

新潟大学所蔵の歴史的実験機器の 価値と魅力

- ・ 2009年11月14日
- ・ 新潟大学駅南キャンパス「ときめいと」
- ・ 大阪経済法科大学 永平幸雄

1. 歴史的実験機器とは
2. 日本における歴史的実験機器の研究の現況
3. 世界における歴史的実験機器の研究の現況
4. 歴史的実験機器の史料の意味
5. 新潟大学所蔵の歴史的実験機器の価値と特徴
6. まとめ

1

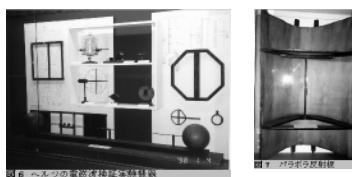
歴史的実験機器とは

- ・ 定義
 - － 科学発達史(研究・教育)に寄与した実験機器
- ・ 分類
 - － 目的別分類: 研究、教育
 - － 学問別分類: 物理学、化学、数学、生物学、医学、心理学、工学、測量...
- ・ 具体的な実験機器例
 - － ヘルツの電波発生実験装置 ミュンヘンのドイツ博物館所蔵
 - － トムソン反射検流計: 三高コレクション、水野敏之丞が電波研究に使用
 - － 対円錐: 三高コレクション、力学の教育用実験機器

2

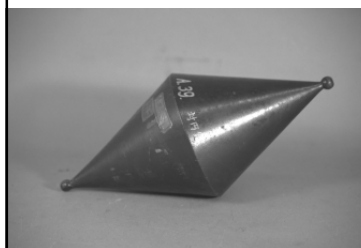
ヘルツの電波発生・検知器

ミュンヘンのドイツ博物館に実物が現存展示
1888年 カールスルーエ大学にて実験

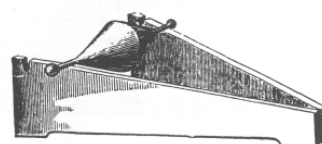


ドイツ科学史の旅ーヘルツ、ケプラー、シーボルトー
岡本正志 HPより

3



対円錐: 明治14年以前購入、60銭、三高由来



J.J.Griffin & Sons, Scientific
Handicraft (1910)

4

日本における歴史的実験機器研究の現況

- ・ 京都大学総合博物館
 - － 三高由来 約600点
 - － 工学部由来 機械模型19点
 - － No.17(2004年2月27日発行)ー 京都大学総合博物館
- ・ 東京大学駒場自然科学博物館
 - － 一高由来 70点
- ・ 金沢大学資料館
 - － 四高由来91点: (石川県立自然史資料館 四高由来 約1100点)
- ・ 神戸大学
 - － 旧制姫路高等学校(大正12年設立)由来 約300点
- ・ 大阪教育大学
 - 大阪府師範学校他(明治7年教員伝習所)由来 約100点
- ・ 岸和田高校
 - － 旧制大阪府立岸和田中学校(明治30年大阪府立第六尋常中学校)由来 約100点
- ・ 京都大学文学部心理学古典機器博物館
 - － 明治39年以来、菅原直行『実験心理学の誕生と展開ー実験機器と史料からたどる日本心理学史』京都大学学術出版会(2001) [Desital Museum Contents](#)

5

世界における歴史的実験機器研究の現況

- ・ Scientific Instrument Commission(IUHPS)
 - － [Homepage of the Scientific Instrument Commission](#)
- ・ Scientific Instrument Society(1983年創立)
 - － [The Scientific Instrument Society - Learned Society for instrument specialists and enthusiasts](#)
- ・ Physics Laboratory of Urbino University
 - － [Physics Laboratory & Museum of Scientific Instruments - Urbino University](#)
- ・ Collection of mechanical models of Cornell University
 - － [KMODDL - Kinematic Models for Design Digital Library](#)
- ・ Collection of mechanical models of 台湾成功大学
 - － [Taiwan's Antique Mechanism Teaching Models Digital Museum](#)

6

歴史的実験機器の価値とは

- 大学史の史料
 - 他大学所蔵の実験機器との価値比較はできない
 - 当該大学史においてかけがえのない価値
 - ただし、所蔵実験機器の間での価値比較は可能
- 科学史の史料
 - 研究用実験機器： 外的科学史と内的科学史
 - 教育用実験機器： 科学教育史の史料
- 現代の教育への活用
 - 学校教育、社会教育
 - 歴史的実験の再現

