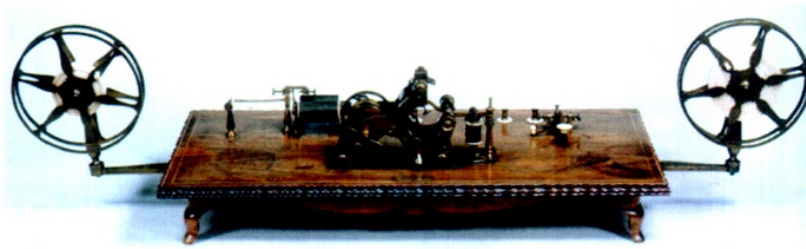
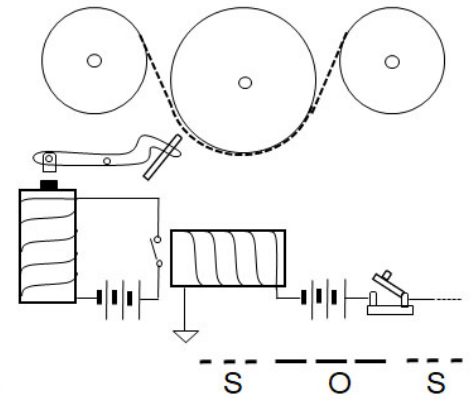


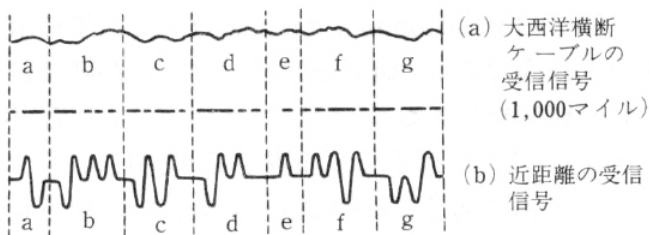
J1 海底電線ケーブルの電信通信



エンボッシングモールス電信機 1854年、ペリー来航の際にアメリカより贈呈された 重要文化財指定

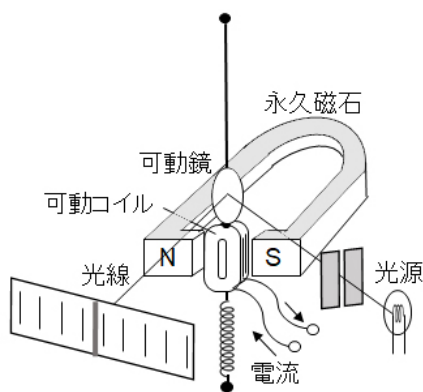


モールス電信機 (郵政博物館)

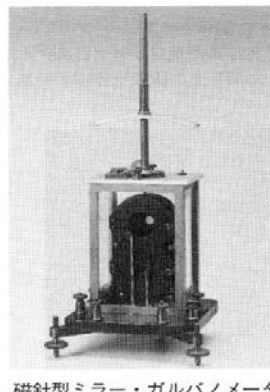


海底電信の受信信号の崩れ

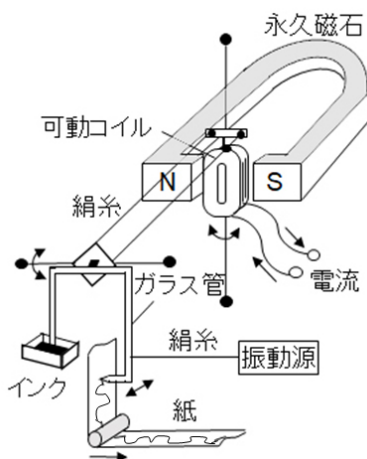
1850年にドーバー海峡の海底ケーブルが敷設され、それが多額の利益を生み出すことがわかると、イギリスは世界中に海底ケーブルをはりめぐらそうとした。大西洋の海底ケーブルは1857年に企画され、1858年8月にはいったんつながった。ビクトリア女王とブキャナン大統領との間で祝電の交換もなされた。しかし、このときのビクトリア女王から祝電102ワードの伝送に67分もかっている。すなわち1分間に2ワードくらいの送受信しかできなかった。



ケルビン型(光)ミラー・ガルバノメータ



波形が崩れて判読がしにくい。これは長距離ケーブルの芯線抵抗が大きくなり、信号レベルが低くなるばかりでなく、ケーブルの周りの誘電体がコンデンサの役割をなしてその充電と放電に時間を要するためである。当時の技術では、解決法はゆっくり伝送するしかなかった。弱い電信信号を受けるため、電信の受信器にケルビン型ミラー・ガルバノメータが使われた。この鏡に光をあてて電信信号によって左右に鏡が振れる反射光を観察した。信号の読みとりには2人の技師が必要で、1人が観察しもう1人が記録した。長時間にわたる忍耐のいる仕事であった。このような作業は、電信信号をペンとインクで記録するサイフォンレコーダが発明されるまで続いた。



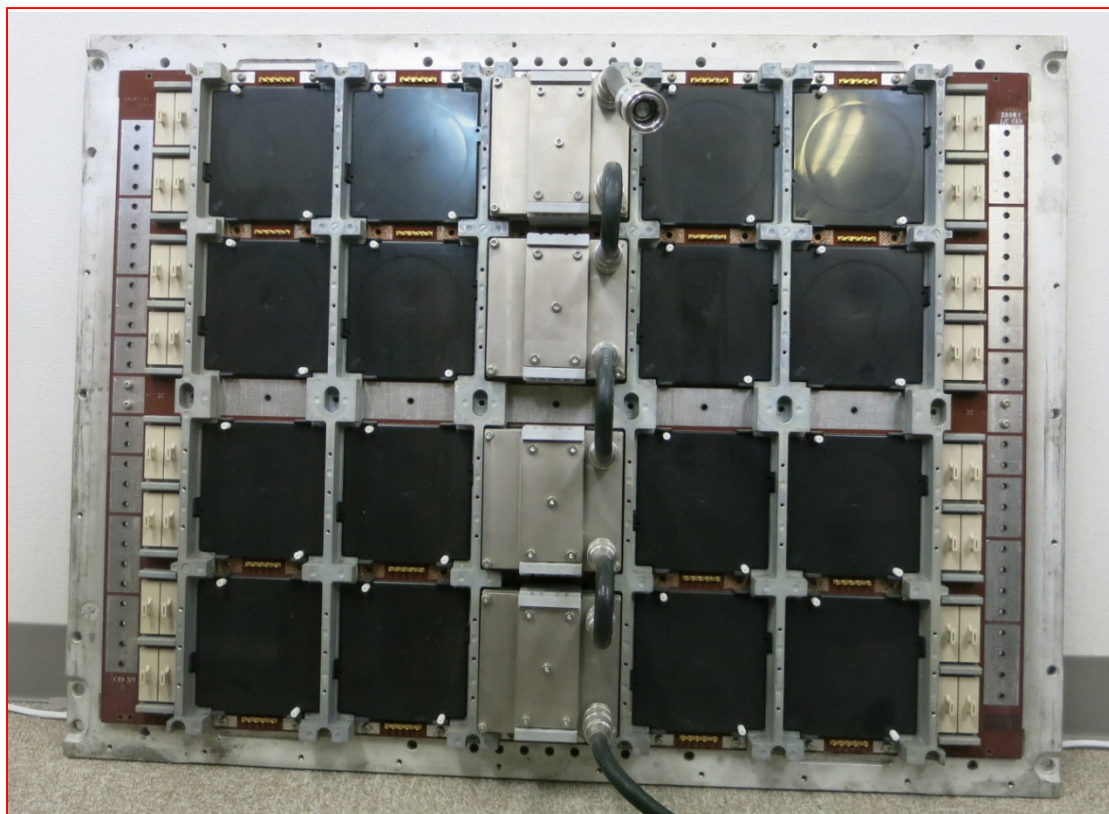
サイフォンレコーダ



右側のインクつばから左側に延びているガラス管式のペン先を、受信信号で動かし、紙テープ上に受信波形状を記録する。

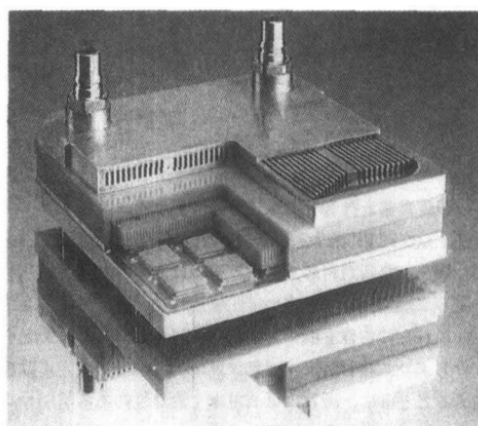
(松本栄寿：海底電信とガルバノメータ，計測と制御，38巻 8号 (1997) p.505)

J2 スーパーコンピュータ(大形計算機)用 CPU ボード

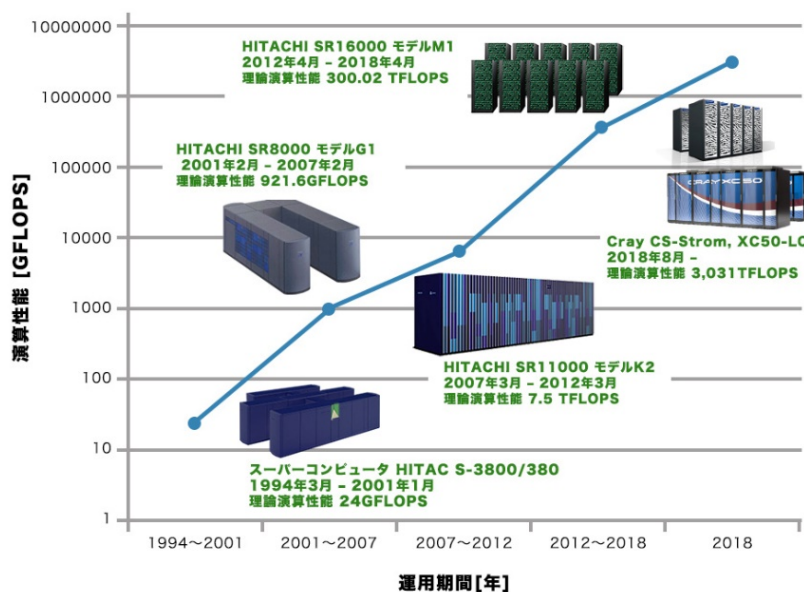


CPU (中央演算処理装置) 冷却用 TCM (Thermal conduction module) (上蓋を外してない中央部が左下の図に対応)
(川添良幸氏 寄贈)

