

計量史への誘（いざな）い

計量の起源を探る 文明は計ることからはじまった

日本計量史学会名誉会員岩田重雄氏に聞く
聞き手は横田俊英（日本計量新報論説員，日本計量史学会理事）

岩田重雄氏

1924 年生まれ，1941 年聖橋高等工学校工業化学科卒業，商工省東京工業試験所（現：産業技術総合研究所）入所，1957 年同主任研究員，1962 年旭硝子(株)研究所主任研究員，工学博士（東京大学），1965 年(株)長計量器製作所研究部長，1973 年石原薬品(株)研究所長，1975 年国際計量史委員会常務理事，1978 年日本計量史学会委員，1983 年計量賞受賞，1988 年日本計量史学会副会長，1997 年国際計量史委員会副委員長，1998 年日本計量史学会会長，2001 年顧問，2008 年名誉会員



人類の誕生

横田 人類はいつ，どこで誕生したのでしょうか。

岩田 人類は 700 万年前にアフリカで誕生しました。そのころはじめて直立 2 足歩行をしていました。それまで前足であった手が自由に動かせるようになったので，脳が刺激され，しだいに知能が発達していきました。

人類は 300 万年前には石器をつくり，200 万年前には狩猟・採集によってえた食物を根拠地にはこんで分配していました。その後，食物を加工したり，火をおこしたりして，しだいに文化的生活をするようになりました。

中国大陸には 180 万年前，朝鮮半島には 55 万年前に定住した痕跡が認められますが，どのような経路で到着したのか，くわしいことはわかっておりません。

現生人類の分布

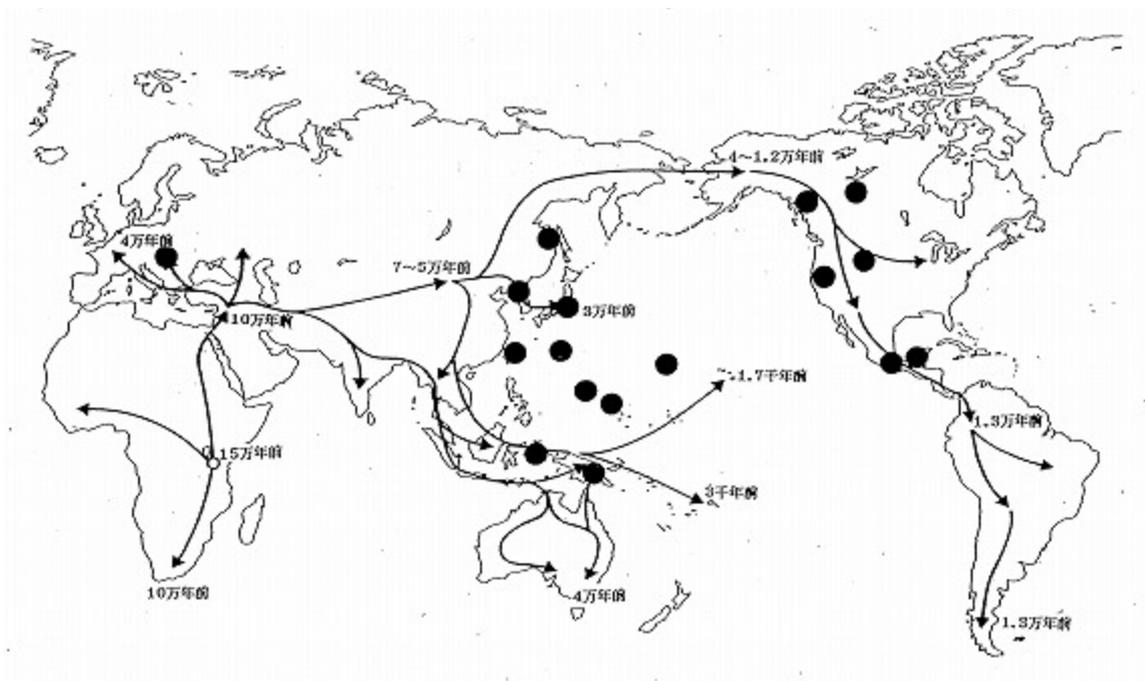
横田 現生人類はいつ全世界に分布したのでしょうか。

岩田 人類が東アフリカ大陸を出発したのが 15 万年前とされています。ここでネグロイドと別れ，北上しました。その後 10 万年前にイスラエルの近くでコーカソイドを分岐しました。コーカソイドはヨーロッパを中心に広く分布しました。

