

## ロンゴロンゴ記号とインダス文字に関連はあるか

乾 佑真

愛知教育大学附属岡崎中学校

### Statistical analyses of the relationship between the Indus script and Rongorongong sign

Yuma Inui

Okazaki Junior High School (ninth grader)

#### 要旨

**背景：**いずれも詳細が解明されていない記号群、インダス文字とロンゴロンゴ記号との間に何らかの関連があるかどうかについて検討した。両者に類似する記号が多く含まれることは明らかであるが、記号の類似性以上の関連性について明確に指摘した研究も、関連性を明瞭に否定した研究もない。

**方法：**インダス文字は Mahadevan がコード化した 13372 文字、ロンゴロンゴ記号は Barthel がトレースレコード化した 5 資料 6569 記号を対象とした。記号の類似性を指摘した de Hevesy のペアリストの中から、Mahadevan と Barthel のコード表に対応している記号 31 組を選んで、インダスとロンゴロンゴの関連を調べた。

**結果：**頻度の検討では、これらの 31 組の記号の出現頻度には、インダスとロンゴロンゴの間に弱い正の相関が認められた。配列の検討では、31 類似記号間でつくられるペア配列が、ロンゴロンゴとインダスで共通するものが複数認められた。例えば、インダスの 176 番が連続するペア (𑀓𑀓) は 9 回出現し、このような配列が偶然生じる確率は  $4.8 \times 10^{-6}$  である。インダス 176 番に対応するロンゴロンゴ 022 番では、022 番が連続するペア (𑀓𑀓) は 6 回あり、確率は 0.0075 である。従って、非常に強い連結傾向を示す類似配列が、両者で生じたことを示す。

**考察：**得られたデータは全て、両者の間には何ら関連がない、という考えを支

持しなかった。今回は既に報告されている類似ペアを用いて検討を行ったが、全記号を対象に頻度や配列、記号の形態など複数の観点で検討を行えば、両者の関連性をより明確に指摘する結果が得られる可能性がある。両者とも未解読なのだから、もしも何らかの明確な関連性を知ることができれば、これらの記号群の理解に貢献するかもしれない。

**Keywords:** ancient script, Easter Island, Indus script, probabilistic analysis, Rongorongo

## はじめに

愛知教育大学附属岡崎中学校では、生徒一人一人が、自分が興味を持った事柄について追究をする個人追究学習、**Life work** を行っている。私はテーマとして「古代文字の解読に迫る」を選び、追求活動を重ねてきた。これまでの研究成果や専門家への取材活動を通してインダス文字とロンゴロンゴ記号が非常に似ていることに興味を持ち、二つには何かしらの関連があるのではないかと考えた。これらの記号群は一つ一つトレースされて記号分類が公表されている。誰にでもこの情報を使うことができるので、インダス文字とロンゴロンゴ記号の関連を、確率を使い、調べることにした。そして、たくさんの方々の援助のおかげで、小さなサンプルではあるけれども、インダス文字とロンゴロンゴ記号の関連を調査することができた。本稿はその成果の一部をまとめたものである。

## 背景

インダス文字は、紀元前 2000 年頃にハラッパーなどのインダス文明中心都市で用いられた象形文字で、現在に伝えられるものの多くは印章に彫られたものである (図 1)。インダス文字の資料はおよそ 3000、文字の種類はおよそ 400 である<sup>1)</sup>。しかし、非常に小さな印章に含まれる文字数は限られており、1 資料中の文字数は少ない。最大で 27 文字である。そのために解読は難しく、ロゼッタ・ストーンもないために現在も未解読である。人工知能を用いた Rao らの研究<sup>2)</sup>は、インダス文字が話し言葉である可能性を示したが、完全な解明にはほど遠い状況である。

ロンゴロンゴは、19世紀にイースター島で発見された記号群であり、やはり未解読である。文字であるかどうかの考えや、作られた年代についての考えも様々であり、ヨーロッパ人との接触後に模倣によって作られたものであるとする見解もある。ロンゴロンゴは木版や杖に彫られている(図1)。当初、67資料が王 Hotu Matu'a によってイースター島に持ち込まれた、と伝えられているが<sup>3,4)</sup>、現存するのは26資料である。ロンゴロンゴは歌や伝説、家系図などを集めたものであるとされ、ロンゴロンゴとイースター島古謡との対応を検討した研究もある<sup>5,6)</sup>。

インダス文明とロンゴロンゴは、時間的にも空間的にも遠く離れている。両者に何らかの関連があるとは考えにくいのだが、1933年に de Hevesy は120組のインダス文字とロンゴロンゴ記号が、偶然とは到底考えられないほど類似していることを発表し、両者の関連を主張した<sup>7)</sup>。この主張には批判があったが(例えば文献8)、批判の論拠はおおよそ「あり得ない」という点と「象形文字はだいたい似ている」の2点であり、積極的に両者の関連を否定するデータは示されていない。一方、de Hevesy の主張を前提に、いかに(時間的、空間的に)インダス文字がイースター島まで伝えられたのかを検討した研究もある<sup>4)</sup>。しかし、インダス文字とロンゴロンゴを比較して、de Hevesy の主張を支持するデータを示した研究はみられない。今回の調査の目的はインダスとロンゴロンゴの資料の中に、両者の関連性を明確に支持もしくは否定する情報が含まれているのではないかという考えに基づき、これを検討することである。