参考 A. J. Blodgett and D. R. Barbour : Thermal conduction module : a high-performance multilayer ceramic package,
IBM Journal of Research and Development, 26, 1 (1982) pp.30-36, <https://doi.org/10.1147/rd.261.0030>



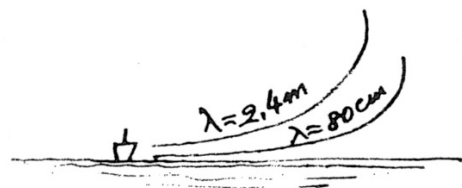
フリップチップ実装MCM(HITAC M-880)



(中島忠克 : 大型計算機の冷却技術,
溶接学会誌, 66, 8 (1997) 21-25)

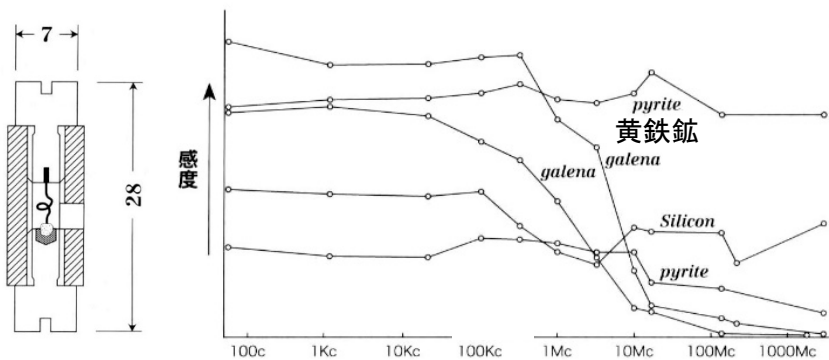
東北大学金属材料研究所附属 計算材料科学センターの大型計算機
(<https://www.sc.imr.tohoku.ac.jp/center/successive.html>)

J3 陽極分割マグネトロンによるマイクロ波レーダ

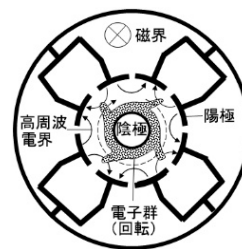
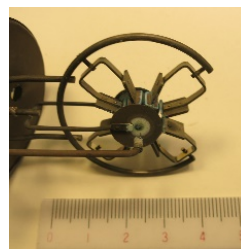
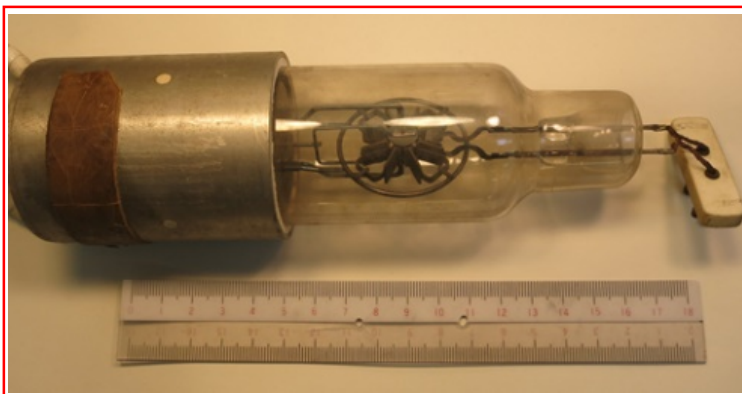


2.4 m と 80 cm との
電波の伝播特性(伝播特性)の差

戦時中のドイツからの
技術供与資料

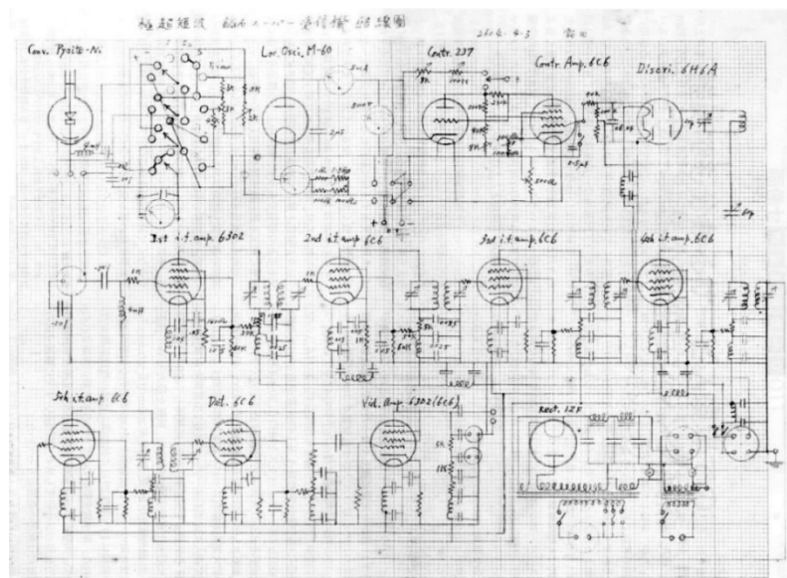
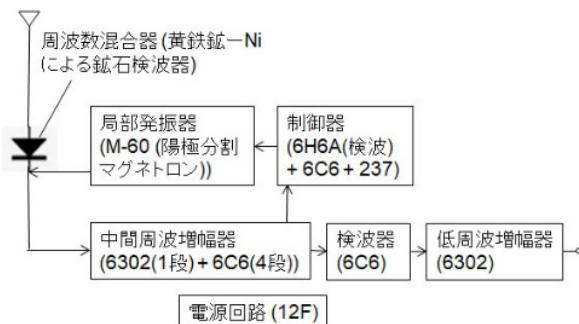


鉱石検波器とその周波数特性



陽極分割マグネトロン (岡部金次郎) (エレクトロニクス発展の歩み調査会(編))

“エレクトロニクス発展の歩み”, 東海大学出版会 (1998).



マイクロ波レーダ用受信機 (霜田光一: 国産マイクロ波レーダの開発—霜田光一の戦時研究—

第1回[電波探知機・電波探信儀用鉱石検波器の研究], O plus E, 33, 10 (2011) 1044-1052)



霜田先生の鉱石検波器用
の鉱石(西牧村産 黄鉄鉱)
(餘家 清氏 寄贈)

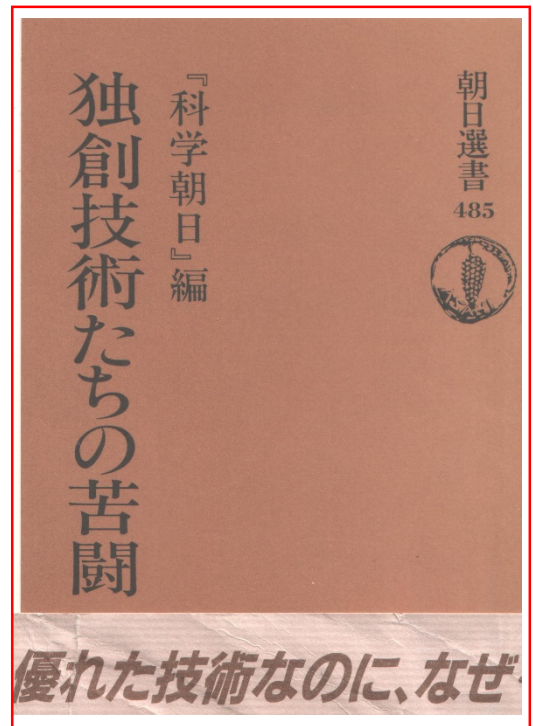
J4 終戦前に高出力陽極分割マグネトロンを開発した島田実験所（Z計画）

多数の学者が参加した島田実験所

島田に建設中の実験所（延べ建坪二〇〇〇坪）が、まがりなりにもできあがったのは、四三年五月のこと。実験所長は伊藤と昵懇な東北大の渡辺寧教授（非常勤）、これを補佐する水間は、副所長のポストについた。また水間の呼びかけで参加がきまった常勤の研究スタッフは、次の通りである。

海軍技研・矢浪正夫技術大尉、日本無線からは山崎壯三郎技師と研究助手多数、学界からは大阪帝大菊池研究室渡瀬譲助教授、東北帝大渡辺研究室阿部善右工門助教授、元海軍技師の旅順工大高尾磐夫教授、顧問格として東京帝大の小谷正雄教授（物理）、同萩原雄祐教授（天体物理）、同水島三一郎教授（化学）、東京文理大の朝永振一郎教授（物理）などが、それぞれ研究室の主だった助手を伴って参加した。当時、大阪帝大渡瀬研究室の助手だった現理化学研究所理事、小田稔もその一人であった。

そのほか学徒動員で徴用された第一高等学校など理工系の学生が、補助員として多数参加した。そして六月の開所時には総勢一〇〇〇名の大所帯になっていた。またこれ以外にも、非常勤の立場で研究に協力した著名な学者は、菊池正士（大阪帝大）、仁科芳雄（理化学研究所）、伏見康治（大阪帝大）、永宮健夫（大阪帝大）、佐藤岩夫（東北帝大）、日野寿一（東京帝大、医学）などがある。



