

鶴田賢次教授により計算尺の図案化から創案された「 $\approx$ 」約号について

藤野清次^{†1}

概要： 前報では、「 $\approx$ 」約号の考案者が東京帝国大学物理学教室の鶴田賢次教授で、約号がどのように論文で使用され、広く使われるようになったかを主として研究論文をベースに辿りながら、議論した。この記号の意味は、「およそ、約」であるが、約号の前後に二つの量を挟んでそれらの関係を表すときに使用される。理工学（教科では数学と理科）の分野で約号は使用されることが多いが、海外では台湾、韓国などでは大体通じるが、それ以外の国ではほとんど知られていない。本稿では、鶴田教授が約号を初めて使用された時代背景を基に、約号がどのように着想され生まれたかについて当時最新最強の計算器具であった計算尺をベースに議論をする。

キーワード： $\approx$ 、鶴田賢次、約号、計算尺、エックス線、放射線障害

On the Symbol of “ $\approx$ ” Born from Designing of Slide Rule by Prof. Kenji Tsuruta

Seiji FUJINO^{†1}

Abstract: In this paper, we would like to make clear that a symbol of “ $\approx$ ” coined in Japan began to be widely used with the meaning of “approximately equal to” in the education of junior (high) school before advanced education of universities. Moreover, we found out that prof. Kenji Tsuruta was a founder of symbol of “ $\approx$ ” and profs. H. Nagaoka and K. Honda contributed greatly for propagation of a symbol of “ $\approx$ ”. Due to their excellent idea and eager activities, we can use currently this convenient symbol.

1. はじめに

数学や物理分野の文献でよく出てくる「 $\approx$ 」約号は英語では「nearly equal to」または「approximately equal to」と呼ぶ。その意味するところは「約」または「およそ等しい」である。したがって、「 $a \approx b$ 」は「**a と b はほとんど同じ**」の意である。一方、欧米ではこの記号は使用されず、「 $\approx$ 」記号 (almost equal to) などが使われる。

最近、検索で約号を探そうとしたが、その名前さえわからなかった。さらに、検索の別のサイトでは、「 $\approx$ 」約号は、**台湾、韓国、そして日本**だけしか通用しない」との興味深い記事が出てきた。そこで、検索ツールを使って、「 $\approx$ 」約号の起源を探す旅に出た。(社)日本物理学会、同日本数学会のサイト(東京数学物理学会記事)をまず調べた。<http://wwwsoc.nii.ac.jp/jps/index.html>

その結果、興味深い新事実が次々に浮かび上がり、調査結果を前報[18]で述べた。本稿はその続編である。まず、考案者の鶴田賢次教授について概略を述べる。

2. 「 $\approx$ 」約号の誕生

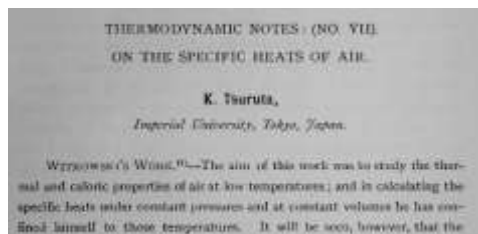
2.1 日本学術雑誌における初出(しよしゅつ)

「 $\approx$ 」約号は以下の論文(東京数学物理学会記事, 1896)で鶴田賢次により使用された。論文は「Thermodynamic Notes: (No.VII) On the specific heats of air, K. Tsuruta, Imperial University, Vol.4, pp.135-151, 1896」[12]である。同論文の137ページに以下の記述がある。

“While I have obtained on my curves of compressibility values of pressure at constant volumes which agree very well with those of Witkowski, I have not obtained the values of β so concordant with each other as his. On the whole, it was found for the range of from 0° c. to 100° c. that

$$\lambda \approx 0.00001.$$

I then calculated the values of $(a-R)v$ from Witkowski's table of ... ”



^{†1} 九州大学名誉教授, E-mail: seiji.fujino@gmail.com
Professor emeritus at Kyushu University