人類はそれから東へ進路をかえ，10～7 万年前にオーストラロイドを分岐しました。彼らは南下して，オーストラリア周辺についたのは 4 万年前でした。

オーストラロイドを分岐したモンゴロイドが東ユーラシアの中国大陸を中心に 7～5 万

年前に分布しました。当時の日本列島は大陸と地つづきであり、日本海は湖でした。やがて 4 万年前以降になると、一部の人類は凍結したアリューシャン列島の島伝いに北アメリカに渡り、1 万 3000 年前に南アメリカに到達しました。



人類の分布と改良 2 進法の数詞をもつ民族

計量の必要条件

横田 定量的な計量の必要条件とは何でしょうか。

岩田 人類は大部分の旧石器時代に棒の長短、容量や質量の大小を比較することはできましたが、正確な計量を行なうことはできませんでした。正確な計量は中期から後期石器時代にかけて、数字の発明、記数法と計量単位が確立しはじめて可能となりました。

記数法

横田 記数法には、どんな種類がありますか。

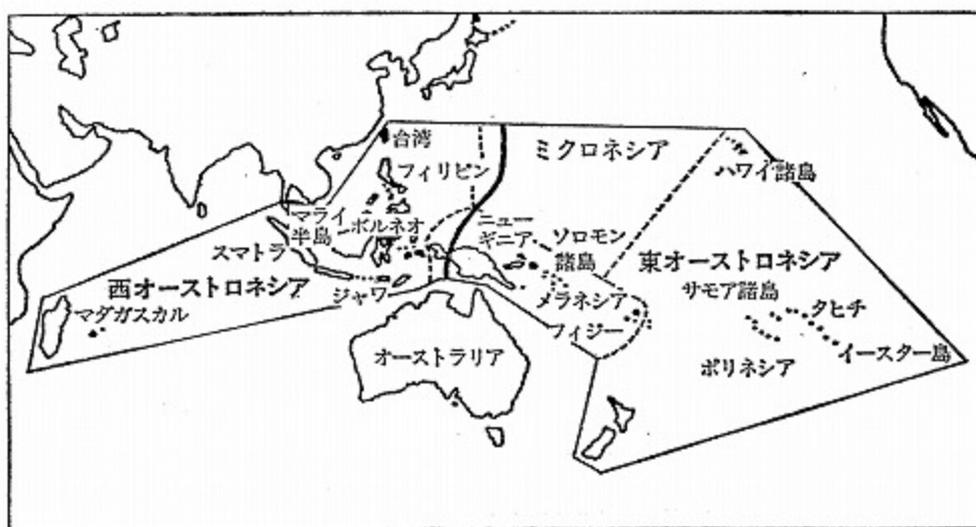
岩田 記数法には多くの種類があります。その主なものは 2 進法、改良 2 進法、4 進法、5 進法、10 進法、12 進法、16 進法、20 進法、60 進法などです。一例をあげますと、4,000 年前のインダス文明の分銅の質量の構成は、最初は 2 進法で 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128 の比率で、つぎに 10 進法の 160~32000 までの比率が続きました。等間隔にする努力は認められるものの不徹底でした。

等間隔をつなぐ改良 2 進法

横田 改良 2 進法とは、どのような記数法ですか。

岩田 世界の 6,000 の言語の中で、最も完全に残っている日本語の例で説明します。これを最初に研究したのは荻生徂徠 (1666～1728 年) で、南留別志 (なるべし) に発表しました。現代的な考え方では、1 (ヒト, hito) の 2 倍は (フタ, huta), 3 (ミ, mi) の 2 倍は 6 (ム, mu), 4 (ヨ, yo) の 2 倍は 8 (ヤ, ya) のように、母音が他の母音に変化すると数値が 2 倍になる現象です。