殺人光線

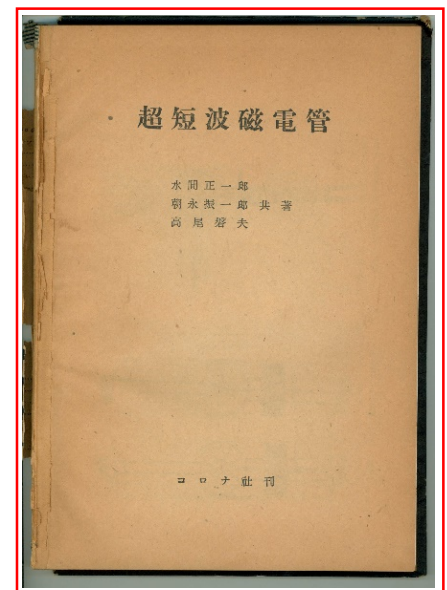
電子レンジに甦った海軍「Z研究」



中川靖造



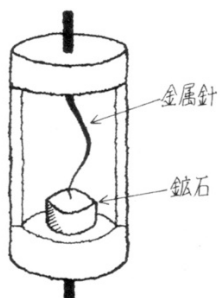
波長二〇センチ、連続出力一〇〇キロワットのマグネトロン（中島茂氏提供）



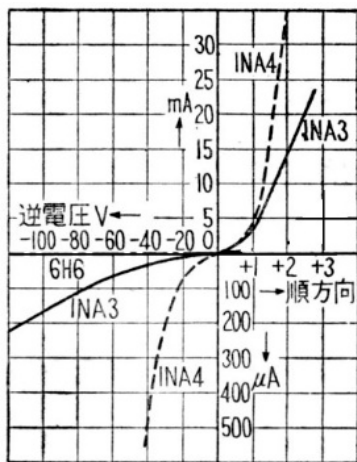
（朝日選書 485 独創技術たちの苦闘）

朝永振一郎なども参加したZ計画

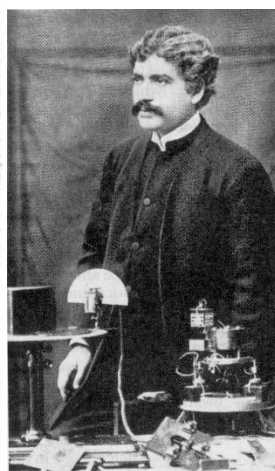
J5 鉱石検波器と点接触トランジスタ



原理



特性

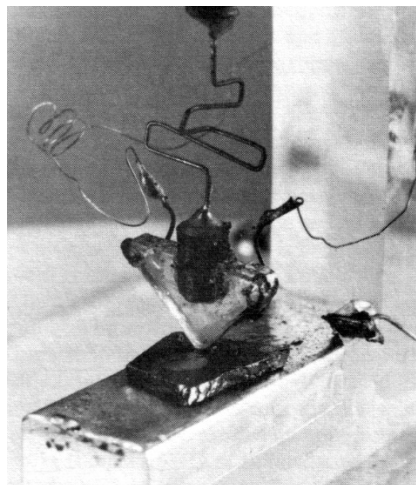


発明者 J.C. Bose

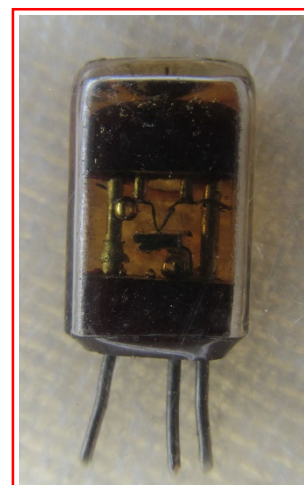


展示品

鉱石検波器（点接触ダイオード）（J.C. Bose : On the selective conductivity exhibited by certain polarizing substances, Proc. of the Royal Soc. London, vol.LX (1897) 433-436.他）

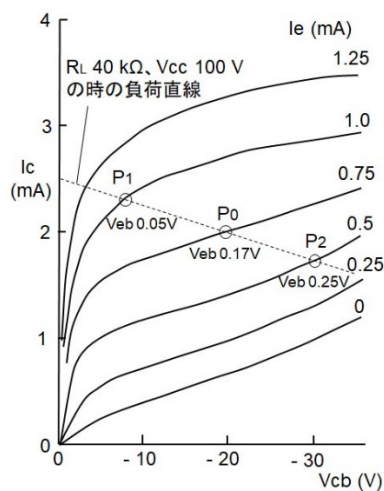
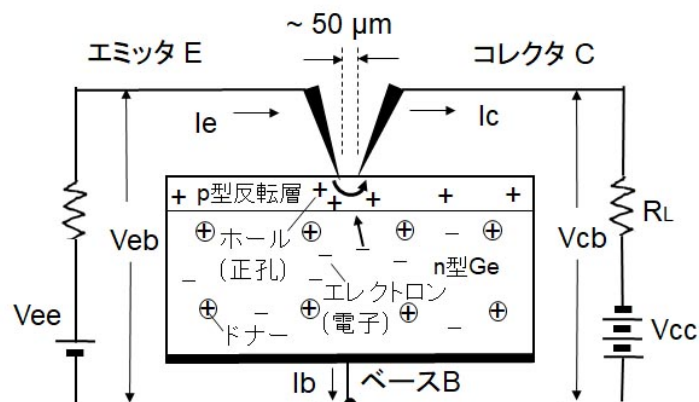


左からバーディーン、ショックレー、ブラッテン
トランジスタ発明のBBSトリオ



発明当時の点接触トランジスタの写真

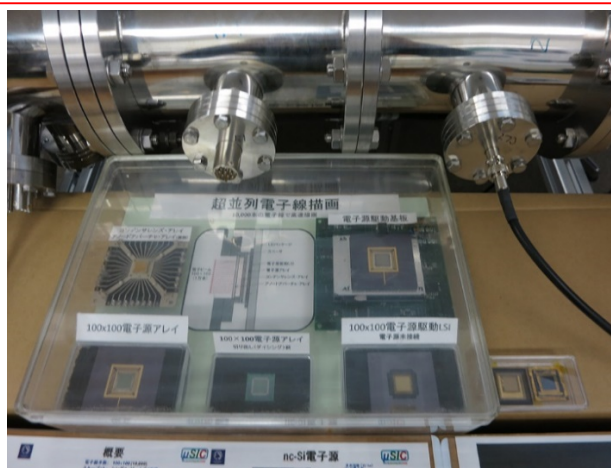
ウェスタンエレクトリック社の点接触トランジスタ



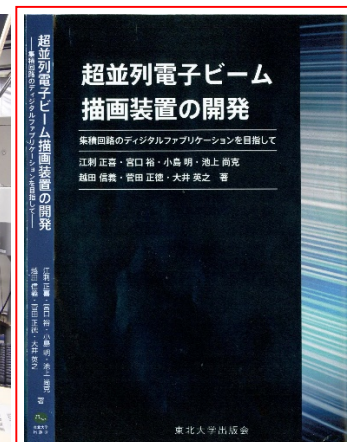
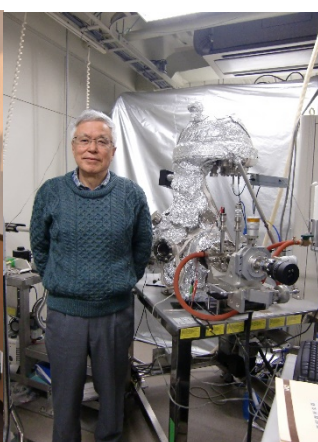
点接触トランジスタの原理と特性

J. Bardeen and W.H. Brattain : Physical principles involved in transistor action, Physical Review, **75**, 8 (1949) 1208-1226.

J6 超並列電子ビーム描画装置



100 × 100 アクティブマトリックス電子源(右)による超並列電子ビーム描画装置

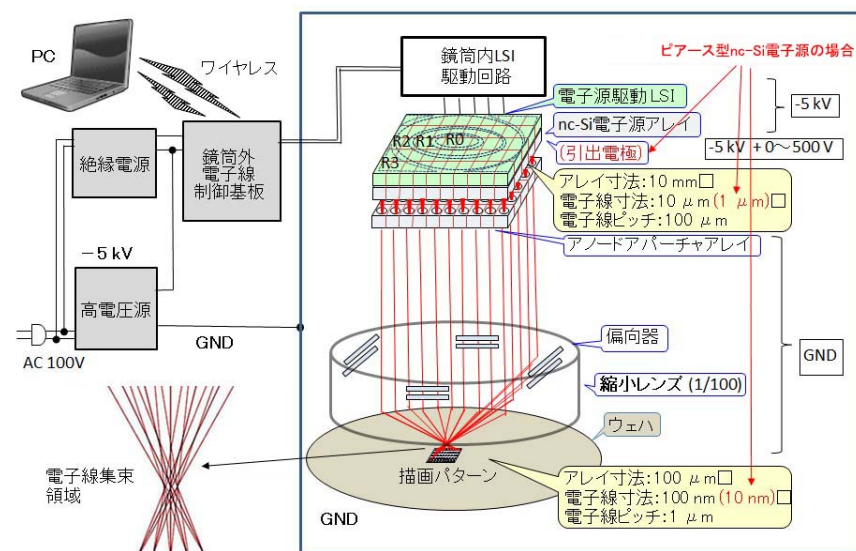


開発メンバー (2009 年 - 2016 年)

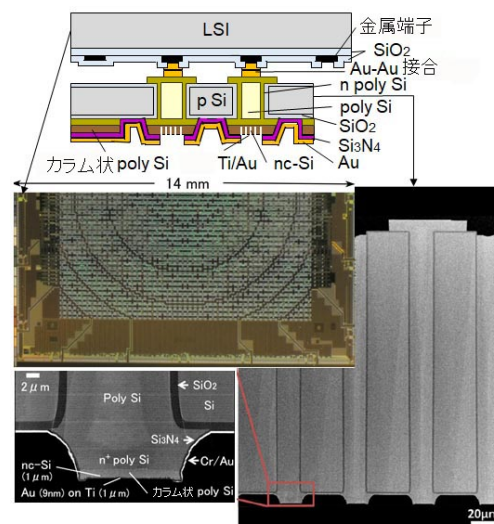
(左から 宮口、江刺、小島、池上、大井、菅田、越田)

東北大学出版会 (2018)

(著者：左の写真のメンバー)



システム構成



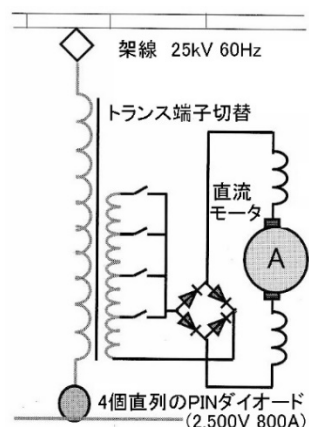
アクティブマトリックスナノクリスタル Si(nc-Si)電子源

M. Esashi, H. Miyaguchi, A. Kojima, N. Ikegami, N. Koshida, and H. Ohya : Development of a massively parallel electron beam write (MPEBW) system: aiming for the digital fabrication of integrated circuits, Jap. J. of Applied Physics 61, SD0807 (2022) 1-19