7

科学器械と科学の内部史、外部史

- 科学器械を2種類の史料として
 - 内部史の史料と外部史の史料
- 三高科学器械を教育用と研究用で分類
 - 区別の困難性：使用者の目的によりどちらにも可能
 - おおまかな区別基準は可能：購入金額、製作所名
- 科学の内部史 internal history
 - 科学理論の学説史的発展を追う
- 科学の外部史 external history
 - 科学理論が生み出される思想的文脈や社会的背景をとり上げる
 - » (伊藤俊太郎他編『科学史技術史事典』初版より)

8

「科学器械＝物知識(言語化されていない知識)」
Bairdによる科学器械の分類

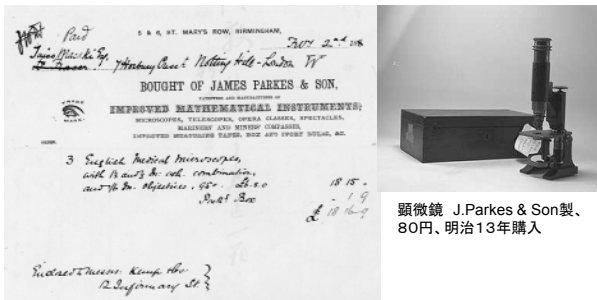
- 模型： 知識の代理表現
 - オーラリー(太陽系儀)
 - 二重らせん
- 現象を作り出す機器： 動作知識
 - パルス・グラス(沸騰球)
 - 空気ポンプ
- 測定機器： カプセル化した知識
 - 直読式分光計

三高保存器械	
模型	10点
動作器械	234点
測定機器	362点

David Baird, *Thing Knowledge - A Philosophy of Scientific Instruments*
2004 松浦俊輔訳『物のかたちをした知識 実験機器の哲学』2005 より

9

大学史および外的科学史の史料の一例：三高コレクションより



顕微鏡 J.Parkes & Son製、
80円、明治13年購入

顕微鏡3台購入に対するJ.Parkes & Sons社の請求書(倉密司-三高資料室蔵)
注) 正木温蔵(1845-96)：明治9-14年留學生監督 東京職工学校(現東京工業大学)初代校長。

「科学器械＝物知識」と捉えた場合
内的科学史の史料としての科学器械

- 実験科学者の実験室活動を研究
 - 科学器械そのものの調査
 - 物のかたちをした知識(非言語史料)として知る
 - 言語史料のみによる内的科学史研究との違いは？
- 実験科学者自身が当時使用した科学器械
 - 例：Hertzの電波の実験器械 ドイツ博物館に現存
 - 残存していることはまれ
 - 計測機器では市販ものを使用することが多い
 - 例：トムソン反射検流計、トムソン象限電氣計→三高の器械に現存
- 当時の一般的な計測機器を史料として活用

11

Thomson's Quadrant Electrometer 明治30年、
95円、製造：J.White, Glasgow 納入：篤津源蔵

Electrometer

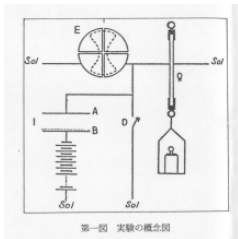
- 1785年 Torsion Balance
 - C.A.Coulomb (1736-1806)
- 1867年 Quadrant Electrometer
 - William Thomson
- 1897年 Dolezalek's Quadrant Electrometer
 - Friedrich Dolezalek (1873-1920)

E. Atkinson et al, *Ganot's Physics*, 1906, p.814

12

Curieの電気補償法の実験

- 1997年 Curie夫妻、電気補償法の実験開始
- ウラン放射線の検出の目的
 - 放射線 → 気体イオンの電離 → 電流量
- 電離箱、象限電位計、圧電気水晶電位計



