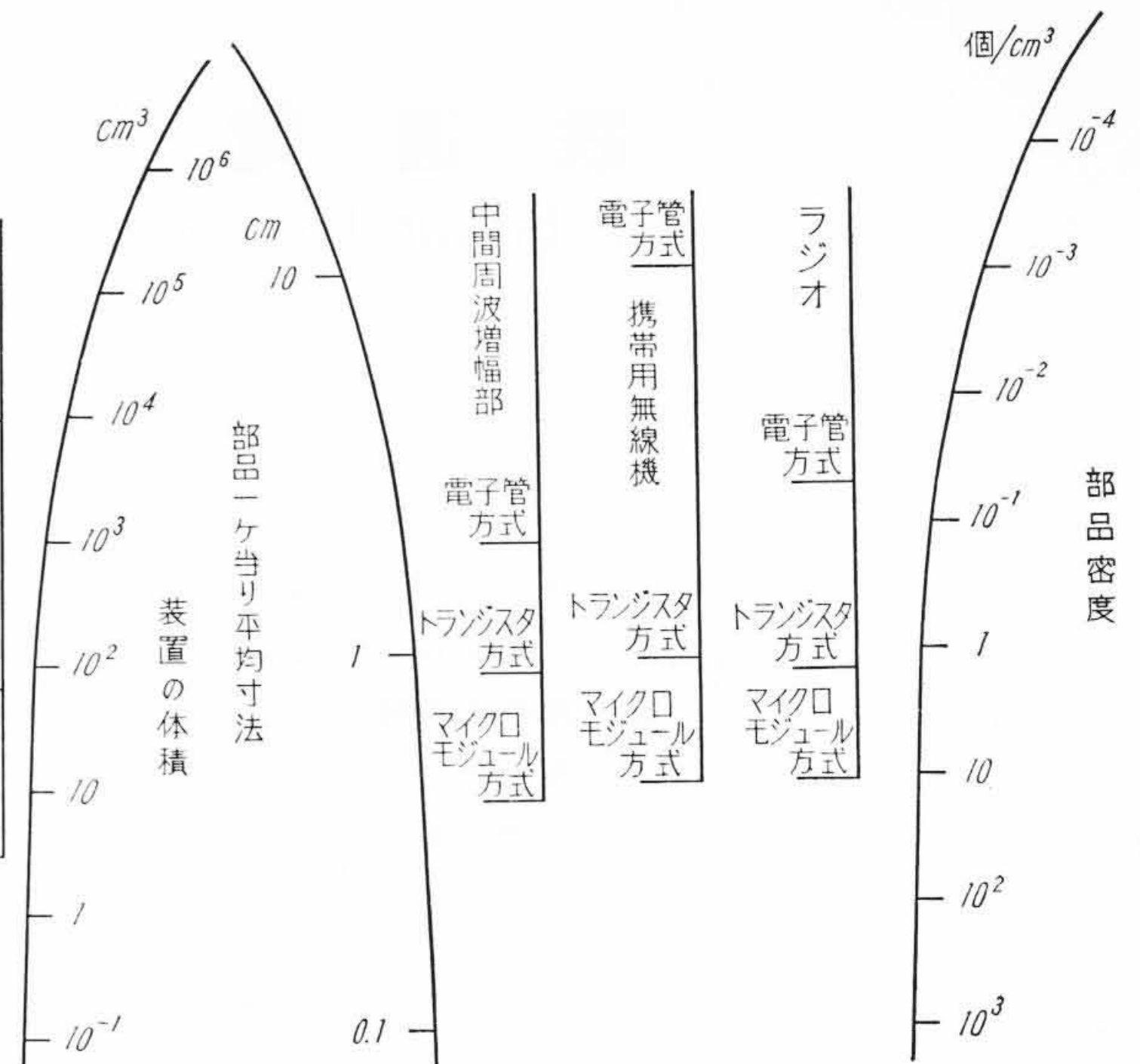
列車集中制御装置は長距離高速列車群に対し、または高密度の都市電車群に対し一箇所から遠隔制御によって集中管理を行う装置である。少ない線路数で多量の輸送を高速度に行うことができるようになり、そのための神経中枢の働きをするものである。通常の通信