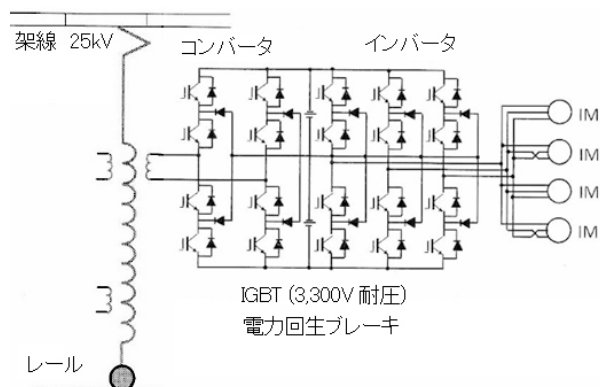
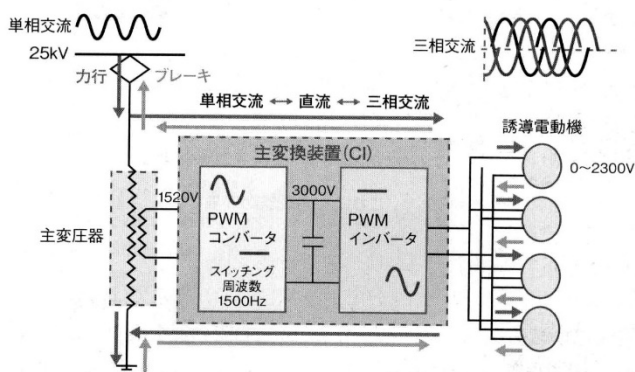
J7 新幹線車両に見るパワーデバイスの変遷

新幹線車両の種類	0系	100系	300系	700系	N700系/N700A	N700S
試験車の完成時期	1964年	1985年	1992年	1999年	2007年	2018年3月
パワーデバイスの種類	ダイオード	サイリスタ	GTO	IGBT	低損失なIGBT	SiCパワーデバイス
冷却方式	強制風冷却				走行風冷却	
モーターの種類	直流モーター		4極の三相誘導モーター			6極の三相誘導モーター

新幹線車両のパワーデバイスとモーターの変遷

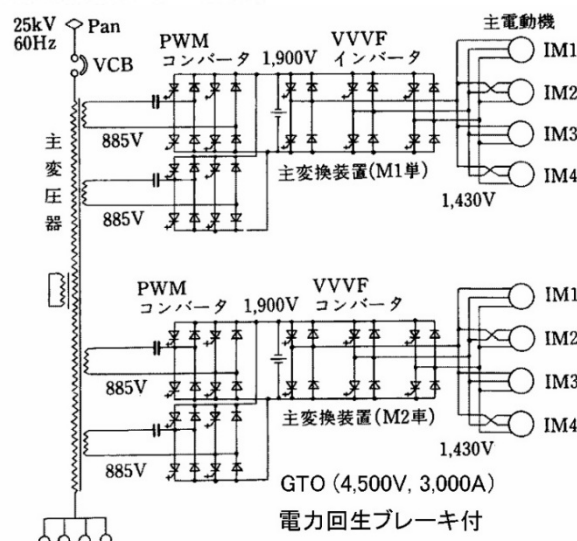


0系新幹線車両主回路



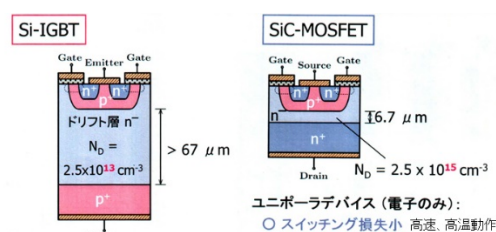
700系新幹線車両主回路

(兎束哲夫, 電気鉄道とパワーデバイス, SEAJ Journal No.159 (2017/11) 18-21)



300系新幹線車両主回路

(石川栄, II.“のぞみ”に結実した誘導電動機駆動システム
電学論 D, 114, 6 (1994) pp.604-607)



1kV Si-IGBT 1kV SiC-MOSFET

(市川丁太 赤木泰文 教授)

主電動機: かご形三相誘導電動機 6P

制御方式: SiC 適用 VVVF インバータ制御方式

最高運転速度: 東海道:285 km/h(曲線 +25 km/h);
山陽:300km/h; 西九州:260km/h

編成: 16両編成(東海道・山陽); 6両編成(西九州)

製造年: 先行試作車:2018年; 量産車:2020年 -

製造所: 日立製作所笠戸事業所;

日本車輛製造豊川製作所(Y編成を除く)

製造数: 量産車:830両(2024年10月1日現在);

SiC デバイスを用いた新幹線 N700S 系

(上野雅之, 日経エレクトロニクス, (2017) 9 (p107), 10 (p.101))

J8 磁気浮上ランプ

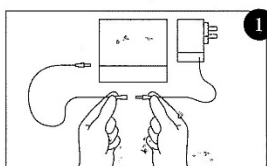
スウェーデンの Flyte 社によるランプでランプ内の永久磁石と台にある電磁コイルで浮上し、電磁誘導によるワイヤレス給電で浮上します。

<https://www.plywood.jp/36321001>

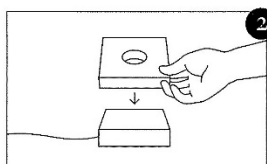
Set the light bulb free

Flyteは磁気を利用して
空中に電球を浮かせることができます。
電力は空中に浮いた状態のままで
ワイヤレスに供給されます。

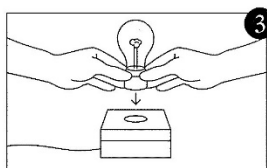
» 設置してみよう



1. Flyteベースを金属でない平らな表面に置きます。電源延長ケーブルをFlyteベースに繋ぎます。ケーブルの他方の端を電源アダプターに繋ぎます。それをコンセントに差し込みます。



2. FlyteアシスタントをFlyteベースの上に直接置きます。これは特定の浮遊パランスの点への目標として働きます。



3. Flyteベースの上約13cm以上の高さから始めます。Flyte電球を両手で持って、Flyteベースの中心の上に、水平を保ってFlyte電球の重量を支える上向きの磁力を感じるまでゆっくり降ろします。



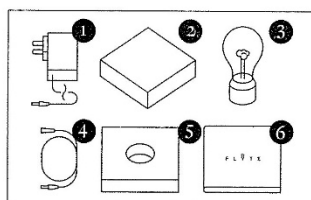
» 電球を空中に浮かせよう

電球を空中に浮かせるには、少し練習が必要になるかもしれません。コツを掴むまでは、Flyte設置アシスタント(付属のコルク上のボード)を使って浮かせる練習をしてみてください。慣れてくれば、毎回、難なく電球を空中に浮かせることができるようになります。

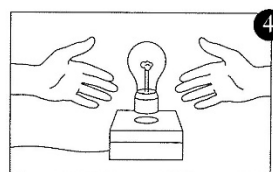
» 手に伝わる磁力を感じとろう

電球を空中に浮かせるには、電球の中心をFlyteベースの中心の真上に合わせる事が大事です。真下からの磁力を感じられればコツを掴めるようになります。少しでも場所がずれると、電球は逆向きの磁力に引っ張られて、Flyteベースにくっつくようになります。電球をFlyteベースの真上に合わせることをお忘れなく。

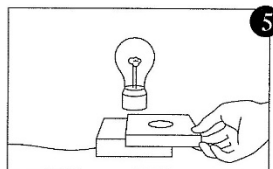
» 付属品



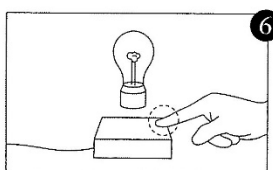
1. 電源アダプター
2. Flyteベース
3. Flyte電球
4. 電源延長ケーブル
5. Flyteアシスタント
6. ユーザーガイド/保証書



4. 磁力がFlyte電球の重みを支えていると感じたら、ゆっくりそれを中心に持っていき電球をまっすぐになるよう向きを調整します。うまくいかなかったなら、単純に電球を根元で持って持ち上げ、もう一度試します。習得するにはある程度の練習が必要です。

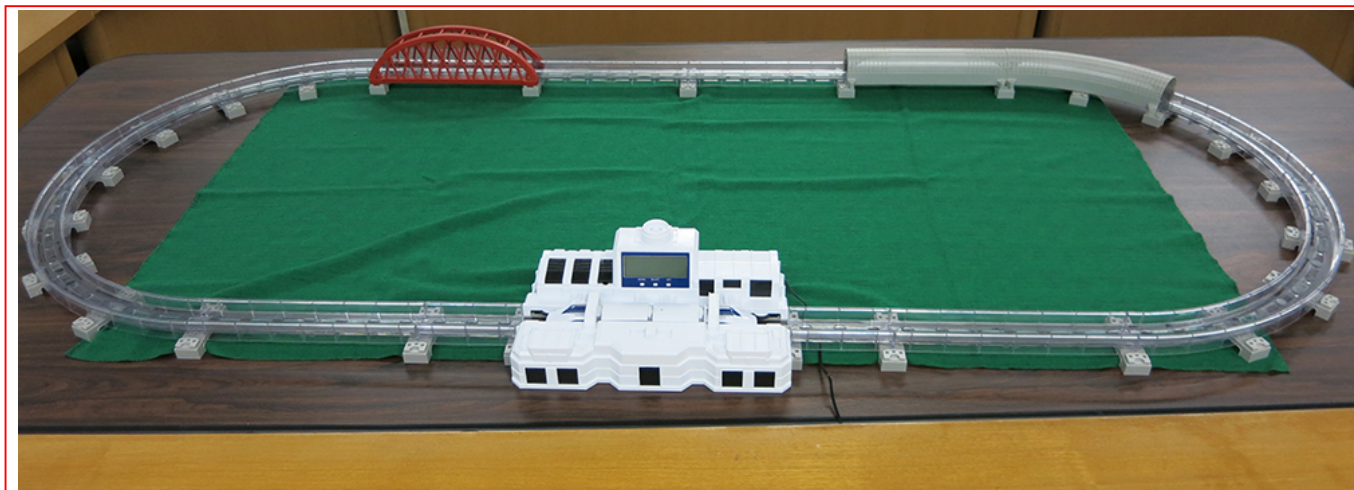


5. 電球を浮かせることに成功したら、Flyteアシスタントをすっと横に引いて取り除きます。もし5秒以上、うまく磁力をとらえられない場合は、もう一度電球を約13cm以上持ち上げて、はじめからやり直してください。