## 方法

ロンゴロンゴ記号は、Tahua、Aruku Kurenga、Mamari、Keiti、Large Santiago と呼ばれる5資料を調査対象とし、記号の分類は Barthel コードに従った。Barthel は1958年の学位論文に<sup>9)</sup>、ロンゴロンゴ22資料のトレースと記号分類を掲載している。Barthel は3桁の数字で記号を表しており、これを Barthel コードと呼ぶ。Barthel のコード表で不明と判定されているものを除外し、残る6569記号を対象とした。これらの資料には Barthel コードで489種類の記号が含まれる。インダス文字は、Mahadevan が2906資料よりコード化した417種類、13372文字<sup>1)</sup>を対象とした。両資料とも、判定が疑わしいとされているものも検討記号に含めた。

インダス文字とロンゴロンゴ記号で類似する組の検討には、de Hevesy のリスト 7.10)を用いた。引用 2 文献には 120 組が挙げられており、まずそれぞれ二つのコードに対応のある記号があるかどうかを調べた。対応する記号がないものと重複するものを除き、31 組について検討した (図 2)。このうち 7 組のインダス文字については、盾あるいは武器様のものを持つ人を表す記号であり、これに対応する単体のロンゴロンゴ記号はない。従ってこの 7 組のロンゴロンゴ記号は、Barthel コードにおいて人型の記号に武器もしくは盾状の記号が結合したものを選んだ。

まず、Barthel コードで示されている記号の連結は考慮せずに、ロンゴロンゴ資料中の全記号の出現頻度を求め、多くの言語やインダス文字について指摘されているような頻度順位と頻度との関係があるのかどうかを調べた。インダス文字についても同様に全文字の頻度を求めて、頻度と頻度順位との関係をロンゴロンゴと比較した。例えばロンゴロンゴがでたらめに記号を並べただけの落書きであったり、ある情報を含むものであっても根本的にインダスとは異なる様式の情報システムを採用している場合には、両者の頻度-頻度順位関係は大きく異なると期待される。類似ペア 31 組については、インダス文字とロンゴロンゴ記号間での出現頻度の相関を計算した。相関の検定には Fisher の Z 変換値を用いた。もしも類似する記号の間に関連がなければ、相関係数はゼロに近い値になると期待される。

次に、Barthel コードの連結を全て採用し、連結記号を一つの記号と考えて前後を含めた配列の解析を行った。今回の検討はロンゴロンゴとインダスの対応であるので、配列の検討は 31 組の記号についてのみ行った。すなわち、31 組の記号の後にも 31 組の記号のどれかが配列するものを選びだし、そのような配列がロンゴロンゴとインダスで類似するのかどうかを検討した。連結記号は一つの記号と考えて次の記号との関係を調べたが、連結記号には複数の記号が含まれるため、配列を検討する際には全ての記号 (パーツ) をそれぞれ検討した。例えば記号 A と B、C と D がそれぞれ連結する配列 A.B-C.D の場合、A、B いずれも C と D の前に配置していたと考える。連結記号に含まれる各パーツの並び方にどのような情報が含まれるのかわからないためである。Barthel コードでは、連結する記号はピリオドで結ぶ決まりになっているので、ここでもそれにならって表現する。結果の項で述べるように、31 ロンゴロンゴ記号の後に調査対象の 31 記号のどれかが配置していたものは 277 組あったので、これらを全て

抽出し、このような配列が偶然生じる確率を算出した。算出の方法は結果の項で述べる。インダスのペアについても同様に特定配列の生じる確率を算出し、同じペアがインダス文字とロンゴロンゴ記号で出現している場合について両者が同時に生じる確率を算出した。概ね、5%以下の確率を示す配列を強い関連傾向を示すものと判断した。

## 結果

### 1) 検討記号の選択

de Hevesy の 120 組のうち、ロンゴロンゴ記号では、50 記号が Barthel コードに該当するものがなかった。20 記号については、Barthel に従うと 1 つに分類され、かつそれに相当するインダス文字もあったため 1 つにまとめた。インダス文字では、58 文字がコード表に対応するものがなく検討から除外した。対で残った 31 組を検討対象とした (図 2)。ロンゴロンゴの人型記号については、de Hevesy のリストを参考に、1) 正面を向いている、2) 頭部は Barthel コードの百の位が 2 か 3 のものを採用する、3) 足が明確にあり、先が太くならない、4) 鳥型を含めない、の基準で選んだ。ロンゴロンゴの 022 番は、de Hevesy の図にあるようなひげのついたものを Barthel のトレースから選んだ。ロンゴロンゴの 070 番も同様に、4 方向に突起のあるものだけを採用した。図 2 下段の武器型合字には、Barthel の 001 (𐌰)、004 (𐌴)、011 (𐌱)、015 (𐌽) 番を、盾型には 024 (𐌶)、025 (𐌷)、028 (𐌸)、050 (𐌺) 番を採用した。対応するインダス文字では、武器型に 25 番 (𐌸)、盾型には 28~33 番 (𐌸 𐌹 𐌺 𐌻 𐌼 𐌾) を採用した。このような基準に従うと、図 2 の 31 組の記号はロンゴロンゴ資料中に合計 1020 個 (15.5%)、インダス資料中に 1909 個 (14.8%) あった。