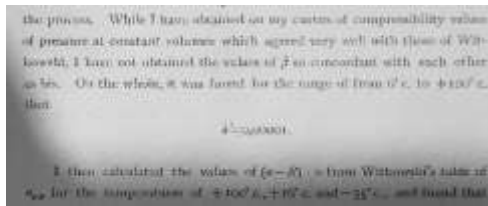


図 1 鶴田賢次により使用された「 $\equiv$ 」記号

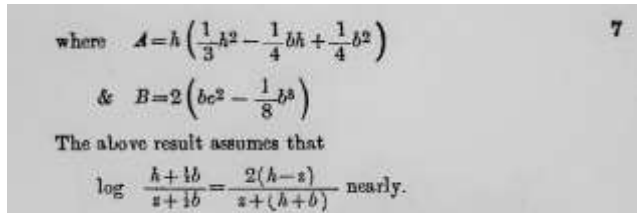


図 2 工学会誌, Vol.IV, No.47, November, 1885. A. Inokuchi の論文

2.2「東京数学物理学会記事」中で「 $\equiv$ 」約号を早い時期から使用した論文

長岡半太郎と本多光太郎は、第 1 回文化勲章受章者(1937 年)として著名な研究者である。「 $\equiv$ 」約号は、数学よりも物理(地球物理)学の論文で使用され始めた。

(1)K. Aichi and T. Tanakadate (愛知敬一, 田中館寅士郎, p.82) “Extension of Airy’s theory of rainbow to that due to a circular source,” Vol.2 (1903), No.6, pp.79-86.

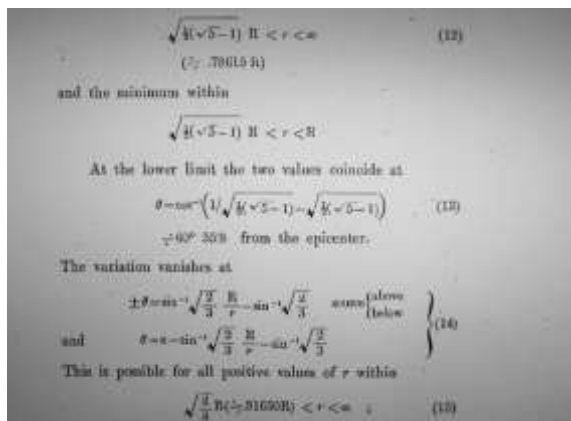


図 3 田中館愛橘教授の帝大理科紀要論文(1904)
(記号表記が 2 種類ある)

(2)H. Nagaoka: (長岡半太郎, p.101)

“Motion of particles in an ideal atom illustrating the line and band spectra and the phenomena of radioactivity,” Vol.2 (1903), No.7, pp.92-107.

(3)H. Nagaoka: (長岡半太郎, p.20)

“On damped progressive waves and the formation of tail in

distant earthquakes,” Vol.3 (1906), No.1, pp.17-25.

3. 鶴田賢次の略歴

帝大物理学教授 鶴田賢次の略歴を以下述べる[4][6].

1868 年 2 月江戸生まれ。1918 年 6 月 10 日死去。享年 51 歳。明治 - 大正時代の物理学者。1890 年東京帝国大学理科大学大学院に進学。1893 年同大学助教授。1899 年ドイツ、オランダに留学。帰国後、1903 年山川健次郎(その後、東大、京大、九大各総長)の後任の物理教授に昇格。1911 年まで物理講座担当。1912 年辞任。在職中、講義で力学を帝大 1 年生の高木貞治(のち、数学者)や吉江琢児(のち、数学者)らに教えた。力学や物理学についての随筆や雑録も雑誌などに連載した[15][16].

一方、日露戦争後の 1906 年、東京計器製作所が光学計器部を設置し海軍の技術援助により光学機器の研究のため博士を招聘し、航海用望遠鏡等の技術指導を受けた。同社は、その後三菱財閥と海軍との強い連携の下、1917 年 7 月日本光学工業(現在の(株)ニコン)の設立に繋がった。

博士は熱力学と電気を研究し、三角型体温計を発明した。この体温計は丈夫で狂いがなく一般に普及し、1970 年の電子体温計の発明までよく使用された。博士は文章創作にも優れ、作家の尾崎紅葉(1868-1903.10.30)や川上眉山(1869-1908.6.15)らとも交遊があった。また著書「物理学叢書」(学芸叢書, 博文館, 1908)で、日本に初めて「ブラウン運動」について紹介した。



図 4 三角型体温計と現代の電子体温計



図 5 理学博士 鶴田賢次と著書「物理学叢書」[8]