第3図 水平形リレーならびにワイヤスプリングリレーの寿命試験の一例
試験数：水平形リレー 54 個，ワイヤスプリングリレー 52 個



第4図 電子部品の小形化に伴う電子装置の体積の小形化の傾向



第5図 電子機器を小形化した場合の部品の平均寸法および部品密度

系では二点間を結ぶのみであるが、この場合には多数の地点を同時に結ぶ必要があるため装置は複雑化し、高度の電子技術を用いなければならない。

貨車自動仕訳装置は貨物駅において多数の貨車の仕訳と速度制御を行うものである。この装置によって貨物のおくれや損害を軽減することができる。一種の電子計算機を制御装置と結びつけた形のものである。

座席予約装置は指定された列車の座席の有無を電子的記憶装置から調べ出して自動的に座席の予約を行う装置で、これも多分に頭腦的の働きをする。わが国のように多客で満員列車の多い場合には利用度の高い装置である。

データ処理装置は直接の列車運転以外の事務処理や技術研究のデータ処理に用いられている。一般の装置と大なる差異はないが、切符販売などに特殊なものもある。

このほかにアナログ電子計算機を応用した装置、超音波や光を利用する装置などエレクトロニクス系の鉄道における応用はきわめて広範囲であり、今後ますます拡大する方向にある。

3. 鉄道電子機器の条件

鉄道電子機器の具備すべき条件はそれぞれの機種によって異なり、どの仕様項目一つとしてゆるがせにできるものはない。鉄道用機器はほとんどすべてが人命に関することからである。

しかし電子機器を共通概観するときには

信頼度の高いこと、小形化すること、が重要な二点である。

信頼度が高いということは高度の安全性と保守性を有することである。したがって長寿命であり堅ろうでなければならぬ。列車に付属する機器は耐震性を備えなければならぬ。信頼度の点からみて従来の電子機器の弱点は電子管にあった。電子管は定期的取替えを必要とした。半導体素子が発達して信頼度は一段と高くなった。たとえばある機種の製品試験において電子管の不良率は 0.8% であったが、トランジスタの不良率は 0.1% 以下となった。使用開始後の不良率の開きはさらに大きくなるであろう。しかし電子管も年とともに長寿命となり、堅ろうとなって、ケーブルとともに海底に沈めるほどであるから信頼度は十分に高くなりつつある。

トランジスタやダイオードは発達段階にあるために故障皆無とはいえないが、急速に改善されつつある。第1図と第2図は高温、高

湿のもとにおける加速劣化試験の一例を示したものである。このような試験を繰返すことによって信頼度の高い部品ならびに製品とすることができる。

可動接点を有するリレーも機器の信頼度を左右する重要な部品である。第3図は二種類のリレーの寿命試験の例である。以前からの水平形リレーは動作回数 1,000 万回あたりから不良品が発生し始めるのに対し、新しいワイヤスプリングリレーははるかに長く数億回以上の寿命を示している。

これらは信頼度の向上に関する一端にしか過ぎないのであるが、総合して電子機器の信頼度が高くなってきたことによって鉄道用の範囲がにわかに拡大されつつあるとすることができる。これは鉄道に限らず一般的の傾向でもある。

機器の小形化も一般的な方向であるが、特に鉄道電子系においてはシステムが複雑化することと、列車中の限られた空間に収納しなければならぬことから必要なことからである。機器の大きさは部品の大きさによって左右されるが、その中でも電子部品の大きさの影響が大である。電子管が小形となり、半導体素子に替って小形化が進んだ。今後はほかの部品も含めてマイクロ・モジュール化することによって機器は格段に小さくなる。これらの概略を第4図と第5図によってみると、多くの機種の容積が千分の一の程度になることがわかる。部品一個当りの寸法が平均して数十分の一になるからである。

小形化によって機器は一般的に堅ろうとなり、また発熱も少なくなるので、信頼度のほうも向上する。信頼度と小形化が相補的に進展するわけである。機器の小形化はマイクロ・モジュールにとどまらず、さらにエレクトロニクスからそのさきへと限りなく進むことであろう。

4. 結 言

鉄道用電子機器の大別種類とその特質に関する概要を述べたのであるが、電子技術の進歩は急速であるから今後いかなる分野がひらけるか予測しにくいものがある。多方面の技術者の協力によってわが国の鉄道電子機器の水準が、ほかの鉄道技術と同様に外国をリードする形となることを期待する。

多年にわたってご指導をいただいた日本国有鉄道電気通信関係の各位に深甚の謝意を表する次第である。