### 2) 記号の頻度

まず両資料の全記号について出現頻度を求め (図 3A)、それぞれの資料中の頻度順位を決めたうえで (図 3B)、頻度順位と頻度との関係を検討した。最も高頻度に出現する記号もしくは文字を、頻度順位 1 位 ( $r = 1$ ) として、その記号の頻度を  $f_1$  とする。次に頻度の高い記号は頻度順位 2 位 ( $r = 2$ ) として、その頻度を  $f_2$  と表現する。このようにして、頻度  $f(r)$  を頻度順位  $r$  に対する関数として表現する。図 3C に、頻度順位  $r$  と頻度  $f(r)$  を両対数でプロットしたグラ

フを示す。既に報告されているように<sup>11)</sup>、インダス文字のデータは Zipf-Mandelbrot の法則、 $\log(fr) = a - b \cdot \log(r + c)$ によくフィットした。ロンゴロンゴのデータもこの関数でうまく近似され、両者の相関係数に顕著な差はなかった。Zipf の法則で近似した場合（上記近似式において  $c = 0, b = 1$ ）、ロンゴロンゴ ( $r^2 = 0.87$ ) がインダス文字 ( $r^2 = 0.77$ ) よりもやや当てはめが良かった。

表 1 に、31 記号のそれぞれの資料中での頻度を示す。これらの文字の頻度には、弱い相関傾向があるように思われた ( $r = 0.324, p = 0.11$ )。次節で述べるように月型 4 記号はインダス文字とロンゴロンゴ記号で出現頻度が明らかに左右逆転しており、このために相関を低く見積もっている可能性がある。月型記号をひとつにまとめて検定した場合、相関係数は  $0.47$  ( $p = 0.022$ ) であった。

### 3) 月型記号について

月型の記号は、インダス文字では左側に弧があるものの割合が 5.9%、右が 94.1%である。一方ロンゴロンゴでは、左が 70.3%、右が 29.7%である。ロンゴロンゴでの左優位性は今回用いた全 5 資料に共通していた（表 2）。インダスにおいても、右優位性は資料の発見された地域や資料の種類に関係なく認められる。

### 4) 連結を一つの記号として扱う場合

de Hevesy のリストに相当する人型結合記号は、武器型が 16 個、盾型が 17 個あった。33 個のうち、武器もしくは盾状の記号が人の右側に連結するものが 30 個 (90.9%) であった。図 4 に例を示す。インダスでは、武器型は 53 個、盾型が 69 個であった。

ロンゴロンゴにおいて連結を一つの記号として扱った場合、記号総数は 4896 で、ペアを全て取りだすと 4761 組であった。ペア数が記号総数よりも少ないのは、各行の先頭と末尾や、行の途中に判読不能の記号がある場合にペアがつかられないからである。Mahadevan の concordance からペア数を集計すると、インダス文字では文字総数 13372 個に対して、ペア総数は 9796 個であった。これらのペアから、調査対象となった 31 組の記号が含まれるものを抽出し、調査対象記号の後にも調査対象記号が配列する組を選び出した。月は 4 種類をひとつにまとめた。人+武器、人+盾型も、数が少ないためそれぞれひとつにまとめて検討した。

ペアの配列がどの程度強い関連を示すのかを知るために、それぞれの配列が偶然に生じる確率を算出した。まず、検討記号がペアの第1記号に配置する（読む順が先）ものと第2記号に配置するものを全て数え、その記号のそれぞれの位置での総数とした。両者は必ずしも同じにはならない。ロンゴロンゴでは両者はほぼ同じであるが、インダスでは大きな違いがある。文末に配置されることが多い文字の存在や、1行中の文字数が非常に少ないことが原因と考えられる。そのため、ペアの第1記号と第2記号を別の群と考えて、第1群と第2群からそれぞれ一つ記号を取り出して組を作る場合に、特定のペアが生じる確率を求めた。例えば、インダスの176番（Ē）は、全9796ペアの第1記号に38回、第2記号に348回出現する。今回の検討では、176番の後に176番が配列するものは9回みられた。この時の確率を、「9796枚のカードが二組あり、カード群Aには176番のカードが38枚、カード群Bには348枚含まれている。A、Bからカードを順に選んでペアを9796組つくる。この時、176番-176番のペアが9個得られる確率は？」を解いて得ると考えた。1組できる場合は、カード群Aの38枚の中からペアを作るものを選ぶのが、 ${}_{38}C_1$ 通り。ペアの相手はB群348枚のうちのどれかであるので、ペアの場合の数は ${}_{38}C_1 * {}_{348}P_1$ となる。A群176番の残り37枚はB群の176番とペアになってはいけないので、相手は9796-348枚。従ってA群の37枚の組み合わせ方は、 $(9796-348)(9796-349)(9796-350) \cdots (9796-348-38+1)$ のように37項掛け合わせた数になる（ ${}_{9796-348}P_{38-1}$ ）。A群の176番以外のカードはどれと対になってもかまわないので、組み合わせは $(9796-38)!$ 通り。従って176番-176番のペアが1組の場合の確率は、