オーストロネシア諸語



オーストロネシア言語の分布

改良 2 進法の言語

横田 改良 2 進法の数詞の痕跡をもつ言語は、どの程度あるのでしょうか。

岩田 その主なものは、方言の数を () 内で示すと、オーストロネシア語の台湾語 (8), ミクロネシア語 (1), ウラル・アルタイ語のハンガリー語 (1), 日本語 (1), 朝鮮語 (1), 先住アメリカ語のアメリカ・インディアン語 (3), イヌイト語 (1), ウト・アステック語 (1), マヤ語 (1) などがあります。

日本語のように母音変化型は朝鮮語の高句麗語, ミクロネシア語のチャモロ語, アメリカ・インディアン語のハイダ語, ウラル・アルタイ語のハンガリー語に見られますが、他の形態に属するものは接頭語をつける方法, 混合法などがあります。

改良 2 進法から 10 進法

横田 改良 2 進法から 10 進法へは、どのように変化したのでしょうか。

岩田 これは推定するしかありませんが、人類は世界各地で太陽の出没などを記録しておりました。その毎日の記録の上に改良 2 進法の数値を重ねると、7 と 9 が空きます。これを埋めるのは比較的容易のようです。インド・ヨーロッパ語では 9 がもっとも遅く導

入されたようです。最も明らかなものでは、ドイツ語で新しいという単語はノイ (neu), 9はノイン (neun), 英語でも新しいは new, 9は nine です。

7~5 万年前ごろ, 東ユーラシアの中国大陸を中心に 10 進法を完成させた民族が四方に分岐したとすれば, 10 進法完成の下限は 5 万年前となります。マヤ語はアメリカへ渡ってから 20 進法になったものと考えられます。

