

計測標準フォーラム第23回講演会

メートル成立までのヨーロッパの変遷

日本計量史学会
山崎 敬則

2025年11月11日
産業技術総合研究所 臨海副都心センターにて

度量衡の起こり

B.C.
5000

西洋：バビロニア(チグリス, ユーフラテス川沿岸)

度量衡制度あり(長さ, 角度, 質量, 時間)

当初10進法を用いていたが, 60進法に移行,
60は10より多くの数で割り切れるため

B.C.
3000

：エジプト

ピラミッドを生んだ測量技術, 最古の天びん発見

B.C.
1000

東洋：中国

周の時代に度量衡が制度化されたか
(書物に, 周尺, 周量, 周衡などの記述多数)

701

：日本

唐制にならって**大宝律令**で定める
大宝2年に標準の計量器を諸国に配布

小泉袈裟勝：度量衡の歴史(復刻版), 2006

長さの由来

- ▶ 人体の部位の大きさに基づいた単位
- ▶ 植物の種子から導かれた単位
- ▶ 地球の大きさ，重力場での振動する振子の長さから導かれた単位
- ▼ 既知のモデルや理論的長さと同一視できない不定と呼ばれる単位

Herbert Arthur Klein : The Science of Measurement –A Historical Survey–, 1988
黒須茂：メートル法以前の“長さ”の単位の変遷, 2009

人体の部位

B.C.
535-475

ヘラクレイトス：万物は火である
Heraclitus 万物は流転する

B.C.
480-421

プロタゴラス：人間は万物の尺度である
Protagoras

inch：親指の幅
古英語(450～1150)のunch, yncheが由来
これらは、ラテン語で1/12を意味するunicaから

feet：足の大きさ = $12 \times \text{inch}$
男性12名で調査。足の大きさはおおむね12倍

大日本図書：<https://www.dainippon-tosho.co.jp/unit/list/in.html>

植物の種子

1284

エドワード 2 世

Edward II (英)

1327

3 粒の大麦(barleycorn)を縦に並べた長さを1 inchと定義

1 barleycorn= 1 line, 12 lines= 1 inch

※バーリーコーンは、現在でも靴のサイズ表記に使われている

1154

プランタジネット王朝

Plantagenet (英)

1399

質量の定義にも植物が用いられた

1 pennyweight= 32 wheat corn (seeds)

※小麦(wheat seed) 1 粒の質量は、平均で48.6 mgとの記述

黒須茂：メートル法以前の“長さ”の単位の変遷, 2009

自然：秒振り子

1583

ガリレオ：振り子の等時性を発見
Galileo Galilei (伊)

まだ学生!!

教会の天井に吊り下げられたランプがゆれているのを見て、
揺れの大きさにかかわらず、1往復する時間は同じ、と気付く。

1637

ガリレオ：等時性を活用した振り子時計を考案も、未完成

1656

ホイヘンス：等時性を持つ振り子はサイクロイドに沿う
Christiaan Huygens (蘭)

ホイヘンスの振り子時計

振幅を制限する当て板を設置 → 日差10～15秒

1670

クレメント：フックのアンクル脱進機を改良
William Clement (英)

ビックベンなどに設置

土屋健治：機械式時計の歴史1, 2017

自然：秒振り子



ホイヘンスの
振り子時計

振り子式塔時計
(ビッグベンのレプリカ)

単振り子

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

秒振り子 $T=2\text{ s}$

$$L = \frac{g}{\pi^2}$$

パリ: $g=9.809 \text{ m/s}^2 \rightarrow L=0.9939 \text{ m}$

東京: $g=9.798 \text{ m/s}^2 \rightarrow L=0.9927 \text{ m}$

$$g = \pi^2 = 9.8698$$

振り子時計の誕生 : <https://museum.seiko.co.jp/knowledge/MechanicalTimepieces03/>

自然：子午線

1615

スネル：初の三角測量による測量
Willebrord Snell (蘭)

緯度差1度に対する子午線弧長を107 kmと測定

1669

ピカール：望遠鏡付の経緯儀を使って測量
Jean-Felix Picard (仏)

緯度差1度の子午線弧長を110.5 kmと測定，現代と0.3%程度の差異
地球は真球と考えられていた

1713

カッシーニ：ダンケルクーペルピニャン間を測定
Jacques Cassini (仏)

地球の扁球地球が南北に長い長球であることを提唱

1735

フランス科学アカデミー：扁球論争に決着を付けるべく
北極に近いラップランド → セルシウスらを派遣
赤道に近いエクアドルへ → コンダミーヌらを派遣

黒須茂：メートル法以前の“長さ”の単位の変遷, 2009

度量衡統一の動機

18世紀のフランス：

700～800もの異なる名称，同名称でも大きさの異なる尺度が使われていた

コンダミーヌ：尺度の不当な混乱を排するよう提案(1747)