6. 電源ボタンは、Flyteベースの天面、電源ジャックの対角線上の位置にあります。その場所をやさしく指でタップして、電球をオン・オフすることができます。

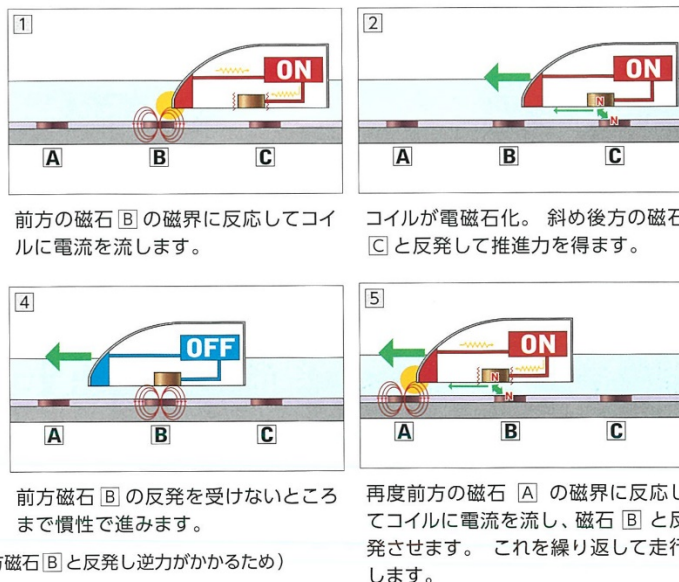
J9 磁気浮上リニアライナーの鉄道模型（タカトミー社）



磁力で浮いて、磁力で走る！

走行の仕組み解説

高速磁気センサーが前方の円形磁石の磁力を感知し、コイルに電流が流れ磁界を発生させます。レールと車両の磁石同士の反発で推進力が発生し、車両が前進します。

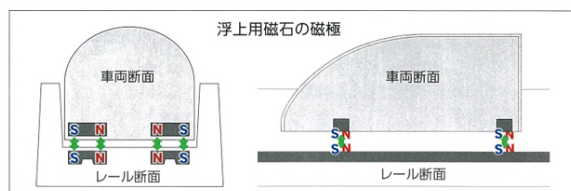
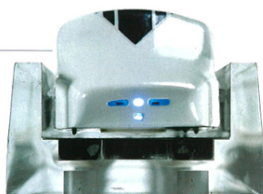


車両に搭載した磁石およびコイルと、レールに取り付けられた磁石との反発によって非接触で浮上・走行します。

※超電導リニアの仕組みとは異なります。

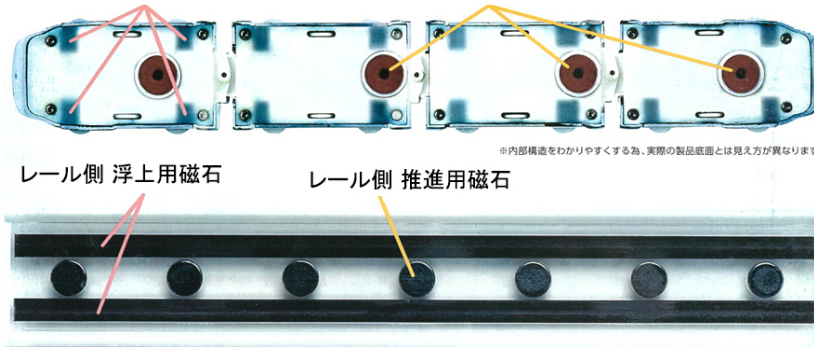
浮上の仕組み解説

レールに取り付けられた帯状の磁石と、各車両底部の四隅に搭載した4つの磁石の反発力で約2mm本体が浮上します。



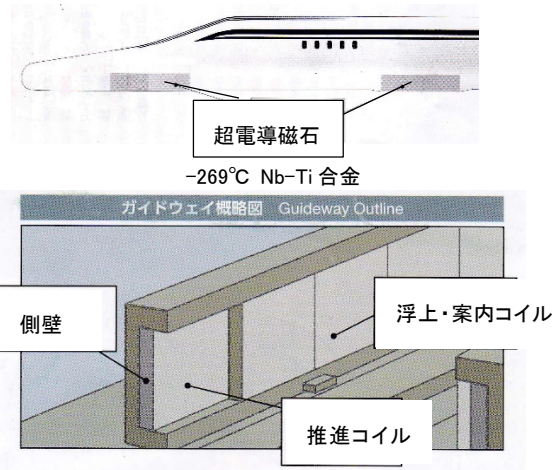
車両側 浮上用磁石

車両側 推進用コイル(電磁石化します)



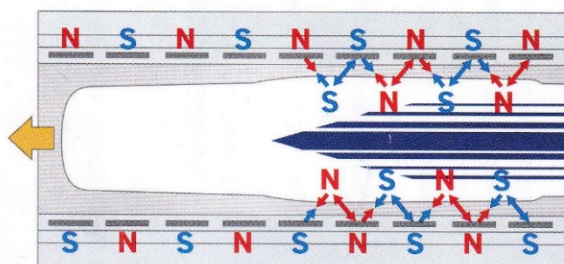
(リニアライナーマガジ (タカトミー社))

J10 超電導リニア中央新幹線と鉄道模型



リニア中央新幹線 (<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E4%B8%AD%E5%A4%AE%E6%96%B0%E5%B9%B9%E7%E7>)

推進の原理

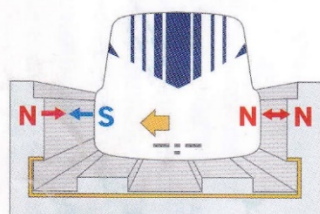


地上の推進コイルに電流を流すことにより磁界（N極、S極）が発生し、車両の超電導磁石との間で、N極とS極の引き合う力と、N極どうし・S極どうしの反発する力により車両が前進します。

超電導リニアは超電導を利用した世界に誇る日本独自の先端技術です。車両に搭載した超電導磁石と地上に取り付けられたコイルとの間で生じる磁力によって非接触で走行。そのため、時速500kmもの超高速走行が、安定して可能になっています。

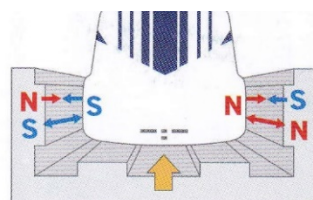
Point 01
リニアモーターカーは
どうやって
動いているのか

案内の原理



側壁両側の浮上・案内コイルは車両が中心からどちらかになぜと、車両の遠ざかった側に吸引力、近づいた側に反発力が働き、車両を常に中央に戻します。

浮上の原理



車両が高速で通過すると、ガイドウェイの側壁両側の浮上・案内コイルに電流が流れて電磁石になり、車両を押し上げる力と引き上げる力が発生して浮上します。

リニア中央新幹線の推進・浮上・案内の原理（リニアライナーマガジン（タカラトミー））



超電導磁気浮上を用いたリニアライナーの鉄道模型
(3,600 個の Nd-Fe 磁石からなるレール)

液体窒素(77K)で模型電車を冷却

山形大学 大学院理工学研究科 電気電子工学専攻 中島健介 研究室 <http://nakajima-lab.yz.yamagata-u.ac.jp/>

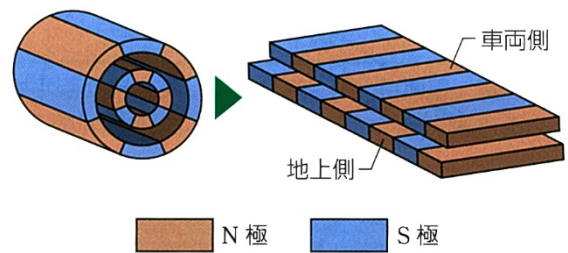
J11 車輪走行のリニア地下鉄（リニアメトロ）

“リニアメトロ方式” 地下鉄路線一覧

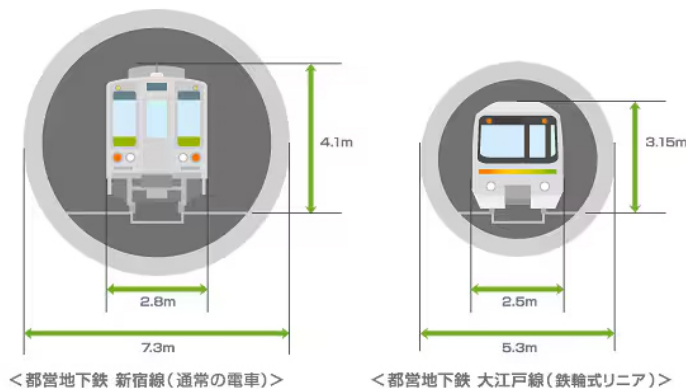
都 市	路線名	区 間	距 離
福岡市	七隈線	橋本～天神南	12.0km
神戸市	海岸線	新長田～三宮・花時計前	7.9km
大阪市	長堀鶴見緑地線 今里筋線	大正～門真南 井高野～今里	15.0km 12.1km
横浜市	4号線（グリーンライン）	日吉～中山	13.1km
東京都	大江戸線	都庁前～光が丘	40.7km
仙台市	東西線	動物公園～荒井	14.4km

回転式モーター

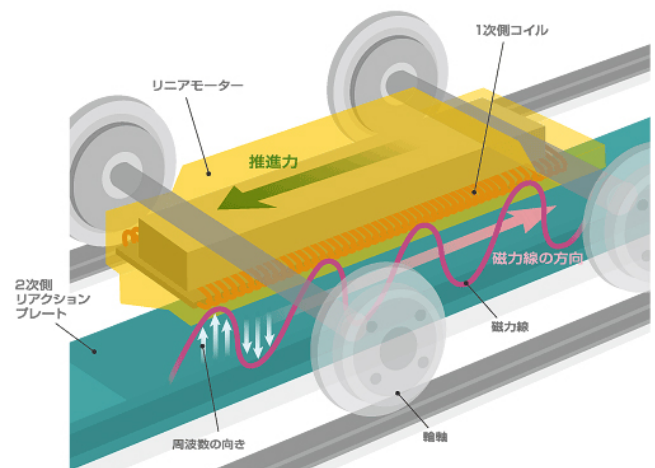
リニアモーター



物理図鑑 視覚でとらえるフォトサイエンス、数研出版（2022）



通常の電車と鉄輪式リニアの車体寸法の比較



都営大江戸線などの鉄輪式リニアの原理

TDK <https://www.tdk.com/ja/tech-mag/knowledge/160>

東西線（仙台市交通局）

「リニアメトロ」が、仙台の新たなまちづくりを支えます

仙台市では、自動車交通に過度に依存せず、軌道系交通機関を基軸とした集約型の都市構造を目指し、地下鉄東西線を建設しました。東西線の路線は、市南西部の八木山動物公園付近から東北大学等のある青葉山を経由し、都心部を経て、流通業務が集積する東部地区に至るルートです。導入したリニアモーター式地下鉄は、トンネル断面積が南北線の3分の2程度と小さく、建設費の低減が可能であることに加え、曲線半径を小さくでき、登坂能力にも優れており、勾配が大きいという東西線の路線特性に適合しています。2015年12月に八木山動物公園～荒井間13.9kmで開業した東西線は、南北線との両線とて本市を東西南北に貫く十文字の骨格交通軸を形成し、仙台都市圏の基幹交通機関として重要な役割を担っています。