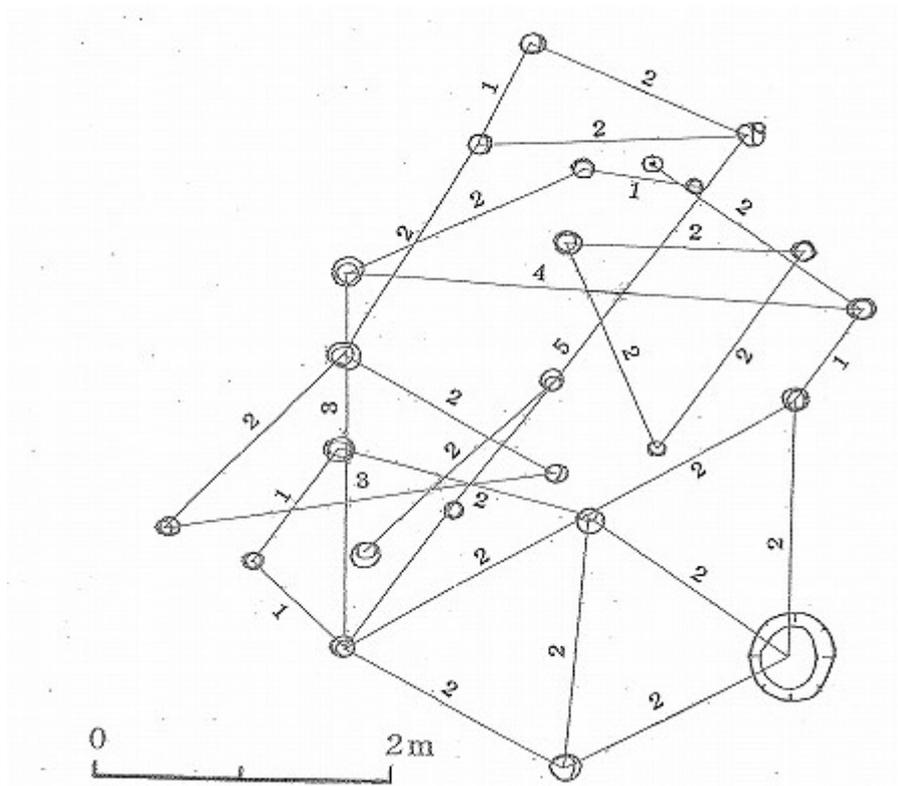
最古の計量単位

横田 検出された最古の計量単位は何でしょうか。

岩田 地面を掘って床として, 一定の間隔に柱穴を掘って柱をたて, 屋根をかけた半地下式の竪穴住居から, 長さの計量単位が検出されています。

今のところ, 29,000 年前の広島県の西ガガラ遺跡から検出された長さの単位が東ユーラシア大陸で最も古いものです。その長さは 86 cm で, 後世の商の時代のものさしの 5 尺に相当します。この単位は 2,400 年前には墨^{ボク}と呼ばれておりました。

この単位から 1/2.5, 1/5, 1/2 など各種の名称も不明な単位が派生し, 最終的には 3,300 年前の商の時代に 1 尺 (17.3 cm) に到達します。



西ガガラ遺跡 SB01 東広島 広島 日本
2700B.C. 1(墨) : 85.8 ± 4.73 cm 1(墨) = 5 殷尺

長さの単位の変化

横田 商の時代から現代まで1尺の長さはどう変化したのでしょうか。

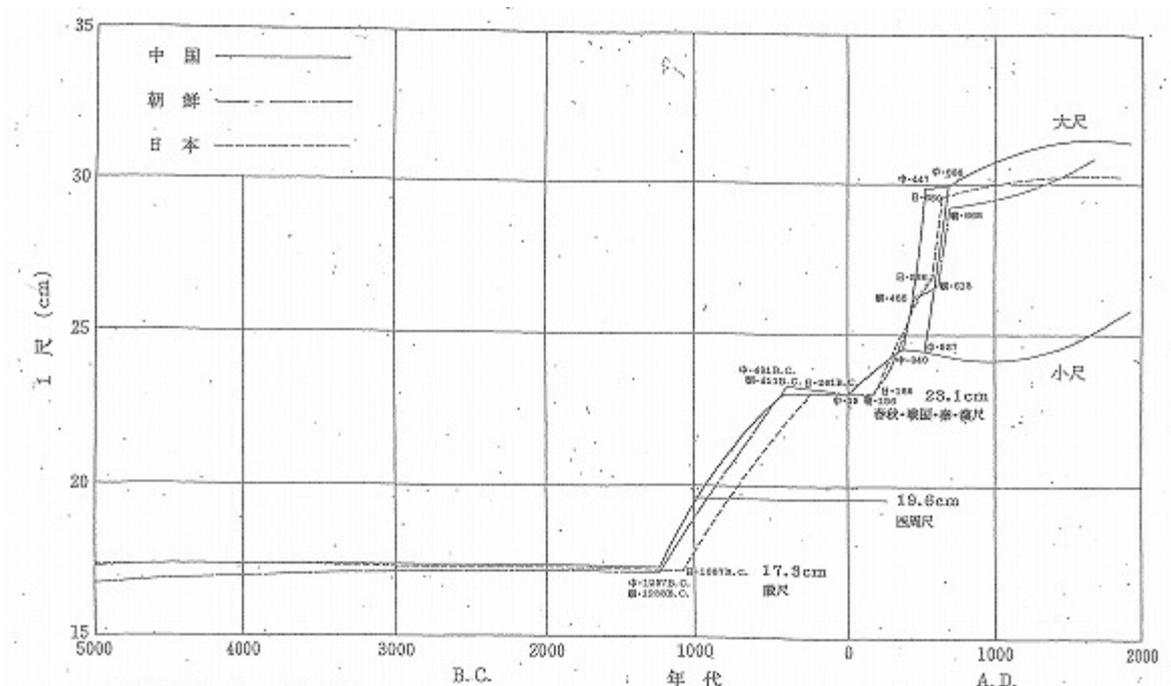
岩田 3,000年前に史上最大の戦乱といわれた西周が商を亡ぼすと、1尺の長さが急激に伸び、2,400年前から2,000年前までの春秋・戦国・秦・西漢の間は23.1cmと安定でした。しかしその後、戦乱が激しくなると伸長速度は大きくなり、7世紀末には30cm近くになりました。朝鮮半島の諸国と日本も中国に追従し、19世紀末にこれらの国々の1尺は30～32cmになりました。