Charles Marie de La Condamine (仏)

ミラー：尺度の混乱は，悪党や詐欺師を利するだけ

John Riggs Miller (英, 議員)

改革者(Reformers)の主張

- 専横的な単位，特にking's footによってはない
- 原型が失われても，簡単に再現できるものでなくてはならない
- 自然から導かれて，すべての国に受け入れられる普遍的なものではない
- 一般の人々が通常備えている以上の計算能力を必要とすべきでない

Tore Frängsmyr, et al. : The Quantifying Spirit in the 18th Century, 1990

国民議会

1789 フランス革命始まる

1790.3 タレーラン：国民議会で演説

Charles Maurice de Talleyrand-Périgord (仏, 議員)

議会は、歴史や王の布告に基づく度量衡を採用するのではなく、全人類共通の財産である自然をもとに、その基準となる度量衡を決めるべきである。(中略)

なぜなら、その度量衡を実際の形に表すために人間が作成した基準器が歳月を経て劣化した際に、これを作り直すことができるのは、度量衡が自然を規準にしたものである場合だけだからだ。

コンドルセの助言

1670 **秒振り子の長さを念頭**

1790.3 タレーランの議案通過

ケン・オールダー，吉田三知世訳：万物の尺度を求めて，2006

国民議会

タレーラン：振り子実験，英米の協力を仰ぐ

北極と赤道の中間 → 北緯45度の地点

海拔ゼロで擾乱をもたらす山などが無い → ボルドー郊外

ミラー：ロンドンでの実験を主張

John Riggs Miller (英, 議員)

ジェファースン：アメリカの中央緯度，北緯38度を主張

Thomas Jefferson (米, 国務長官)

国民議会：タレーランの議案を承認

振り子の実験は北緯45度，あるいは，
その他望ましいと思われる緯度で実施で行う。

科学アカデミーに諮問

ボルダ，ラグランジェ，ラボアジェ，ティレ，コンドルセ

Borda(仏), Lagrange(伊), Lavoisier(仏), Tillet(仏), Condorcet(仏)

ケン・オールダー，吉田三知世訳：万物の尺度を求めて，2006

1790.5

国民議会

1790.10

国民議会：科学アカデミーに3案の検討を依頼

- (1) 秒振り子の長さ
- (2) 地球の赤道の長さ
- (3) 地球の子午線の長さの1/4

ボルダ, ラグランジュ, ラプラス, モンジュ, コンドルセ
Borda(仏), Lagrange(伊), Laplace(仏), Monge(仏), Condorcet(仏)

1791.3

国民議会：答申により子午線を採用

十進法移行の影響も

基本単位(1メートルの長さ)が, 別の単位(1秒という時間)に依存することになる → 時間が変化したらどうなるか?(ボルダ)

北緯45度地点の重力加速度に基づくことは, 公平の見地から望ましくない. この点, 子午線は全地球を蔽っている.

世界の度量衡統一のような大事業には, 相応の大掛かりな仕事をして世界の注目と驚嘆を集める必要がある.

土岐光：国際単位系(SI)よもやまばなし, 1988

国民議会

1791.3

科学アカデミー：5つの作業委員会を編成

(1) ダンケルクーバルセロナ間の三角測量, 緯度決定
Cassini(仏), Méchain(仏), Legendre(仏)

(2) 基線の測定
Monge(仏), Meusnier(仏) ムーニエ, 数学

(3) 秒振り子の測定 **予備? 不可解?**
Borda(仏), Coulomb(仏)

(4) 摂氏0度における蒸留水の質量
Lavoisier(仏), Haüy(仏) アユイ, 結晶学

(5) 新旧両単位の比較
Tillet(仏), Brisson(仏), ブリソン, 鳥類学, Vandermonde(仏)

小泉袈裟勝：度量衡の歴史(復刻版), 2006

子午線計測

1792.6

ドランブル：
Jean-Baptiste Joseph Delambre(仏)

ダンケルクーローデ間を担当

測量用の塔を建てていたところ、
地元住民に反革命者と指摘される

→ 公安委員会命令で測量から解任

メシェン：
Pierre François André Méchain(仏)

バルセロナーローデ間を担当

測地学のデータがフランス革命軍に
利用されることを恐れ出国不可
さらに、バルセロナの銀行口座凍結

1798.6

6年の歳月を経て測量完了



ケン・オールダー，吉田三知世訳：万物の尺度を求めて，2006