- 車体長：先頭車16m/両
- 車体幅：2.49m
- 車体高さ：先頭車3.15m
- 車両編成：4両

リニアモーターの地上側



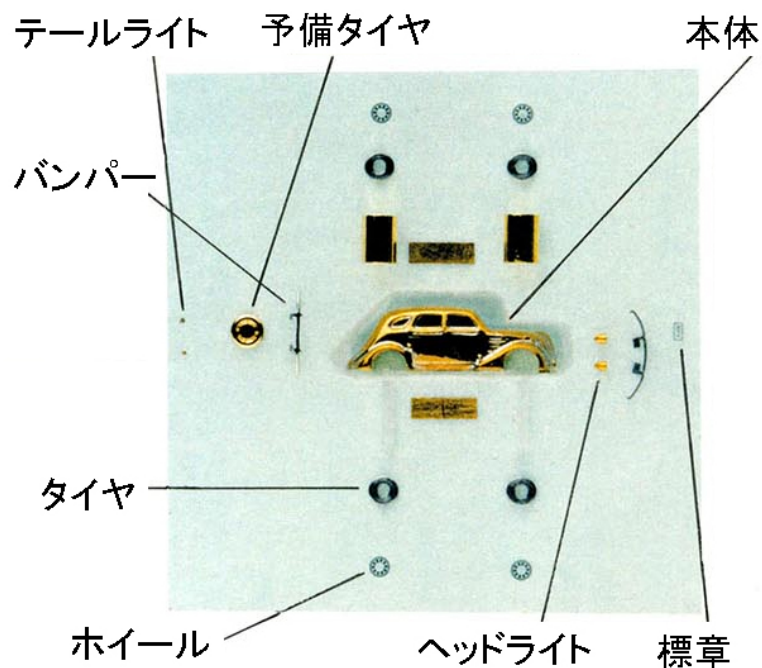
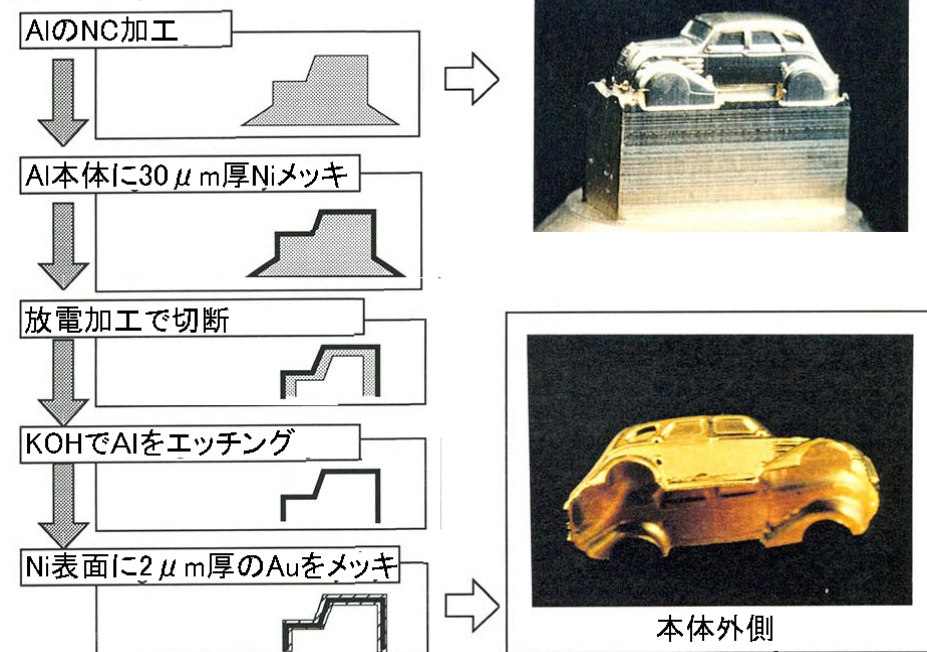
仙台市地下鉄東西線 <http://www.jametro.or.jp/linear/touzai.html>

J12 マイクロカー (株)デンソー



自動車トヨタ AA (1936 年)とその 1/1000 モデル (62mg、24 部品)