ものさしのばらつきと社会秩序

横田 社会秩序が乱れれば、ものさしのばらつきが大きくなるのでしょうか。

岩田 中国、朝鮮、日本の3地域では、社会秩序が乱れれば乱れるほど、ものさしのばらつきは大きくなることが知られています。ものさしのばらつきを信頼区間という統計量と1尺の長さの百分率で表しますと、紀元前4世紀から14世紀までの間で、文献による出来事の年代とものさしから得られた年代は数年以内の差で一致することがわかりました。

中国の文献で倭国大乱の最盛期とされる年代は146～189年でしたが、この方法では170年になりました。



中国・朝鮮・日本の1尺の長さ 岩田重雄：中国・朝鮮・日本の長さ標準，計量史研究，
第1報 300 B.C.～A.D. 1700，16，1，(17)，1994，43～58
第2報 5000～300 B.C.，17，1，(18)，1995，53～65

中国と日本のます

横田 中国と日本ではいつごろから、ますを使っていたのでしょうか。

岩田 東ユーラシアでは、16,000年前から土器を使っていました。この中には、ますとして使っていたものがあると思います。

中国では甘粛省の大地湾遺跡で5,200年前のますが発見されております。これらのますから検出された単位容量は 263.7 cm^3 （立方センチメートル）で、成人女性が片手をわんのようにして水をいれた 53 cm^3 の5杯分に相当します。この遺跡が発見された当時、私は建物跡から長さの単位として、後世の1尺に相当する 17.4 cm を検出しました。いま、この長さを内法とする方形のますを作れば、 $(17.4 \text{ cm})^3 = 5268 \text{ cm}^3$ となり、この1/20が 263.4 cm^3 になります。

2,400年前の戦国時代になると、国によって容量の標準は少し異なりますが、1升が平均 205 cm^3 になります。これは当時の1尺の長さ、 23.1 cm の内法の方形ますを作ったときの1/60に相当します。これは成人女性の両手わんの容量と同じです。

中国では、3世紀から1升の容量は増加し、17世紀には1ℓ（リットル）にもなりました。日本は多分、中国と同じ標準を使っていたらしく、3世紀以降は中国よりも大きく増加し、17世紀には、1.8ℓになり、それ以後は安定しました。

中国と日本の分銅

横田 中国最古の分銅は、いつごろのものですか。中国と日本の分銅はどのように変化したのでしょうか。

岩田 質量の基準となる分銅で中国最古のものは、石で作った璧^{へき}と呼ばれるものが2つみつかっております。これは3,000年前の西周時代のもので、当時の単位の1^{リツ}に換算すると、1245gに相当します。後世の単位の換算すると、

$$1 \text{ 斗} = 5 \text{ 斤}$$

$$1 \text{ 斤} = 16 \text{ 両}$$

$$1 \text{ 両} = 24 \text{ 銖}$$

となります。2,700年前から1,250年前までの1両の平均値は14.37gでした。

3世紀ごろから、質量の単位は急激に増加し、616年には最初の質量の3倍くらいの43gになりました。3倍になった単位が主流になり大^{ダイリョウ}両といわれ、それまでの単位は小^{ショウリョウ}両と呼ばれました。大両はその後、少しずつ減少してゆき、1911年には35gになりました。

日本は8世紀まで不明ですが、18世紀末までの中国と同じ標準を使用していたらしく、それからは後藤家が明治初年まで37.5gを維持しておりました。

漢方薬の薬用量

横田 漢方薬の薬用量は、どう変化したのでしょうか。

岩田 前に申しあげましたように、3世紀のころから隋の時代の末期までの数百年間に分

銅の質量は 3 倍になりました。人体の質量はこの間に変わりませんので、漢方薬の薬用量は小両の時代の質量を使用すべきです。しかし、中国では 1 両を 30 g とし、日本では 1 両を 1 g としております。もし薬草の成分が変らなければ、1 両を 14.37 g とすべきです。