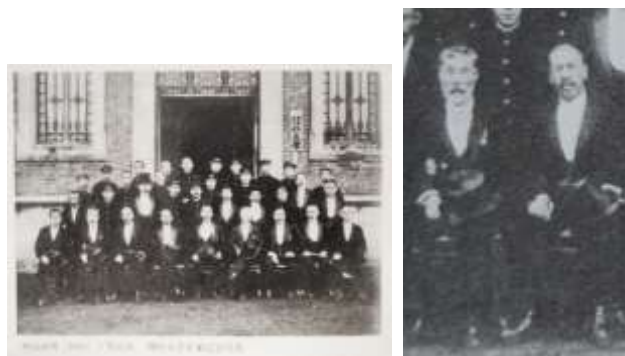


図 9 1907 年 7 月理科大学卒業記念の写真。前列左 2 人目から田中館愛橘教授，鶴田賢次教授が並ぶ。

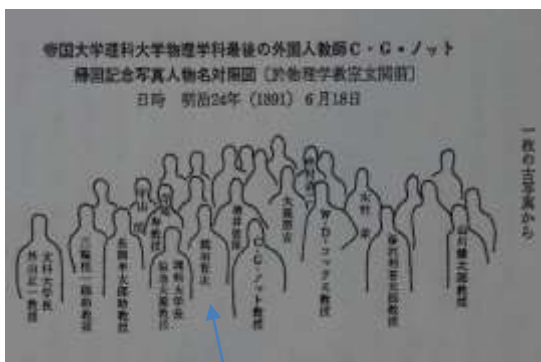


図 6 1891 年 6 月 18 日物理学科最後の外国人教師 C. G. Knott 帰国記念写真(「東京大学百年史」[7]および飯田修一東大名誉教授の寄稿文[1]より，矢印が鶴田賢次)



図 10 1909 年 6 月寺尾壽(ひさし)教授在職 25 年祝賀会記念の写真。前から 2 列目は左から辰野金吾教授，松村任三教授，鶴田賢次教授，井上哲次郎教授が並ぶ。



図 7 鶴田賢次の著書「物理学叢書」[8]の「目分量の誤差」の第 1 章と「ブラウン運動—物質飛動論」の節



図 8 1894 年 7 月理科大学卒業記念写真。前から 2 列目。左から 2 人目が鶴田賢次助教授。(東京大学百年史 部局史 2 理学部，1987 より)

図 5-図 10 に鶴田賢次の写真を示す。帝大の入学式や卒業式の記念写真で鶴田教授が座っている位置から，鶴田教授が、帝大の中で主要なポストに就いていたことがわかる。事実，鶴田は 1900 年 3 月から 3 年間、欧州（ドイツ，英国）に留学し，帰国後すぐに物理講座の教授に昇任した。

3.1 鶴田賢次の不可思議な行動の怪

しかし，その頃から，鶴田教授はまったく学術論文をまったく発表しなくなっていた。その理由を探ると次のように思い当たることがある。

- (1) 文学者（尾崎紅葉や川上眉山ら）との交流と創作活動と尾崎の癌による死去（1903 年），川上の文学上の行きづまりによる自殺（1908 年）などの影響
- (2) 1895 年 12 月のレントゲン博士による X 線の発見，翌 1896 年日本においてもその追試・検証が東大，一高，三高でなされた。X 線を浴びて健康を害した可能性がある。
- (3) 精密光学レンズ研究と軍事光学兵器(潜水艦の潜望鏡や大型測距儀)への応用と開発(ニコン(株)の前身に関与)。

鶴田賢次の相続人は，鶴田眞次郎(1930 年東京帝大哲学科を卒業，1941 年に静岡高等学校教授，1945 年に亡くなる http://komatsukemonjokan.com/?page_id=775。ボーアが

書いた相補性の論文を翻訳し、1937 年雑誌「いのち」に掲載 (<http://ci.nii.ac.jp/naid/110008799182>) した。

3.2 エックス線発見と追試験による放射線障害

1896 年ちょうどヨーロッパ留学中であった長岡半太郎によってレントゲン博士によるエックス線発見の一報がもたらされた。ヴィルヘルム・C. レントゲン(Wilhelm Conrad Röntgen, 1845 年 3 月 27 日 - 1923 年 2 月 10 日)は、ドイツの物理学者。1895 年 11 月 8 日に X 線発見, 同 12 月 28 日学会誌に論文掲載, 1896 年 1 月 5 日妻の手のレントゲン写真を公開, 新聞報道され大きな反響を生んだ。この功績により, 1901 年第 1 回ノーベル物理学賞を受賞した。