■ 本体製作工程



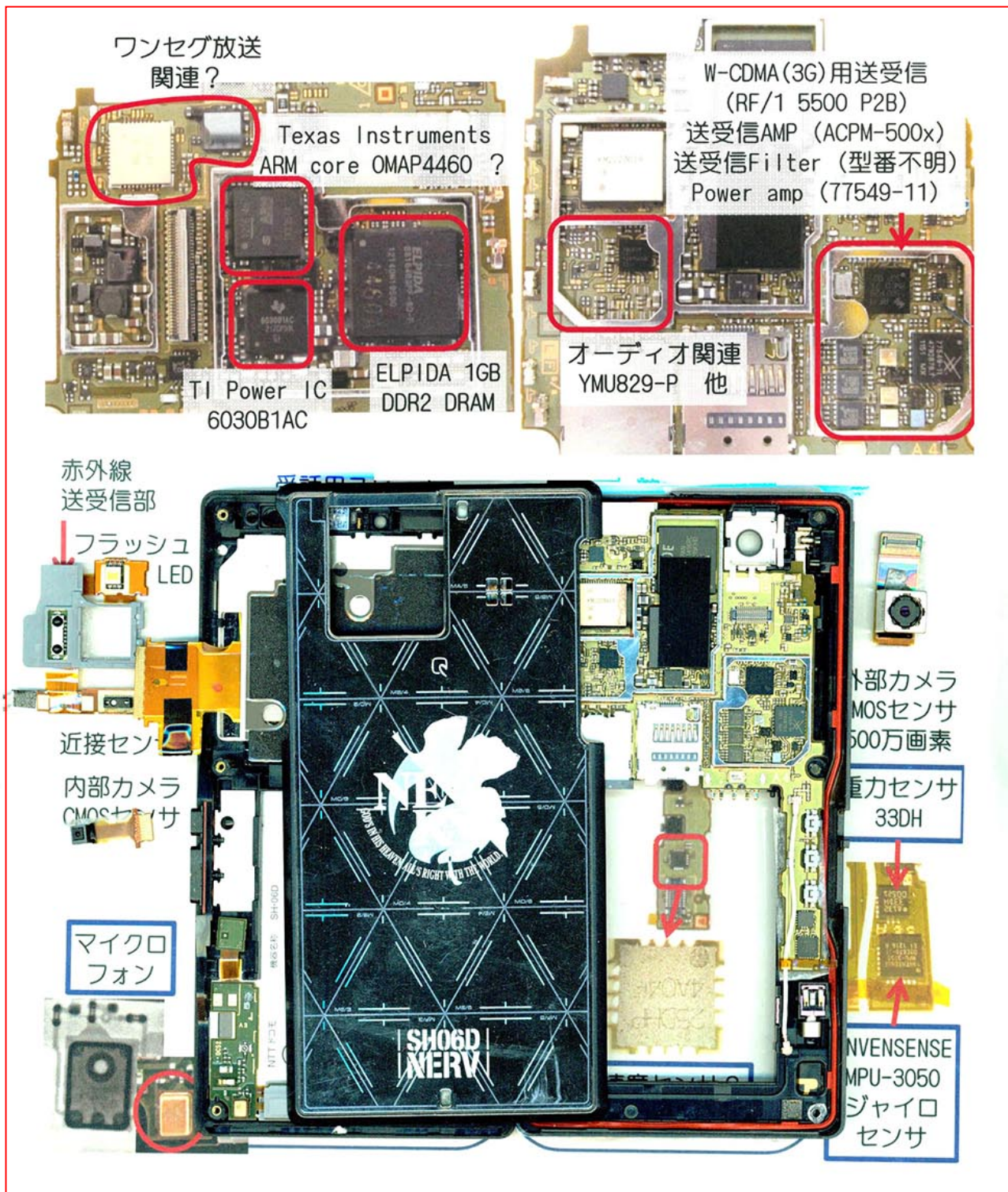
FOMA(3G)スマートフォン分解

シャープ SH-06D NERV (2012年製) Android 4.0.4

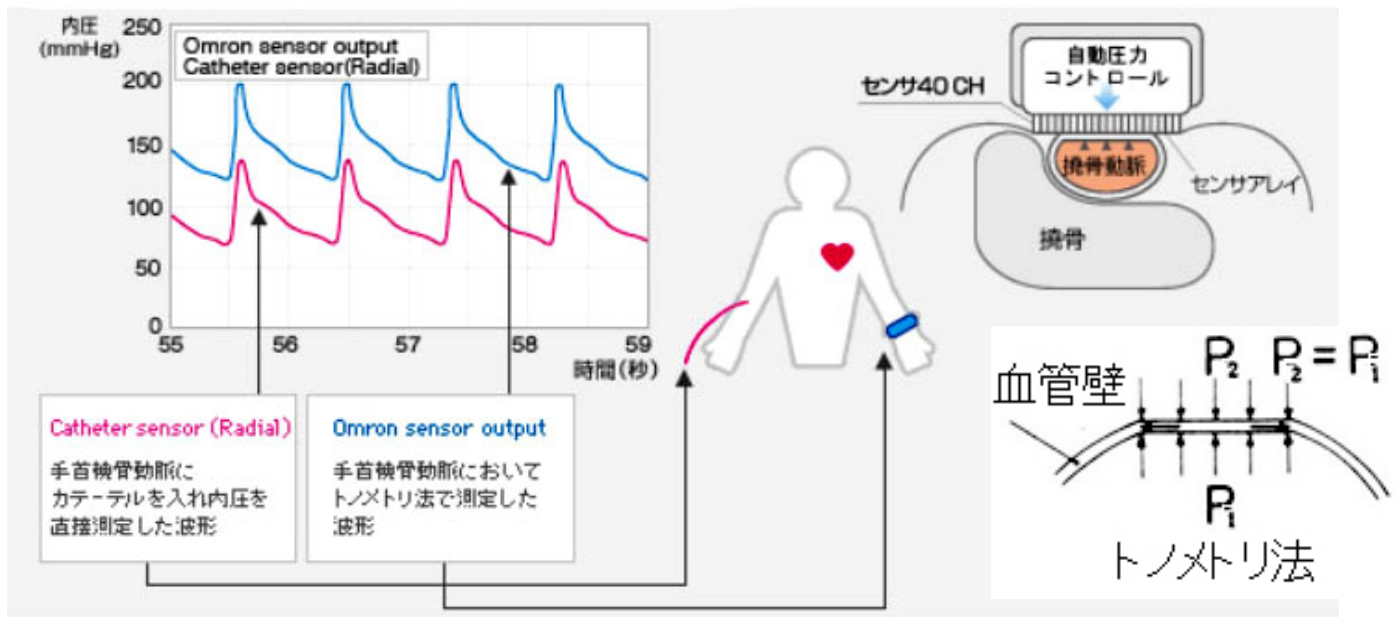
CPU : Texas Instruments OMAP4460 1.2GHz

RAM : ELPIDA DDR2 DRAM 1GByte

搭載センサ : CMOS、ジャイロ、加速度、重力、マイク、GPS、近接、照度、地磁気

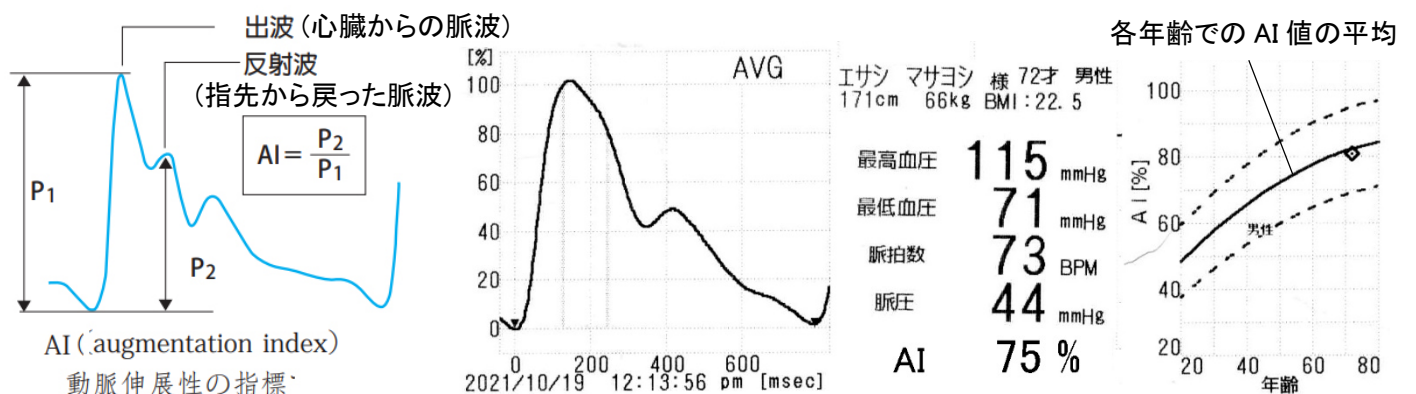


J14 トノメトリ法による連続血圧波形測定装置 (オムロン HEM-9000AI)



トノメトリ法と直接法(観血法)による脈波の比較

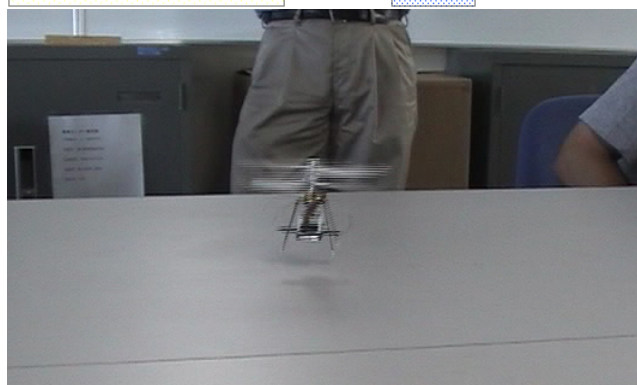
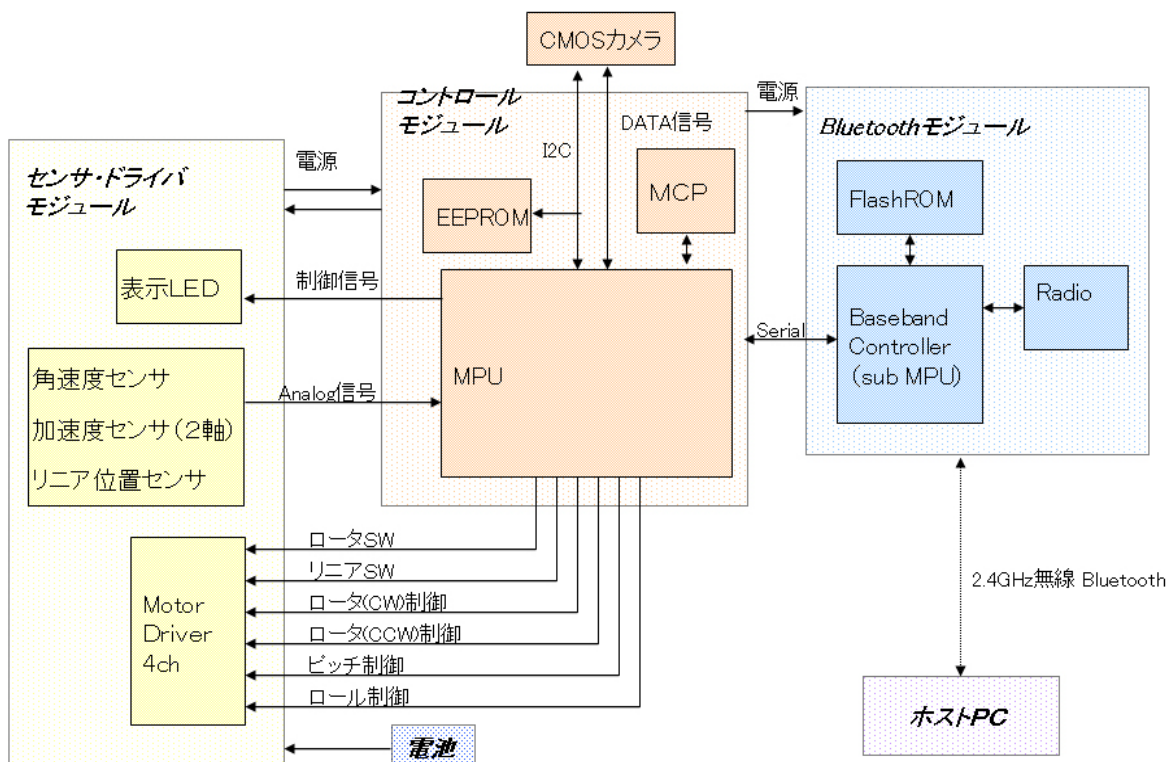
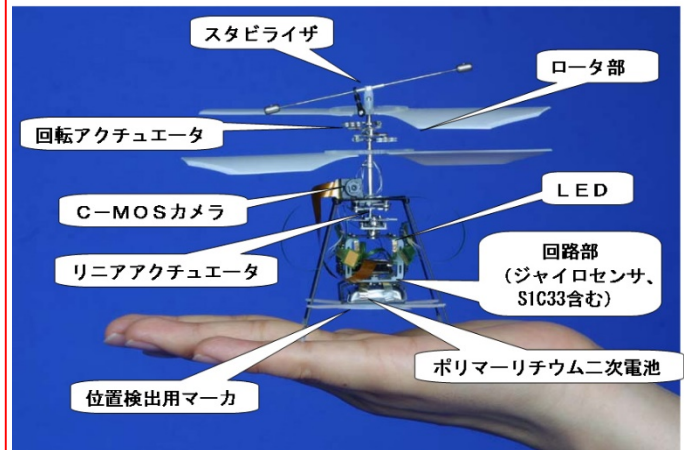
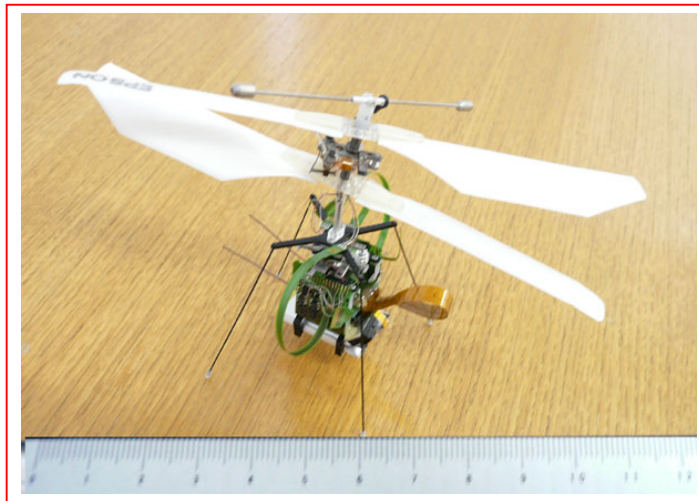
桡骨動脈の波形



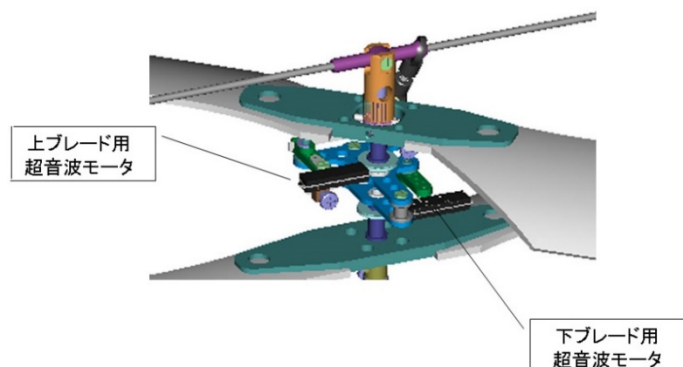
測定された脈波と AI 値 (動脈伸展性指標)

稲垣孝 (オムロンヘルスケア): トノメトリ法による桡骨動脈波形の AI 測定-オムロン血圧脈波検査装置 HEM-9000AI-Arterial Stiffness 動脈壁の硬化と老化, No.9 (2006)

J15 マイクロフライングロボット (μFR) (セイコーエプソン社) (2003)



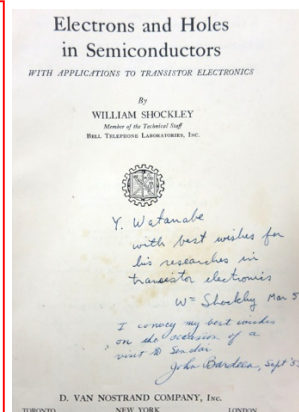
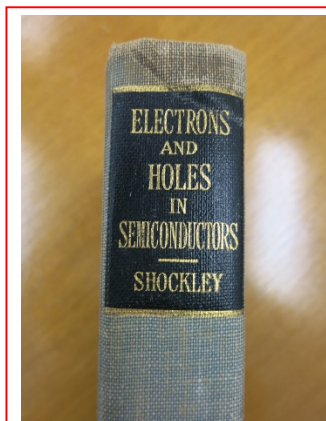
初フライト