$$\begin{aligned}
 & P(176-176, 1 \text{ pair}) \\
 &= {}_{38}C_1 * {}_{348}P_1 * (9796-348)(9796-349) \cdots (9796-348-38+1) * (9796-38)! / 9796! \\
 &= {}_{38}C_1 * {}_{348}P_1 * {}_{9796-348}P_{38-1} * (9796-38)! / 9796! \quad (1)
 \end{aligned}$$

となる。2組の場合はペアを作る場合の数が ${}_{38}C_2 * {}_{348}P_2$ となり、(1)式の37項のかけ算の部分が1項分減るので、

$$\begin{aligned}
 & P(176-176, 2 \text{ pair}) \\
 &= {}_{38}C_2 * {}_{348}P_2 * (9796-348)(9796-349) \cdots (9796-348-37+1) * (9796-38)! / 9796!
 \end{aligned}$$

$$= {}_{38}C_2 * {}_{348}P_2 * {}_{9796-348}P_{38-2} * (9796-38)! / 9796! \quad (2)$$

である。一般に、確率は次の式で得ることができる。全ペア数  $n$ 、第 1 記号に含まれる記号 S1 の総数を  $x$ 、第 2 記号に含まれる S2 の総数を  $y$ 、発生した S1-S2 ペア数を  $z$  とするとき、このような事象が発生する確率は、

$$\begin{aligned} & P(S1-S2, z \text{ pair}) \\ &= {}_x C_z * {}_y P_z * (n-y)(n-y-1)(n-y-2)\dots(n-y-x+z+1)(n-x)! / n! \\ &= {}_x C_z * {}_y P_z * {}_{n-y} P_{x-z} / {}_n P_x \end{aligned} \quad (3)$$

176 番 (E) の連続が 9 組発生する確率を式 (3) から求めると  $4.8 \times 10^{-6}$  となるので、非常に強い配列であると判断される。インダス 176 番に対応するロンゴロンゴの 022 番 (F) では、022 番が連続するペアは 6 組あり、同様にその確率を求めると 0.0075 となる。従ってこの記号の連続は、両者に共通する、強固な配列であると判定される。式 (3) を用いて、エクセルでそれぞれのペアの確率を計算した。この算出法は、ペアの前に配置する場合と後ろに配置する場合で大きく場合の数が異なる記号にも対応しており、そのような偏った分布の中での配列の確率を求めることができる。しかしこの計算法には欠点がある。ペアの前に配置する群と後ろの群を独立したものと考えているが、上記のような同じ記号が繰り返される場合には完全に独立しているとは言えない。この計算法では、ある記号の後に自分自身が配置する場合がカウントされる。実際にはこのようなことはあり得ないので、同じ記号が連続する配列の場合のみ、その分を差し引く必要がある (ある記号とその記号自身の組み合わせ)。しかし、あるペア配列の総数に対するそのような場合の数は非常に小さく、影響はわずかである。例えば上記ロンゴロンゴ 022 番の連続の場合、同じ 022 番同士の組み合わせを含む 022-022 ペア 6 組の組み合わせは  $2.1 \times 10^{12}$  通りほどであり、6 ペアを作る場合の数全体 (A 群に含まれる 022 番が 93 個、B 群に含まれるのが 94 個であるから、 ${}_{93}C_6 * {}_{94}P_6 = 4.47 \times 10^{20}$ ) のおよそ  $10^8$  分の 1 である。p 値は、補正なしで 0.007464794、補正すると 0.007464793 であったので、差は 0.000000001 (10<sup>-7</sup>%) である。この影響は記号総数が少ないほど大きくなるので、今回の結果のうち、記号総数が最小 (16 個) で繰り返し配列がみられた人-武器記号についても同様の計算を試みた。p 値は補正なしで 0.0513、補正あ



りで 0.0481 となり、差は 0.0032 (0.32%) である。1) 今回の検定は概ね 5% を有意な配列かどうかの目安としており、この差は結果の解釈には大きな影響を与えない、2) 補正なしの場合は実際よりもやや厳しい p 値を得ることになる、3) 補正の計算は煩雑で、エクセルで行うには相当の苦労がある、の 3 点から今回は補正を行わなかった。