月日	著者	論文名	雑誌名
3.25	水野敏之丞	レントゲン氏の大発見 (長岡半太郎の X 線写真)	東洋学芸雑誌, 174,99
3.25	雑誌	理科大学教授山川健次郎 (山川・鶴田の実験速報)	東洋学芸雑誌, 174,137
4.8	高橋卯吉	X 放射線に就て (水野等の X 線写真)	東京物理学校雑誌, 53,134
4.25	雑誌	山川理科大学教授の実験 (X 線発生成功)	東洋学芸雑誌, 175,187
4.29		玄鹿館の X 光線写真術の 実験	報知新聞
5.30	雑誌	レントゲン氏放射線 (一高山口・水野の成功)	東京医事新誌, 948,1053
5.30	雑誌	国家医学会 (鶴田の 5.29 の講演)	東京医事新誌, 948,1054
6.8	雑誌	X 放射線に就て山川博士 の講述	東京物理学校雑誌, 55,200
6.13	雑誌	国家医学会常会 (5.29 の会の詳細)	東京医事新誌, 950,1146
6.15	丸茂文良	レントゲン氏の所謂 X 光線 のデモンストラチオン	済生学会医事新報, 42,508

図 11 エックス線発生実験の成功 (1896 年前半), 山川健次郎教授と鶴田賢次助教授の名前が度々記載されている。

X 線撮影はエックス線を目的の物質に照射し、透過したエックス線を写真乾板・写真フィルム等の検出器で可視化することで、内部の様子を知る画像検査法の一つである。医療の他、空港の手荷物検査などの非破壊検査などで利用される。世界で最初の X 線撮影装置はドイツのシーメンス社が開発に成功、1898 年日本に輸入される。日本でも 1909 年に初の国産機を第三高等学校教授で理学博士の村岡範為巨馳(はんいち)が島津製作所の全面協力で開発に成功した。一方、X 線の有害作用は早くから指摘され、1896 年には皮膚に潰瘍ができることが証明され、1902 年には X 線による発癌も報告。電球の発明で有名なトーマス・エジソンも X 線を使った実験をしたが、1904 年彼の助手の髪が抜け落ち、皮膚に潰瘍ができ死亡したため実験を中止した。



図 12 撮影された手の骨と指輪の写真とレントゲン博士

1927 年, Maria Skłodowska-Curie に師事しフランスへ渡った日本人物理学者の山田延男が日本人として初めての放射線障害の犠牲者となった。このことを 1959 年医師が指摘, そして 1998 年山田のパスポートから放射能検出され証明された。鶴田賢次(1918 年死亡)教授も放射線障害だった可能性がある。

4. 計算尺の輸入と発達そして鶴田賢次

計算尺とは対数の原理を利用したアナログ式の計算用具である。棒状や円盤状。内部的な計算はアナログであるが、入力と出力は刻まれた目盛りでデジタルとして取り出す構造である。ほとんどが乗除算と三角関数、対数、平方根、立方根等の計算用に用いられる。計算尺は結果をイメージとして示すものであり、得られる値は**概数**である。

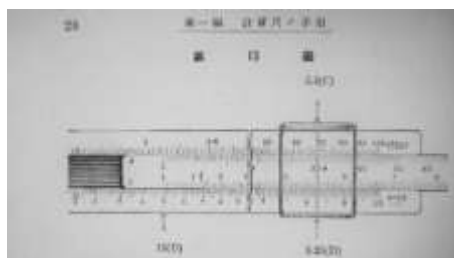


図 13 計算尺の構造図

計算尺は**固定尺**、**滑尺**、**カーソル**の三つの部品からできている。**固定尺**とは基尺(きしゃく)ともいい、計算尺において相対的に動かない部分である。**滑尺**(かつしゃく)とは中尺(ちゅうしゃく)とも言い上下の固定尺の間に位置し、左右に動かすことができる。**カーソル**とは固定尺と滑尺をまたいで計算尺の左右に動く。特定の目的の計算に特化した計算尺も数多く作られた。1970 年代頃まで理工学系設計計算や測量の用途に利用されていたが、関数電卓の登場で市場がなくなり、1980 年頃には多くのメーカーで生産が中止された。(Wikipedia より引用)