高橋哲子、井原昭「Curieの電気補償法実験について」『茨木大学教養部紀要』第17号 1985年 pp.123-134



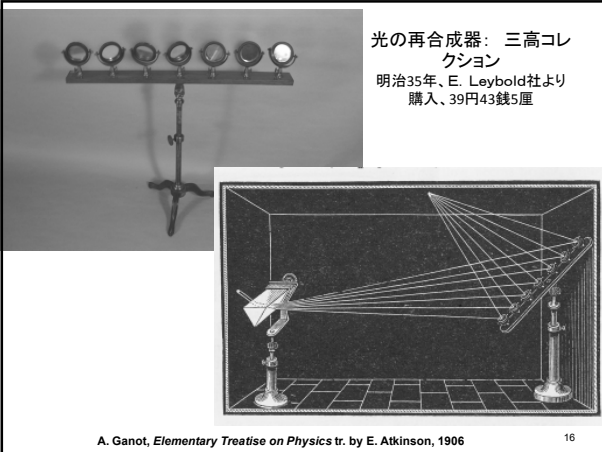
1885年に制作されたCurie象限電位計 (Oeuvres de Pierre Curie, p.573)

実験室活動に焦点を当てた科学史研究における保存実験機器の意義

- Thomson 電気計の事例
 - 「象限電気計は戦後まもない時期まではどの実験室でも使われていたもので、その苦労話を聞くことは容易である。またC.AndradeはJ.J.Thomsonが「こいつ(象限電気計)が電荷を蓄えるのはいやだと言いだすことがまれでなかった。そして折っても破つても、頑として言うことをきかなかった」と書いている話などを紹介している(三輪光雄訳『ラザフォード』、河出書房1967年、p.57)」
 - 「ケルビン卿の自ら製作する電位計は非常に複雑なる構造を有し、普通の実験には使へず、用ぜられず。…」
- 清水興七郎『電気磁気測定法並測定器具』上巻 昭和9年 p.228
- 研究対象の実験科学者の実験室活動の解明のため、もし再現実験をしようとする、
- 論文中の記述と実験機器図だけでは困難
- 「実験機器現物があれば、助かる」との感覚
- これが「物知識としての実験機器」の存在意義か

歴史的物理実験機器保存の教育的意義

- さまざまな物理実験の工夫
日常使用する材料を利用した実験
物理学の原理を理解・実感させる
興味を引く実験
- 教育用実験機器の歴史を跡づける資料
光の再合成器
- 新しい教育用物理実験機器の工夫の方向を知る
過去から発展の方向を知る
- 歴史的実験機器の再現 → その今日の物理教育への利用



光の再合成器：三高コレクション
明治35年、E. Leybold社より購入、39円43銭5厘

A. Ganot, Elementary Treatise on Physics tr. by E. Atkinson, 1906

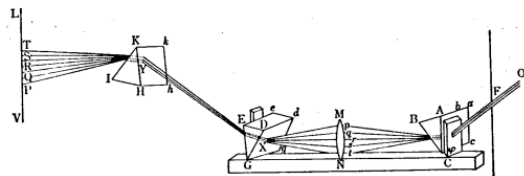
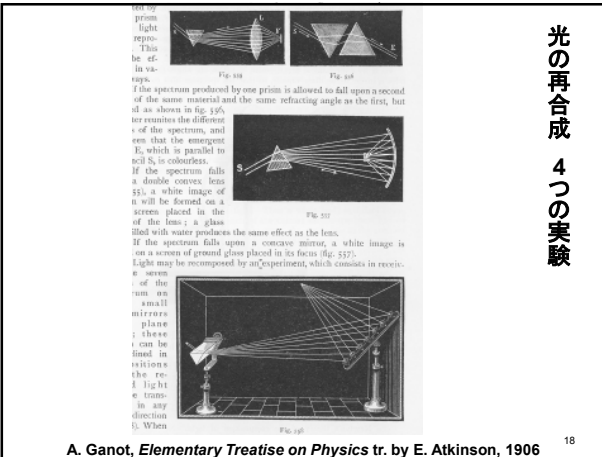