表 3 に確率検討の結果を示す。対応するペアがないものや、インダスとロンゴロンゴ両者でそのペアが発生する時の p 値が 0.05 以上のものは省略した。インダスとロンゴロンゴ両者を合わせた場合の確率が概ね 5% 以下であった配列は、13 組認められた。一方で、ロンゴロンゴで有意な配列を示すのにインダスでは該当する配列が一度も出現しないものやその逆も多かった。Sidak の方法で多重比較の補正を行った場合、5% 有意水準 ( $1 - (1 - 0.05)^{1/23^2}$ ) は  $p = 9.7 \times 10^{-5}$  となるので少なくとも 2 ペアでこれを満たしている。検定上は、「ロンゴロンゴ記号とインダス文字の類似記号ペア配列には関連がない」という帰無仮説は棄却される。

## 考察

この調査では、古くから類似性の指摘されているインダス文字とロンゴロンゴ記号について、記号が類似している、ということ以上にその関連性を示す証拠があるのかどうかを、配列の組を含めて比較する方法で検討した。各記号の頻度は正の相関傾向を示したが、明らかに両者の深い関連を示すとは言えない。ペア配列の発生確率についても検討資料が少なく、明確な結論は引き出せないように思われたが、計算上はこれらの組み合わせ全て (表 3) が偶然に発生する確率は極めて低いから、少なくとも両者には何ら関連がない、という結論は否定できるように思われる。さらに、これらの結果に加えて人型記号に盾や武器様の記号が連結する態度や、月の向き、頻度順位-頻度関係などの調査結果も、両者の関連を明確に否定はできないことを示す材料になると考えられた。

### 1) 頻度順位—頻度関係

今回用いた Zipf-Mandelbrot の法則は、簡単な形では「頻度順位と頻度の積が一定である」という Zipf の法則で表される。これらの法則は多くの言語で単語の頻度を近似するのに用いられている。従って、ロンゴロンゴが何らかの言

語情報を持つ記号群である可能性を支持する。これらの法則はしかしながら、言語に限らず都市の人口や、地震、経済、遺伝、生化学、音楽など様々な分野で成立することが知られているので、ロンゴロンゴが多く言語と同じようなシステムである、とは結論できない。しかし、インダス文字との間に大きな違いがなかったことは少なくとも、これらの記号群に何ら関連がない、という考えは支持しなかったと言える。

## 2) 記号頻度の相関について

対応記号の出現率は相関していた。従って前項と同様に、「両者には関連はない」と結論することを妨げる結果となった。しかしこの結果は単に、いくつかの対応記号群が両者で共に比較的高い頻度を示した、ということを示すにすぎないから、積極的に両者の関連を支持する結果というわけでもない。特に、人や月、動物あるいは植物といった自然のものを表す記号はどの象形文字にも一定の頻度で用いられる可能性が高く、他の象形文字と比べてインダスとロンゴロンゴの間でとりわけ高い相関があることを示さなければ、関連を支持するデータにはならない。

## 3) 武器・盾の結合位置、月の向きについて

武器と盾を表すようにみえる記号の結合は、ロンゴロンゴでは右側に多かった。インダスでは資料のトレースが入手できなかったので確認はできていないが、Mahadevan のコードでは、両側のものを除いて全て右側で連結する。

三日月型記号はインダスで右、ロンゴロンゴでは左が明瞭に多かった。ロンゴロンゴでは、この記号がたくさん並ぶ Mamari A 面の月カレンダーが唯一解読されたとされている部分であり、この解釈が正しければ月型記号は実際に月を表現している（少なくとも左に弧のある記号）。インダスの月型文字が月に関係するのかわからないが、もしも両者が三日月であるとする、どちらの頻出記号も日没後に西の空にある三日月を表現していることになる。インダス川流域とイースター島では半球が異なるために、月の向きが反対になるからである。こう考えると、この左右の不一致が両者の関連を裏付けるデータにもなり得る。

## 4) 配列の選択法について



でも同じ基準で連結を採用できる)を採用して検討したが、逆にインダスの合字を二つのパーツに分ける方法も考えられた。上記 040-050 の配列やこの合字の問題は、配列の検討が単純ではなく難しいことを示している。

#### 5) 配列の確率的解析について

ある配列が期待されるよりも高い頻度で出現するのかどうかを検討する際、検討資料が小さなサンプルであることが大きな制限となる。非常に重要な配列であっても一度も出現しないことがあり得るし、ある一つの資料に特有の配列が繰り返し見られる場合にはそれが必要以上に強調される結果にもなり得る。本調査の結果はそのような制限の中で慎重に解釈する必要がある。表 3 に示した配列では本来、インダスとロンゴロンゴそれぞれの資料の中で p 値が大きく異なるものは偶然のペアであると考えられるべきかもしれないが、両者が生じる確率が 5%以下であって、両者に配列が一度でもみられたものは、ロンゴロンゴとインダスの関連を示唆する可能性のある配列と考えた。全てのペアは実際にその順で並んでいたのであり、本来偶然であるものは少ない(ロンゴロンゴの、未知の文末・文頭など)はずだからである。これが 13 組みられたのであるから、両者の関連を示唆する、と結論したい。p 値が共に 0.001 以下の強固な配列は 2 組であったが、これらのペアの存在は、ロンゴロンゴのこれらの記号がインダスからの単なる記号の拝借ではなく、同じ使用法も採用している可能性を示唆する。もしも検討資料数を増やして同様のペアが多く見つければ、配列を 3 記号に拡大するなどしてより確かな知見を得ることもできるかもしれない。