図 14 実際の計算尺の写真



図 17 逸見治郎の写真と著書「ヘンミ計算尺」の表紙

4.1 日本での計算尺の歴史

- 1894 年 - フランスのマンハイム（マネーム）計算尺を廣田理太郎と内務省官僚近藤虎五郎が欧米視察のみやげとして持ち帰ってきたのが最初。
- 1895 年 - 逸見治郎，独自の計算尺完成。
- 1909 年 - 逸見，特許庁出願(特許第 22129 号)。
- 1933 年 - 逸見製作所(ヘンミ計算尺)設立。



図 15 Victor Mayer Amédée Mannheim (17 July 1831, Paris, France – 11 December 1906, Paris, France)の写真と日本最初の計算尺の著書(廣田，近藤共著，1895 年，中邨商店刊)



図 16 廣田理太郎と近藤虎五郎（中央の座っている人物）の写真，田中館教授と廣田理太郎は東大時代にオーディナリ型自転車同好会のメンバーだった



図 18 映画「風立ちぬ」宮崎駿監督作品，零式戦闘機的设计において登場した計算尺を使うシーン



図 19 田中館愛橘教授を描いた肖像画と博士愛用の計算尺(岩手県二戸市 田中館愛橘記念科学館 所蔵)，肖像画は国立近代美術館所蔵，教授就任 25 周年記念，中村ツネ作（1916 年，第 10 回文展，特選に選ばれた）

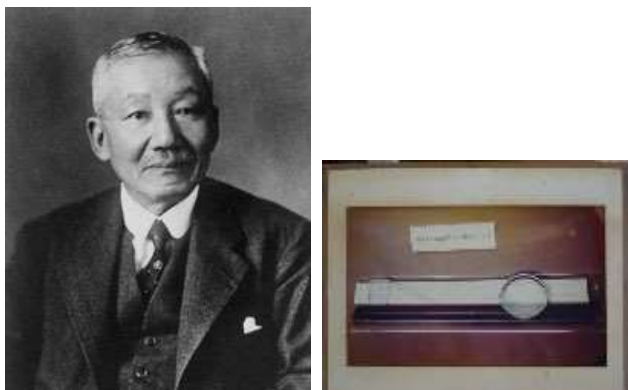


図 20 長岡半太郎教授の写真と博士愛用の計算尺。
長岡半太郎記念館所蔵（神奈川県横須賀市長沢）。



図 21 長岡半太郎教授愛用の計算尺。
大阪大学総合学術博物館所蔵（大阪府豊中市）
長岡，廣田，近藤らは東大時代同級生。

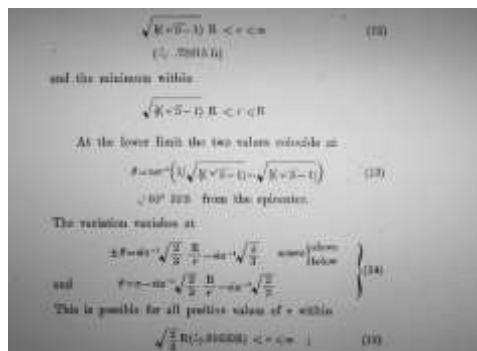
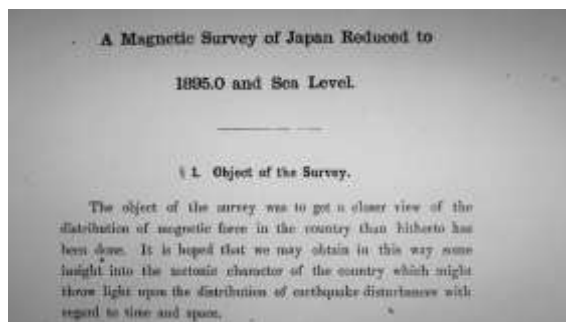