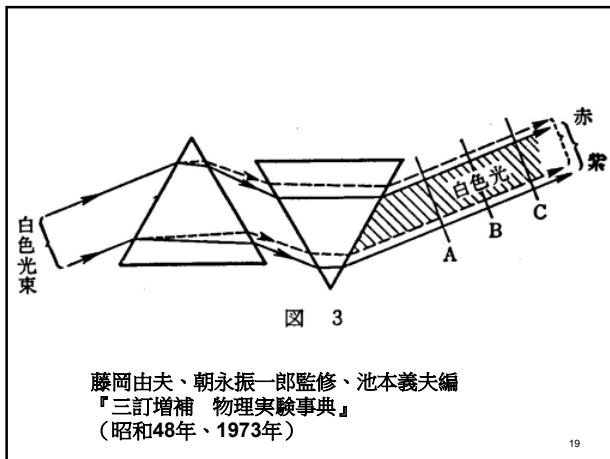
図 72 ニュートンがスペクトルの色を白色光に合成する

Isaac Newton, Optics, 1704
安田徳太郎訳『ダンネマン 大自然科学史 5』p.31



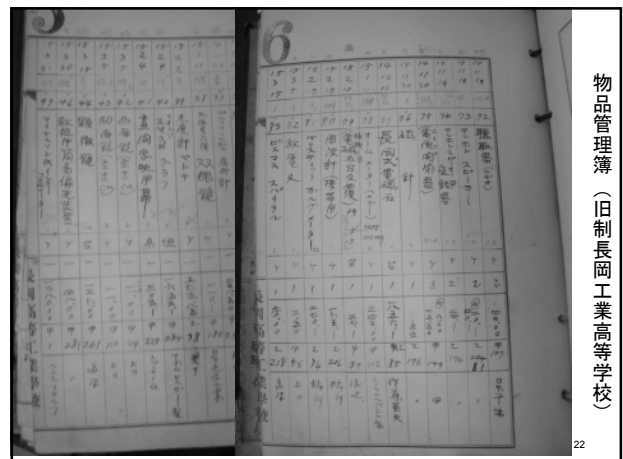
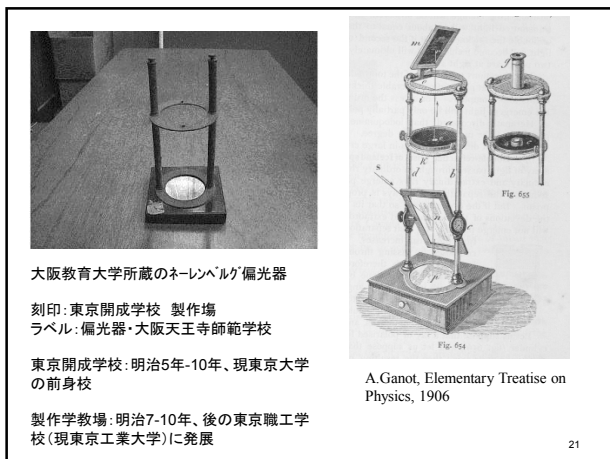
光の再合成 4つの実験

A. Ganot, Elementary Treatise on Physics tr. by E. Atkinson, 1906



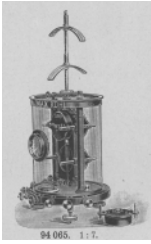
新潟大学の実験機器の価値

- ・ 史料の価値
 - － 価値は、学術的調査があつて判明する
 - － 事例：大阪教育大学所蔵のネーレンベルグ偏光装置
- ・ 大学史の史料として
 - － 大学史を編纂する際の基本史料に
 - － 各大学のアイデンティティ
 - － 外的科学史につながる：古文書や論文等の文書調査も必要
- ・ 科学史の史料として
 - － 大学史の史料の側面ではなく、科学史・科学教育史の史料として
 - － → 日本・世界の実験機器の一部としての史料価値
 - － その際、実験機器の多様性（製造年、製作所）を考慮
 - － 希少性、科学史上の重要度、科学教育史上の重要度



三高コレクション中の電流計から電流計の発達史をたどることができるが、下記の電流計は三高コレクションには存在しない





94 065. 1:1.

94 065. Atanale 4-Coil Mirror Galvanometer after Du Bois and Ruhens. Figure, with 4 coils each of 20 Ohms, 1 massive magnet system with rotary mirror, about 1 gram in weight, 1 supplementary magnet system 625 g weight (Electrol. Zuehr, 1894, p. 321, of Gas-Mag. Fig. 101; Gas-Mag. Fig. 857).

The following should be ordered separately for above:

94 066. Protective Case.....

94 067. 1 Light Magnet System, approx. weight 63 g.....