今回の検討は de Hevesy のリストから類似する記号を選んで行なったので、そもそも限界がある。例えばロンゴロンゴの 067 番 (𐌶) の次に来る記号は、38 個中 10 回で同じ 067 番であり ( $p = 5.1 \times 10^{-11}$ )、繰り返しが多く見られるロンゴロンゴの中でも特徴的である。しかし、対応するインダスの 158 番 (𐌶) では、個数が少ないこともあるが、このような配列はない。しかし、もしも 158 番ではなく 153 番 (𐌶) が対応する文字であるとする、153-153 のペア (𐌶𐌶) は 26 回中 10 回あり ( $p = 1.2 \times 10^{-23}$ )、両者が同時に発生する確率は  $5.9 \times 10^{-33}$  となる。実際、インダス 153 番は、Rao らの Markov モデルを用いた検討の結果、最も連続しやすい 10 文字に含まれている<sup>12)</sup>。今回は、de Hevesy のリストに従って検討を行なったが、記号が類似している、ということではなく、別の基準、例えば頻度や特定の配列を指標に対応を再検討すれば、新たな知見が得

られる可能性があると思われる。記号の類似性を検討材料とする場合でも、研究者の主観に依存しない手法が望ましく、それには「似ている」判断の客観指標が必要である。Yamaguchi ら<sup>13)</sup>は、ロンゴロンゴの画像情報から Barthel コード列を作成するツールを作成した。このようなツールをインダス文字列にも適用して類似性を数値化できれば、一定基準以上の類似性をもつ記号群をまとめて検討することもできる。例えば上記ロンゴロンゴ 067 番とインダス 153 番などは、これらの検討過程でピックアップされるに違いないと思われる。インダス文字などの未解読古代文字は、解読に向けて種々の統計的手法が試みられている<sup>14)</sup>。もしもインダス文字とロンゴロンゴの間に何らかの共通性が見いだされれば、両者の解読に役立つのではないかと期待される。

### Summary

**Background:** I examined whether there is any association between Rongorongo and the Indus script using 6569 Rongorongo signs from 5 tablets and 13372 Indus scripts. Thirty-one parallels were chosen from the de Hevesy's pair list and used for comparison of the two.

**Results:** There was a weak positive correlation of the frequency between the Indus script and Rongorongo sign. As for the pairwise analysis, multiple pairs consisting of two signs of the 31 parallels were found to be common between the two. For example, the Indus 176-176 pair (𑀓𑀓) appeared 9 times, and the probability of such an event by chance was  $4.8 \times 10^{-6}$ . The Rongorongo counterpart, 022-022 (𑀓𑀓) pair appeared 6 times yielding a probability of 0.0075, which suggests this connection to be very strong and common between the Indus script and Rongorongo sign.

**Discussion:** All the data obtained did not support the idea that they are independent, but rather, suggested significant relationship between the two scripts. Further studies using a larger sample will disclose more valid evidence of the relationship. Because both are undeciphered, findings of any clear relationship may contribute to the understanding of the two scripts.

### 謝辞

このレポートはたくさんの方々の援助のおかげで完成しました。取材に快く

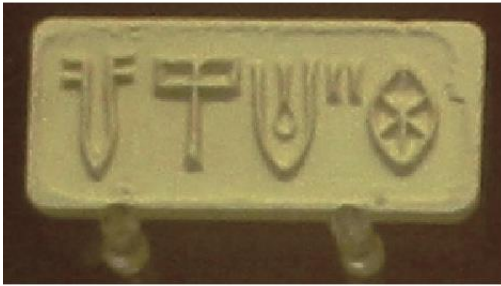
応じて、いろいろな助言をして下さった吉池孝一先生と山口文彦先生に感謝致します。吉池先生と山口先生からは、レポートにコメントも頂きました。資料入手からレポート作製まで全ての過程で父に助けてもらいました。成果発表の機会を与えて下さった吉池先生に心よりお礼申し上げます。