図 22 田中館愛橘教授の「 $\sqrt{}$ 」約号とその左右反転の変形版の記号を使った論文。



図 23 左から本多光太郎，アインシュタイン，愛知敬一，
日下部四郎太（敬称略），1922 年，東北大学にて。

「その計算を、**本多**は宿で曾禰武（そね・たけ）の目の前で、**計算尺**を使ってやるのであるが、一高生曾禰はその時はじめて**計算尺**なるものを見たのであった。で私が曾禰に、曾禰の MnO の磁化率測定の日ターが反強磁性体のネール点における磁化率異常を見出している世界最初のものであると告げた時、曾禰はまだその事実を知らなかった。曾禰はその事を聞いて喜び、私もまたこの事を伝えた事を嬉しく思った。」曾弥（禰）武の歩み：聞書きにもとづく物性物理学史(1)の中の「私の眼に映じた本多光太郎生」，勝木渥，1977 年刊より引用。

4.2 文献「長岡半太郎伝」より鶴田賢次の研究歴

文献「長岡半太郎伝」[2]には鶴田賢次の研究歴が詳しく記述されているので該当部分(P. 225)を引用する。

「熱力学を専攻していた鶴田賢次(1868-1918)は、1900 年 3 月 24 日、3 年間の予定でゲッティンゲン大学に留学に出ている。鶴田は留学に出た 1893 年から Phil. Mag. や「帝国大学紀要」などに熱力学に関する一連の論文を発表し続けていた[9-14]。たとえば、1900 年に彼はアメリカの雑誌 Phys. Rev. (Physical Review)誌に「ベンジンに関する熱学的データの修正(熱力学ノート 10)」を発表し、ドイツの雑誌 Phys. Zeit. (Physikalische Zeitschrift)に、「ブロームとヨードの蒸気圧、気化熱、三重点について」を、またイギリスの雑誌 Phil. Mag. に「鉄の熱電氣的性質に対する振れの効果について」を発表している。彼は留学中、A. von Oettingen とともにイギリスの Thomas Andrews の論文「物質の気体状態と液体状態との連続性について」「物質の気体状態について」を英語からドイツ語に訳して注解を付して、有名な「Ostwalds Klassiker」(科学古典叢書)の 1 冊として 1902 年に刊行している。彼は帰国するとすぐに 1903 年 6 月 25 日、教授に昇任し、山川のあと空席だった物理学第 1 講座を担当することになった。(中略)しかし、惜しいことに、鶴田は留学に出た年の 1900 年以降 1 篇も論文を発表しなかった。そのころから結核にでもなったのであろうか。1911 年 8 月 31 日には休職となり、1918 年 6 月 10 日に亡くなった。」(文献[2]より引用)

5. 計算尺図案化と「≒」約号

鶴田賢次が 1896 年発表の論文の中で「≒」約号を使った。その前年計算尺の本が廣田、近藤によって出版された。しかも、同じ物理学教室の田中館教授と交流がある。その本によれば、計算尺のお蔭で複雑な数学関数等の概算値が約 4 桁の精度で正しく求めることが出来るようになった。

一方、科学技術論文の表記では、「≈」記号 (almost equal to) は厳密な数学の世界では便利であるが概算値ではない。鶴田博士らの専門分野ではむしろ実際の物理実験(磁力測定)値と比較するための概算値を意味する表記や記号の方が便利だったのではないと思われる。計算尺は真ん中のカーソルが左右に動き、対数目盛のため上限の固定部分の目盛は不等間隔でしかも上下で異なる。この構造を単純化し図面化して「≒」約号が誕生したと考えてもよいのではないだろうか。

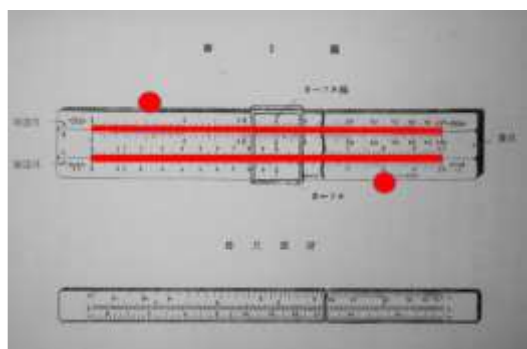


図 24 計算尺の図案化と「≒」約号の対応

6. おわりに

本稿では、「≒」約号について、考案者の鶴田賢次博士の研究業績や足跡、さらに博士が計算尺を図案化したと思われる「≒」約号の発案などについて記した。鶴田博士のひ孫さんと思われる方からの情報提供依頼も課題である[19]。