94 068. 4 Coils of each 200 Ohms to enable them to be used also with 200, 500 or 800 Ohms.....

94 069. 4 Mirror Quartz Fibers in wood case.....

94 070. 1 Sheet Resistance, 50, No. 10 of the galvanometer resistance.....

The preceding instrument is of extraordinarily high sensitivity.

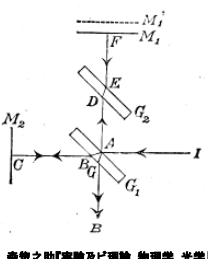
Max Kohl, Price list No.100 Vol.3

旧制長岡高等工業学校由来
トムソン氏電流計 昭和3年
290円

25



マイケルソンの干渉計
旧制長岡高等工業高校由来



森田之助『実験及び理論 物理学 光学』
大正11年



階段格子 Echelon Grating
旧制長岡高等工業高校由来



933 933K

エセロン
Echelon, in mount, complete:
Number of plates 12, thickness of plates about 4 1/2 mm, width of step 1 mm., effective aperture 13 mm. square, length overall of echelon and mount 105 mm., resolving power 45000 for W. L. 5461

島津製作所『物理学器械目録』大正14年

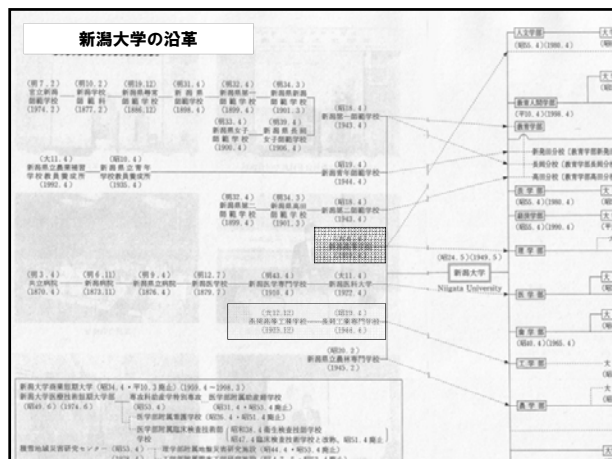
27

新潟大学の歴史的実験機器の特徴

- 個数
 - 合計 325点
- 購入時期
 - 旧制新潟高等学校 大正8年創立
 - 旧制長岡高等工業 大正12年創立
- 関連古文書
 - 旧制新潟高等学校『物品管理簿』と『物品監守簿』
- 分野
 - 物理学、心理学、機械模型、工学

	心理学機器	物理学機器	機械要素部品
旧制新潟高等学校	38	100	
旧制長岡高等工業		170	17

28



長岡高等工業学校の沿革

第一次世界大戦(1914-18)後の高等教育拡充政策
各地に高等学校や高等工業学校を新設
新潟高等学校, 大正8年(1919)
高等工業学校: 大正9年 金沢・横浜・広島
10年 神戸
11年 浜松・徳島
12年 新潟(1923)

長岡高等工業学校
初代校長 福田為造教授
第1回入学者選抜試験: 本校と東京物理学校において実施
入学志願者数: 電気工学科134名, 機械工学科72名, 応用化学科59名
合格者数: 電気工学科 40名, 機械工学科37名, 応用化学科36名

長岡高等工業学校の教育の基本方針

教育の基本方針:
基礎学の重視を標榜すると共に, ローマ字の採用, 色盲者の入学許可, 科学工業博物館の設置など, 新規に富む運営方針をとり入れ, 学生にも背広を着用させた。

▼

「技術学校と大学の違いは数学, 物理, 化学, 語学等の基礎学の教育にある」ことを建学の指針とし, 将来伸びゆく学生の育成のため基礎学重視の教育の基本方針を定め, 理科教室の充実を計った。