## 文献

1. Mahadevan I, Rangarao M, Soundararajan N, Rajeswari T, Sharma A. The Indus script: Texts, concordance and tables. *Memories of the Archeological Survey of India Vol 77*, 1977.
2. Rao RP, Yadav N, Vahia MN, Joglekar H, Adhikari R, Mahadevan I. Entropic evidence for linguistic structure in the Indus script. *Science* 324:1165, 2009.
3. Thomas S. Barthel's the eighth land: The Polynesian settlement of Easter Island. Honolulu: University of Hawaii, 1978.
4. Billimoria NM. The Panis of the Rig Veda and script of Mohenjo Daro and Easter Island. *The Journal of the Polynesian Society* 48: 92-106, 1939.
5. 山口文彦. Rongorongo 符号列とイースター島古謡音韻列の対応. 情報処理学会自然言語処理研究会報告, Vol. 2010-NL-196, No. 6, 2010.
6. 山口文彦、中川正樹. Rongorongo 符号列とイースター島の古謡のシラブル列との統語論的対応づけ. *情報考古学* 18: 25-37, 2012.
7. de Hevesy G. Sur une océanienne paraissant d'origine néolithique (Conférence). *Bulletin de la Société préhistorique de France* 30: 434-449, 1933.
8. Métraux A. The proto-Indian script and Easter Island tablets. *Anthropos* 33: 218-239, 1938.
9. Barthel T. Grundlagen zur Entzifferung der Osterinselschrift (Bases for the Decipherment of the Easter Island Script). Hamburg, Cram, de Gruyter & Co., 1958.
10. de Hevesy G. The Easter Island and the Indus valley scripts (Ad a critical study Mr. Métraux's). *Anthropos* 33: 808-814, 1938.
11. Yadav N, Joglekar H, Rao RP, Vahia MN, Adhikari R, Mahadevan I. Statistical analysis of the Indus script using n-grams. *PLoS One*. 5:e9506, 2010.
12. Rao RP, Yadav N, Vahia MN, Joglekar H, Adhikari R, Mahadevan I. A Markov model of the Indus script. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 106:13685-13690, 2009.

13. Yamaguchi F, Nobesawa S, Sato K. Rongorongo character listing tool. In: Proceedings of the 3<sup>rd</sup> IASTED International Conference on Visualization, Imaging, and Image Processing. Vol. 1, pp. 158-162, Benalmadena, Spain, 2003.
14. Rao RPN. Probabilistic analysis of an ancient undeciphered script. IEEE Computer, 76-80, 2010.

**Figure 1. Indus seal and Rongorongo tablet.** Rongorongo signs were written in reverse boustrophedon (牛耕式). Readers begin at the left bottom corner, go from left to right, and at the right end, rotate the tablet 180 degree and then read again from left to right. Therefore, signs in a line and the next line appear upside down as can be seen in this figure.