謝辞

発表の機会を与えて頂いた国立天文台 相馬充、谷川清隆両氏に感謝の意を表したい。貴重な情報を提供して頂いた総合研究大学院大学 伊藤憲二准教授に深謝します。

参考文献

- [1] 飯田修一、寄稿 1 一枚の古写真から一部局史編集の 1 断面一、東京大学 史紀要第 6 号、特集 百年史編集をふりかえる、1987 年 3 月。
- [2] 板倉聖宣、木村東作、八木江里共著、長岡半太郎伝、朝日新聞社、1973。
- [3] 片野善一郎、授業を楽しくする数学用語の由来、明治図書、1988。
- [4] 鎌谷親善、日本における産学連携 ―その創始期に見る特徴―、国立教育政策研究所紀要、第 135 集、pp.57-102、2006.3。
- [5] 黒木哲徳、なっとくする数学記号、講談社、2001。

- [6] 高瀬正仁、高木貞治の数学的評伝の試み (数学史の研究)、京都大学数理解析研究所講究録 No.1739、pp.42-50、2011。
- [7] 東京大学百年史編集委員会、東京大学百年史 部局史 2、東京大学、1987。
- [8] 鶴田賢次、学芸叢書 物理学叢書、博文館、1908。
- [9] K. Tsuruta, On an extension of a problem of Pappus's, 東京数学物理学会記事, Vol.4, No.4, p.183, 1889。
- [10] K. Tsuruta, A kinematical solution of an extended problem Pappus's, ibidem, Vol.7, No.4, pp.57-59, 1896。
- [11] K. Tsuruta, Magnetisation of iron wires traversed by electric currents, ibidem, Vol.7, No.6, pp.118-122, 1896。
- [12] K. Tsuruta, Thermodynamic notes (No. VII), ibidem, Vol.8, No.4, pp.135-151, 1896。
- [13] K. Tsuruta, Thermodynamic notes (No. VIII), ibidem, Vol.8, No.4, pp.153-161, 1896。
- [14] K. Tsuruta, Notes on two models showing physical changes of state for water and wax, ibidem, Vol.7, No.1, pp.5-10, 1896。
- [15] 鶴田賢次、物理学随筆録 第 1 --第 7、東洋学芸雑誌第 12 巻、東洋学芸社。
- [16] 鶴田賢次、力学初歩 全 6 回、東洋学芸雑誌第 14 巻、東洋学芸社。
- [17] 鶴田賢次述、読売新聞本社、「ゲッチンゲン大学 7 教授物語」、1 月 24 日から 2 月 14 日まで掲載、明治 38(1905)。
- [18] 藤野清次、南里豪志、「≒」約記号と帝大鶴田賢次教授について、研究集会「常微分方程式の数値解法とその周辺 2016」、大阪大学サイバーメディアセンター、7 月、2016。
- [19] 美夏(London0629)からの twitter private communications

付録:

「≒」記号の命名:「約号」とする

山川健次郎(1854. 9. 9-1931. 6. 26): 会津藩士。イェール大学学位。日本初の理学博士(1888)。東大、京大、九大初代総長。九工大初代総裁。旧制武蔵高等学校校長。

田中館愛橘(たなかだて あいきつ)(1856. 10. 16-1952. 5. 21) 地球物理学者、東京帝国大学教授。帝国学士院会員、第 4 回文化勲章受賞(1944)。

長岡半太郎(1865. 8. 19-1950. 12. 11): 長崎県大村市。物理学者。土星型原子モデル提唱などの学問的業績を残した。初代大阪帝国大学総長、帝国学士院院長などの要職歴任。第 1 回文化勲章受賞(1937)。

本多光太郎(1870. 2. 23-1954. 2. 12): 愛知県。物理学、金属工学者 (冶金学者)。世界に先駆けて磁性鋼である KS 鋼、新 KS 鋼を発明。第 1 回文化勲章受(1937)。文化功労者。「鉄鋼の父」とも呼ばれ、鉄鋼の世界的権威者。

本論文は以下の研究集会で発表されたものである。

研究集会「第 6 回天文学史研究会」、

幹事: 相馬充、谷川清隆

日程: 2017 年 3 月 17 日(金曜)~ 18 日(土曜)

会場: 国立天文台(三鷹)中央棟 1F 講義室

本論文についての問い合わせ先:

藤野清次, E-mail: seiji.fujino@gmail.com

〒810-0044 福岡市中央区六本松 3 丁目 16-27-301(自宅)