旧制学校時代の物理関係の資料

現存する資料について
旧制新潟高等学校の物理関係の資料: 約100点
旧制長岡高等工業学校の物理関係の資料: 約170点

資料の特徴
旧制の両学校の間で類似・共通する物品が極めて少ない

理学部の前身である旧制新潟高等学校の物理教育の理念と
工学部の前身である旧制長岡高等工業学校の教育・研究の理念
に差異があったためと想定

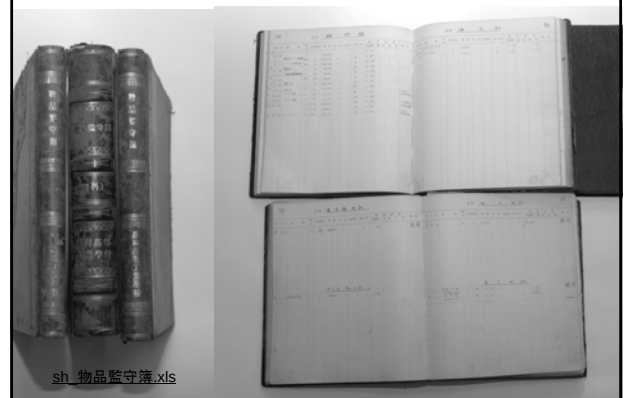
ホームページ:
展示テーマ: 近代の科学・技術の礎
—旧制学校時代の実験器具の整理保存から—
<http://www.eng.niigata-u.ac.jp/~museum-eng/index.html>



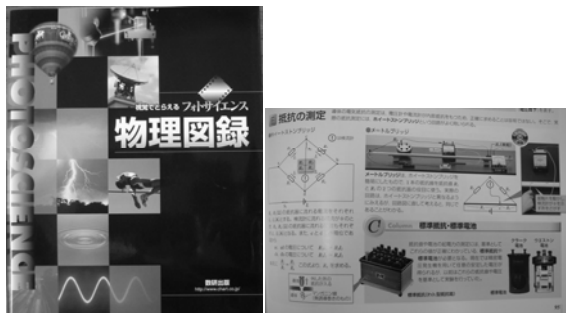
物品監守簿(管理台帳)



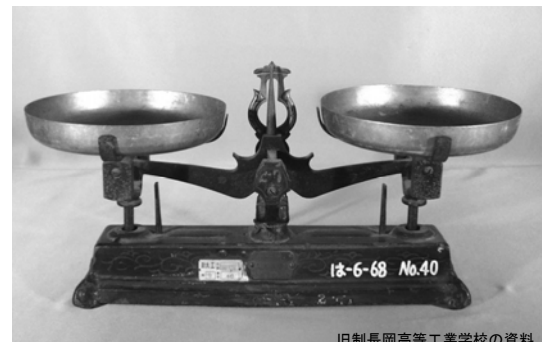
物品監守簿



引用された機器から見た保存の意義



引用された機器 1

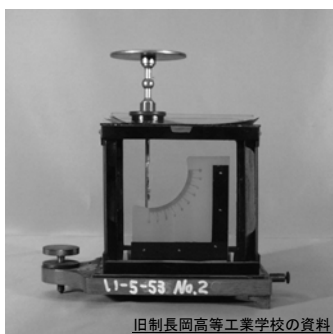


天秤 調利用5kg
大型の天秤である。専用の分銅もまた大きい。

T.14.1.29 ¥46
旧制長岡

旧制長岡高等工業学校の資料

引用された機器 2



箔(はく)検電器 (leaf electroscope)
図書: 開いたときの角度が読めるように工夫され、定量的な器具に進化している。

T.14.3.7 ¥45
旧制長岡

旧制長岡高等工業学校の資料

引用された機器 3



ライデン瓶 (Leyden jar)
図書: 円柱コンデンサーの一種。ガラス瓶の内外両面に金属箔を貼りコンデンサーを構成している。高圧の静電気を蓄えるのに用いられる。

旧制新潟

旧制新潟高等学校の資料

引用された機器4



旧制長岡

旧制長岡高等工業学校の資料

標準電池 (Standard cell) カドミウム標準電池

図説: 標準電池は「起電力の値」が命であるから、この種の電池から電流を取り出すことはしてはならない。この写真のように中身が見えるわけではない。

引用された機器5



旧制新潟

旧制新潟高等学校の資料

電気盆 (Electrophorus)

図説: 静電気の発生装置。平たい金属板と樹脂板(絶縁板)および柄のついた金属板から成る。樹脂板を摩擦することにより生ずる静電気を、柄のついた金属板に移して取り出す。