Indus



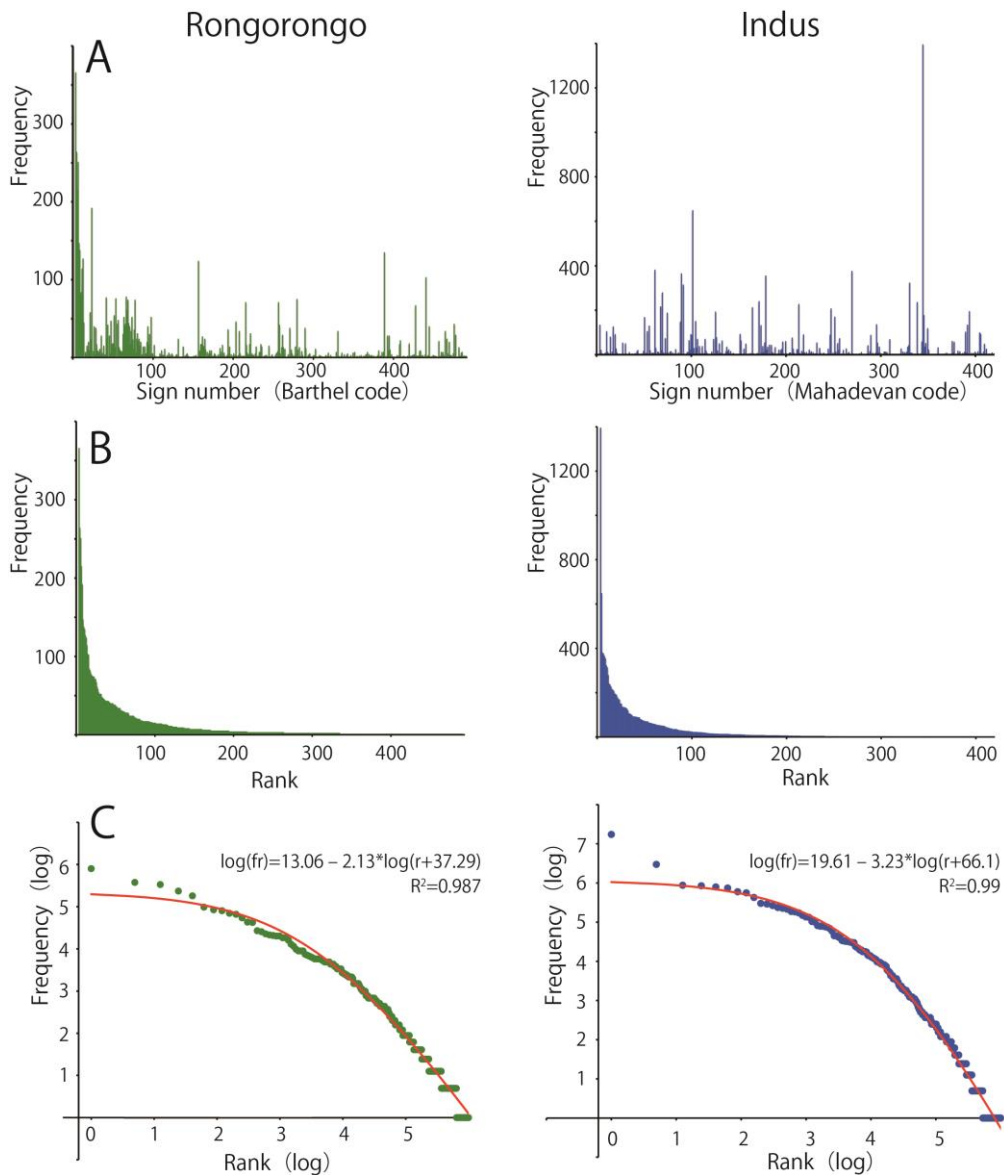
Rongorongo



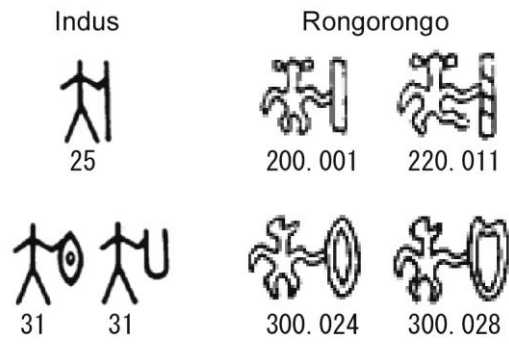
Figure 2. Thirty-one parallels used in this study. They were selected from the de Hevesy's pair list. A numerical code for each sign is indicated.



**Figure 3. The relationship between the rank order and rank-ordered frequency.** A, The frequency distribution of each sign in Rongorongo and Indus data. B, The rank-ordered frequency plotted against the rank order. The distribution appears to follow  $y = a/x$ . C, For both the Indus script and Rongorongo, the rank-ordered frequency distribution is fit well by the Zipf-Mandelbrot's law.



**Figure 4. Examples of human signs with a weapon- or shield-like figure.**  
 According to the Mahadevan's code, these scripts are single units, while in the Barthel's code, these are two signs combined.



**Figure 5. Sequences of Rongorongo 040-050.** A and C, Tahua and Mamari tablets, respectively. b, the reverse side of the tablet. Following numbers indicate the line number.

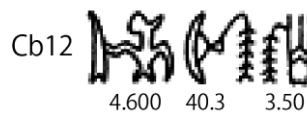
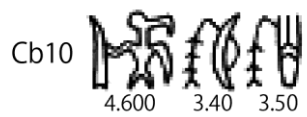
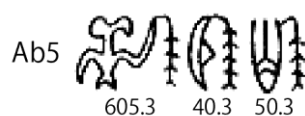
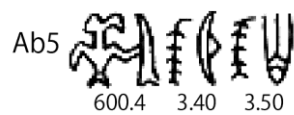
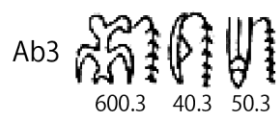
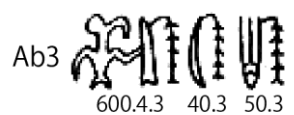


Table 1. Frequency of each sign.

Code		Frequency	
Mahadevan	Barthel	Indus	Rongorongo
258	11	20	45
176	22	355	96
321	26	13	4
328	27	323	38
323	28,29	10	26
167	35	7	6
299	40	1	77
301	40 <sup>#</sup>	13	25
287	41	88	42
293	41 <sup>#</sup>	136	1
336	50	236	76
322	51	4	1
158	67	4	40
58	70	7	46
327	82	42	3
211	86	227	24
124~126	93	100	29
408	100	1	2
396	107	1	5
311	143	3	1
1	200,300	134	166
19~23	*a	15	67
18	*b	27	101
41	*c	20	66
25	Human+weapon	53	16
28~33	Human+shield	69	17

\*a: 204, 206, 304, 306; \*b: 201~203, 205, 301~303, 305

\*c: 220~226, 320~326; #, moon-like signs with a small circle.

Table 2. Direction of the moon-like sign.





























		Tahua	Aruku Kurenga	Mamari	Keiti	Large Santiago	Total	Indus
Left		13	9	45	19	10	102	14
Right		9	6	21	7	6	43	224

Table 3. Probability of pair sequences.

Indus		Rongorongo		Probability (both)
Pair	probability	pair	probability	
	$4.8 \times 10^{-6}$		0.00746	$3.6 \times 10^{-8}$
	0.288		0.213	0.061
	$9.72 \times 10^{-7}$		0.214	$2.1 \times 10^{-7}$
	0.025		0.373	0.0093
	$2.67 \times 10^{-8}$		0.124	$3.3 \times 10^{-9}$
	0.019		0.116	0.0022
	$8.88 \times 10^{-8}$		0.294	$2.6 \times 10^{-8}$
	0.109		0.324	0.035
	0.0023		0.204	0.00047
	$6.52 \times 10^{-18}$		$3.45 \times 10^{-8}$	$2.2 \times 10^{-18}$
	0.18		$1.99 \times 10^{-31}$	$3.6 \times 10^{-32}$
	0.0002		0.234	$4.6 \times 10^{-5}$
	0.054		0.21	0.0011

The probability by chance for each pair is shown.