中国と日本のはかり

横田 中国では、いつごろからはかりを使っていたのでしょうか。

岩田 最古の分銅は、3,000 年前の西周時代のものですから、少なくともこの頃には使用されていたと考えられます。世界の最も古い天びんの構造は、棒の中心から左右等距離に皿をつるし、中央に穴をあけ紐をつけたものです。

現在、2,400 年前の天びんが、長江中流域の行商人の墓から、日用品を入れた竹籠の中から分銅と共に見つかっております。

当時、中国では棒ばかりが出現し、しだいに天びんより棒ばかりの方が多く使用されるようになりました。日本の長崎県の壱岐の原の辻遺跡から、1~2 世紀のころと考えられる中国の棒ばかりのおもりが発見されております。

横田 日本には、いつ正式にはかりが渡来したのでしょうか。

岩田 崇峻天皇（587~592 年）に上毛野久比が中国の江南地方からはかりをもってきました。この子孫は商長首となり、はかりを使って物をはかりわける者の長官になりました。この子孫が新潟県上越市の居多神社の花ヶ前盛明宮司で計量界最古の家系です。

ピラミッド

横田 ピラミッドから長さの単位は検出できるのでしょうか。

岩田 私は、4,700 年前の第 3 王朝時代から 3,700 年前の第 13 王朝までの 40 のピラミッドから検出した長さの単位、メフ（ロイヤル・キュービット）の平均値として 52.5 cm を得ました。

メフの 1/7 のチョリロスは 7.5 cm で、メフの 100 倍の 52.5 m はケットといいます。

エジプトのます

横田 エジプトのますは、何を基準にしていたのでしょうか。

岩田 メフを方形ますの一辺とした 0.144 m^3 を基準として、その 1/30 の 4.82 l (リットル) をヘカといいました。

エジプトの質量標準

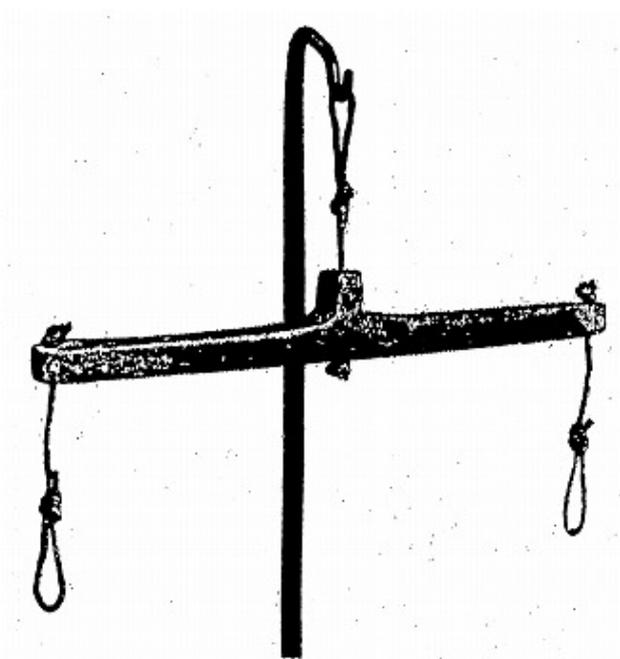
横田 質量標準の単位には、どんな種類があるのでしょうか。

岩田 ケデットという名称の 9.4 g の 10 倍をデベン、デベンの 10 倍をセブンといいます。

最古の天びん

横田 現存する最古の天びんは、どこで発見されたのでしょうか。

岩田 エジプトのナカダで発見された最古の天びんは、5,360年前のもので、赤褐色の石灰岩でつくられた天びんのさおは長さが8.509 cmのもので、読取限度は65 mgでした。現在、ロンドンのユニバシティ・カレッジのピートリ記念考古学博物館で所蔵しております。



現存する最古のエジプト 3350 ± 350 B.C.