永平先生からコメントを戴いた機器



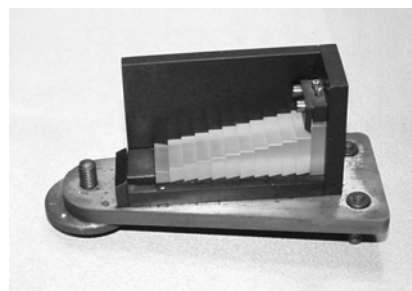
旧制新潟

正接機流計 (Tangent galvanometer)

図説: 可動磁針機流計。鉛直なコイルの中心に小さい磁針を鉛直軸の周りに回転できるようにした機流計(電流計)

旧制新潟高等学校の資料

永平先生からコメントを戴いた機器2



T.14.9.10 Y213
旧制長岡

階段格子 (Echelon grating)

図説: この格子は、Wood(1910)の考案によるもので、Alの蒸着膜に溝を切る方法で製造するようになった。赤外領域に主に用いられる。

旧制長岡高等工業学校の資料

実験機器を用いた取組の紹介

種村先生(大阪教育大学)の取組
(前身: 教員傳習所創設1874年)

科学史の活用 (趣旨)

偉大な発見は科学者の素朴な疑問やアイデアからなり、考案された実験装置もシンプルで、再現しやすい。発見に至る思考過程を初學者の思考課程と重ねて追体験的に実験することは、教育的効果が大きい。

明治・大正期の師範学校で使われていた物理学実験機器は原理の明快なものが多い。熱電流電磁石や表面張力試験器などの教材を追体験的作製する過程を通して、現代の物理学実験に取入れている。

大学の物理教育 日本物理学会 15(2009)62-63.

まとめにかえて

旧制時代の実験器具保存の意義

- 原理がシンプルで構造も直接目で見るができる。
- 職人技が発揮され、「ものづくり」の原点となる。
- 直接触れることで、新鮮な感動や出会いができる。



科学史の生きた資料として
是非とも整理・保存し活かしてゆくべきもの



ポスターの写真と説明

- 食い違い軸歯車
回転双曲面車
「直線で接触する」



指南車？



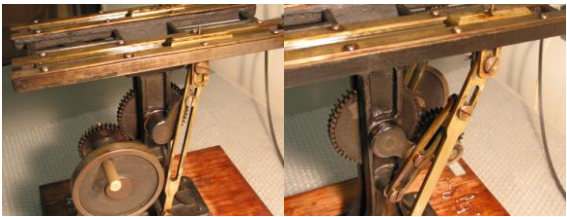
- 長岡高等工業学校:大正12年12月10日設置
- 長岡工業専門学校:昭和19年 3月28日改名
- 新潟大学工学部:昭和24年 5月31日発足

「機構学」:機械システム工学科1年次学生の
講義科目として開講

- 機械運動の基礎(瞬間中心、速度、加速度)
- 具体的な機構の構成・動作原理・実用例
摩擦伝動装置、歯車機構、カム装置、リンク機構、巻き掛け
伝動装置、などなど
- 低学年ではベクトルなどを用いた数学的な
立体機構の解析は無理
- 図,webの利用:立体機構の理解には限界
>> 機構模型の登場、(工場実習)

早戻り機構(リンク機構)

- 回り対偶と滑り対偶の連鎖
- 微妙な変更で動作が変化



カム装置

- 複雑な変換が簡単な機構で実現できることを実感



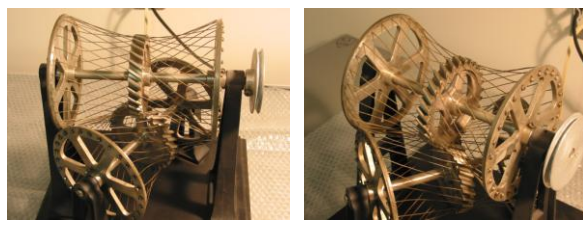
歯車機構

- 理解困難な学生も実物のおかげで想像力が刺激される。(ねじ歯車、かさ歯車)



ねじ歯車の概形・動作

- 実物を提示しながらの説明



差動歯車を用いた指南車の解析

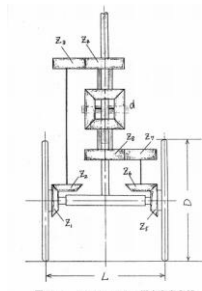


図 5. 4 ランチェスター指南車歯車部