ブレード回転用超音波モータ

https://www.jstage.jst.go.jp/article/micromechatronics/50/194/50_KJ00004320100/pdf/-char/ja

(セイコーエプソン(株) 宮澤 修 氏)



ATTENTION - PLEASE COLUMN

アイシユタインと
東北大学①

不遇の天才に手をさしのべた東北大学

理科大学への招聘計画

東北大学は一九二二年(明治四十四年)、現在の理学部の前進である理科大学を開校しました。実はこの理科大学へ「アイシユタイン」博士を本学最初の外国入教師として迎えようという計画がありました。

この計画は、当時モンペインに留学中であった理科大学助教授・石原純が、初代総長沢柳政太郎へ相談をしたことから始まりました。

アイシユタインは、そのフロンティア運動、特殊リッジで生活していました。プロレス運動、特殊相対性理論に関する三つの論文を次々と発表し、学界の注目を集めていたものの、後の世界の名声を得るには至っていませんでした。

石原は、早くからこれらの論文を読み、その優れた理論的骨子を高く評価。博士が不適な生活を強いられているのは、ユダヤ人ゆえかと心苦しく思っていたのです。そこで、「あえて教養」という意味ではなく、東北大学の誇りのためにこの理學界の大天才を迎えたい……と、沢柳総長へ話を持ちかけたのです。

当時、沢柳総長は石原へ宛てた手紙に、アイシユタインを
迎える際の年俵や当初の期限三年と書いています。

かなり具体的
に計画を進めたようです。

この計画は、結局実現しませんでした。その頃になって、次第にドイツでも博士の字才を認めるようになってきたからです。

後に、沢柳総長が「ヨーロッパの人々がユダヤ人を迫害することは想像できないが、博士がそれに耐えて研究の不便をしるべきその天才を発揮したことに敬服するをええい。もしか、博士が我が大学の教授であつたならば……と回想したそうです。

それにしても、東北大学の学問に賭ける自由闊達なフロンティア精神、また優秀な研究者への温情の片鱗がこの計画に表れていると言えます。

初代総長 沢柳政太郎

Science and the spirit of discovery
in the days of our university
were the basis of its growth.
The spirit of discovery was the
basis of its growth.

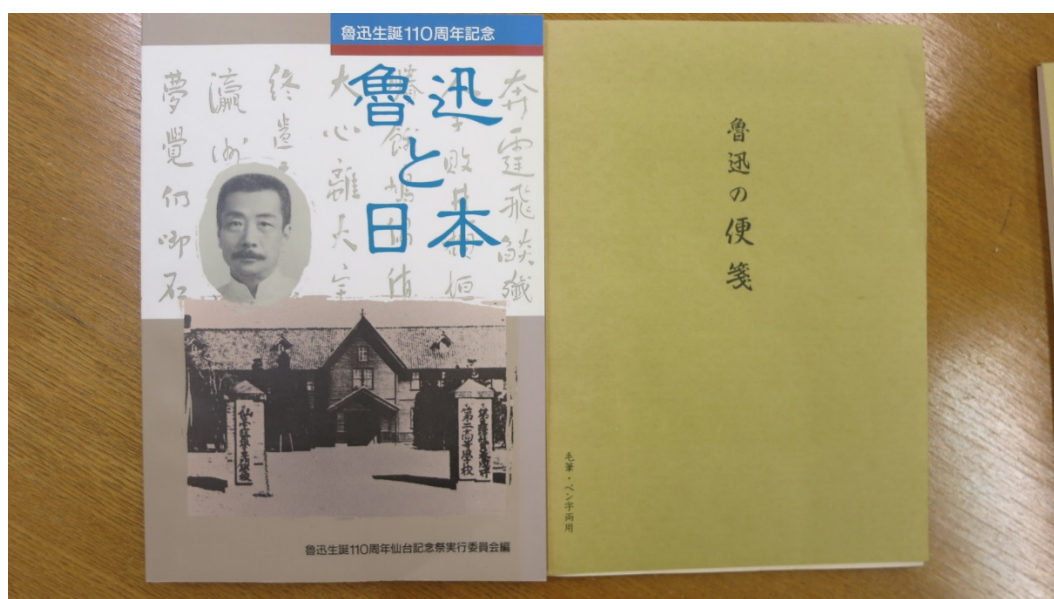
A.2017.10.09 08:15



昭和五年三月十日印刷 昭和五年三月十二日發行		著作者 發行者 閱本 一平	印刷者 印刷所 中島 會英 合	發行所 東京市本郷區駒込二丁目四番九百九十九番 會社 先 進 社 電話小田五三三番 郵便掛號東京四三三番
---------------------------	---	--------------------------------	---	--

[illegible]

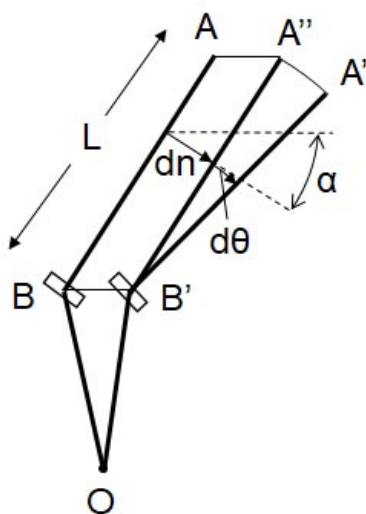
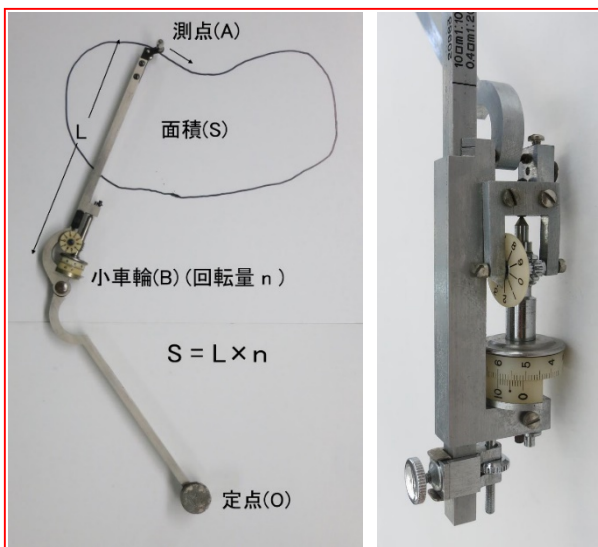
J17 本田光多郎と魯迅に関する資料



J18 プラニメータ(面積計)と比例コンパス

面積計(プラニメータ)の写真と原理を図に示します。2本の棒が繋がって曲がる部分(B)に小車輪が付いています。片側の棒は端部の定点(O)を支点に回ります。他の棒は長さがLで、端の測点(A)を持ち面積(S)を測りたい部分の周囲を動かして一周させますが、小車輪はその棒に直角に動き、その動きに対応する回転量nを用いると、面積(S)は $S=L \times n$ で求められます。同図(c)でその動作を説明します。測点がAからA'まで動く時、小車輪はBからB'まで動くとし、AからA'への移動は平行移動AA'と回転移動A'A'に分けられます。小車輪の回転量をdnとすれば棒の平行移動で覆われる面積はLdn、小車輪の回転方向が棒ABが平行移動(AA')する方向となす角度を α とすると回転量dnは $BB' \cos \alpha$ となり回転移動で覆われる面積は $L^2 d\theta / 2$ となります。このため棒ABの移動によって覆われる面積dAは $Ldn + L^2 d\theta / 2$ となり、閉曲線一周で求まる面積Sは、dAの式を積分して以下のように求められます。ここで回転移動d θ に関する積分は一周でゼロになり、第2項は消えます。

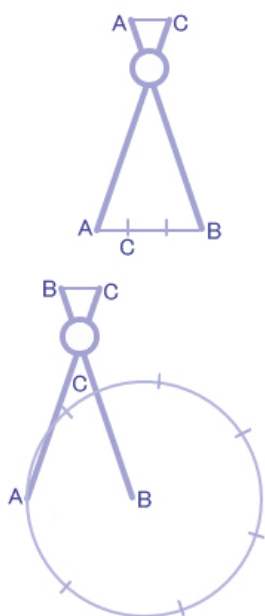
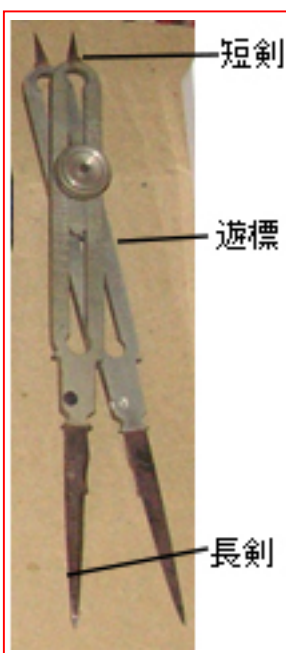
$$S = \oint dA = \oint Ldn + \oint L^2 d\theta / 2 = L \times n$$



(a) 面積計の写真と原理 (b) 小車輪 (c) 測点の動きと小車輪の回転の関係

図 面積計(プラニメータ)

Ref. 西山豊：面積を測る, https://yutaka-nishiyama.sakura.ne.jp/math2010j/measuring_j.pdf



直線分割の場合LINE

任意の寸法の母線ABを三等分する時、まず遊標をL目盛りの3に合わせ、長剣を母線ABに開けば、短剣に表れた寸法ACは、ABの三分の一になります。

円分割の場合CIRCLE

ある円の周囲を七等分する時、遊標をc目盛りの7に合わせ、長剣を半径AB(Bは円周の任意の箇所)に合わせれば、短剣の表すBCは、円周を七等分して一周する寸法です。



面積分割の場合PLANE

任意の正方形の面積を二等分する時、遊標をP目盛りの2に合わせ長剣を一边のABに合わせれば、二分の一の面積をもつ、正方形の一边(AC)が短剣に表示されます。

立方分割の場合SOLID

任意の正立方体を二等分する時、まず遊標をS目盛りの2に合わせます。次に底辺ABに長剣を合わせれば、短剣の表すACが、二分の一の体積をもつ正立方体の一边になります。

比例コンパス http://okadaenoguten.o.oo7.jp/ditail_desain3.html (東京工業大学名誉教授 肥後矢吉 氏 寄贈)