メソポタミアの長さ標準

横田 メソポタミアの長さの単位は、エジプトとどう違うのでしょうか。

岩田 エジプトよりも5%少ない長さの50.0 cmが基準となり、表のような各種の単位があります。単位名の意味は単位の発生を暗示しています。

シュメール語 (意味)	長さ
シェ (大麥)	2.77 mm
シュ・シ (指)	1.67 cm
シュ・ドウ・ア (10本の指)	16.7 cm
クシュ (前腕)	50.0 cm
ギ (葦)	3.0 m
ニンダン (棒)	6.0 m
エシェ (綱)	60.0 m
ダンナ (遠い道)	10.8 km

メソポタミアのます

横田 メソポタミアの容量の基準は、何でしょうか。

岩田 6 シュ・シの長さ (10.0 cm) の 3 乗 (1 ℓ) をシラといい、この 10 倍の 10 ℓ をバン、60 倍の 60 ℓ をバリガといました。その上の 300 ℓ をグール、1080 ℓ をグールウとしました。

メソポタミアの分銅

横田 メソポタミアの質量の基準は、何ですか。

岩田 私は分銅のマナの平均値として 503.94 g という値を得ました。この 1/60 のギンは 8.399 g、1/1,080 の 0.4666 g はシェといます。最も大きな単位はマナの 60 倍のグンで、30.236 kg の質量があります。

天びんと死後審判思想

横田 天びんは、どのような思想の説明に利用されたのでしょうか。

岩田 メソポタミアでは、4,300 年前に死者が船頭の案内で人を喰う川を船で渡り、7 つの門を通るたびに奪衣され、裁判にかけられる勸善懲悪思想が発生しました。その後 1,000 たつと、太陽神が天びんの一方の皿に死者をのせ、生前の罪を裁く思想がおこりました。

3,500 年前に、この思想がエジプトに入り、審判されるものは死者の心臓になり一方の皿にのせます。他方の皿には正義の女神、マートの象徴の羽根をのせ、天びんが羽根の方に傾いて有罪と冥界の王、オシリスによって判定されると、心臓はアメミットという怪物に喰われました。

この思想は各種の神話や宗教に取り入れられて世界中に広まり、7 世紀には中国に入り、十王経という偽経がつけられました。裁判官は一度に 10 人になりました。日本でも地藏菩薩発心因縁十王経という偽経が 11 世紀以後に作られ、裁判の日とされる 7 日、14 日、21 日、28 日、35 日、42 日、49 日、100 日、一周忌、三回忌に供養する風習が生まれました。

計量と文明の源流

横田 計量史を研究していて文明の定義が変わったのでしょうか。

岩田 東ユーラシアの旧石器時代までさかのぼる 10 進法を中心とする記数法の完成と、長さの単位をはじめとする計量単位、計量器の性能などを調べて、文明間の系統がある程度明らかになりました。

たとえば、29,000 年前まで竪穴住居から検出された中国文明の 86 cm の長さの単位は、イギリスの巨石文明の 83 cm、インダス文明の 86 cm、メソアメリカ文明の 88 cm、アンデス文明の 85 cm と共通していることがわかりました。

また、トルクメニスタンを中心とする 7,500 年前の中央ユーラシア文明は、インダス文

明と関係があり、8,000年前のメソポタミア文明は、9,500年前のエリコ文明と関係があることがわかりました。オリエント文明と総称されるエジプト文明、メソポタミア文明とインダス文明は天びんの感度から同じ系列に属することがわかりました。

人類は数字、記数法と計量単位を基礎として、文明を発達させたため、「計量は文明の母であり、文明は計ることからはじまった」といえます。

計量史の研究分野と方法

横田 計量の歴史を研究するには、どんな方法があるのでしょうか。

岩田 人類の旧石器時代以来のあらゆる生活を、ものさし、ます、はかりなどの度量衡をはじめとして、電気、光、熱、音、放射線などの各面から研究することが重要です。また、法令ばかりでなく、絵画、彫刻などの美術品、詩歌、小説、物語、随筆などの文学作品に至るまで研究の対象になります。重要なことは計量器などを利用して実証的に研究することです。計量史の研究に参加するのに年齢、性別などの制限は全くありません。むしろあらゆる人たちに参加していただきたいと考えています。