E-048

# トルファンマニ文字コードとグリフのデザイン

Design of Turfan Manichaean Character Code and Glyphs

ウメルジアン　ウスマン†　中平　勝子†　三上　喜貴†　山田　耕一†

Omarjan Osman　Katsuko T. Nakahira　Yoshiki Mikami　Yamada Koichi

## 概要

トルファンは、中央アジアの天山山脈の東南にあった古代国名であり、トルファン盆地はトルファン国の一部であった。トルファンウイグル王国と呼ばれる。トルファンウイグル王国の言語は古代チュルク語(英：Old Churuk Language)である。紀元 1 世紀から 7 世紀までにトルファンウイグル王国で国字として使われていた文字は、トルファン文字と呼ばれている。マニ教(Manichaeism) の貴重な資料がトルファン文字で記録しているため、トルファンマニ文字とも呼ばれており、ウイグル族以外にウズベク(Uzbek)、タタール(Tatar)、キルギス(Kirghiz)、カザフ(Kazakh)、サラル(Salar)、ノガイ(Nogai)語系の民族もトルファンマニ文字を使った記録事がある。トルファンマニ文字は 8 個の大母音字、8 個の小母音字、24 個の大子音字、24 個の小子音字、2 個の分音記符号、7 個の句読点記号、10 個の数字から構成されている。トルファンマニ文字で書かれた文献作品は、現在各国の博物館と大学に所蔵されている。しかしながら、トルファンマニ文字コード表は国際標準である ISO/IEC 10646 及び Unicode に含まれておらず、貴重な古代文献資料の電子的手段による流通の障害となっている。文字名に関する国際標準 ISO/IEC 15942 にもトルファン文字の名前は登録されていない。マニ文字コード表が ISO/IEC JTC1/SC2 に提案されているが[4]、その文字コード表にトルファンマニ文字は含まれていない。

本研究では、ドイツの調査隊が 20 世紀初頭にトルファンで発見した資料から字形を抽出し、文字コード国際規格の基本的な原則であるコード＝グリフ分離原則[5]に従って、トルファンマニ文字の文字コード表とグリフ表のデザインを行った。その現状を報告する。

**キーワード：**トルファンマニ文字、文字コード、グリフ

## 1　はじめに

### 1.1　文字の起源と系統

マニ文字はアラム文字から発生した文字であり、紀元前 1 世紀頃にイランで使われはじめた。イランで誕生したマニ文字は西はイランから東はトルファンに至る広範囲で使われるようになったが、利用者達の言語・音韻体系が異なることから文字体系としても相違を生じており、筆者は、イランマニ文字、トルファンマニ文字、ソグドマニ文字の 3 つを区別すべき異なる文字体系と考える。このうち、本報告の主題であるトルファンマニ文字は紀元後 1 世紀にトルファンで使われた文字である。トルファンマニ文字を基礎として紀元後 5 世紀頃にソグディアナ地方でソグド語の利用者達によってソグドマニ文字が作成された(図 1 参照)。

† 長岡技術科学大学
新潟県長岡市上富岡町 1603-1

紀元 7 世紀にトルファンウイグル王国がウイグル文字を国字として使った。トルファンマニ文字もトルファン人の一部が第二国字として使った記録事がある。紀元後 12 世紀にモンゴル王国とトルファンウイグル王国ではウイグル文字が国字として広く使われた。紀元後 15 世紀にモンゴル人とトルファン人の一部がイスラム教の影響へ受けてアラビア文字を使った。紀元後 16 世紀からトルファンマニ文字を使う人は非常に少なくなっていった。トルファンマニ文字列は、母音字、子音字、分音記符号と複雑なリガチャーの組み合わせから構成されている。それらの書き方は右から左の横書きであり、上から下の縦書きは存在しない。

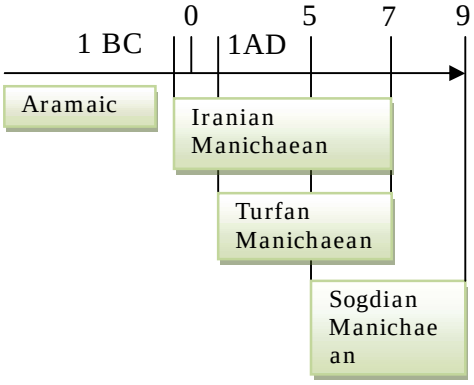


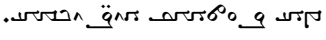

図 1 古代から現代までの文字の変化

### 1.2　文字の分類

トルファンマニ文字は大文字(Capital)と小文字(Small)のケースを持っている。通常は小文字を用いるが、文書の書き起こしに大文字を用いページの初めには大文字とも区別される独特の書体で表現する。本稿では、この字形を「サインシンボル」と名付けた。本の表紙、文章のタイトルは大文字で表現する。この使用法はラテン文字やキリル文字のケース使用法にも類似してることから、コード化にあたっては、一つの文字に対して、大文字、小文字の二つのケースに別の符号位置を割り当てるという考えをとった。

例：以下の文の意味は、(私は本を読む). 大文字 (𐫁)、小文字(𐫀)、サインシンボル(𐫂)で表現する。

1) 文書の初めの第 1 文字は大文字 (𐫁)で始まって、次の第 2 文字はアルファベットの小文字を使う事がある。



2) 1 ページの初めサインシンボル(𐫂)で始まって、次の第 2 文字はアルファベットの小文字を使う事がある。第 2 文字には大文字を使わない。



Copyright © 2011 by Information Processing Society of Japan and
The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers
All rights reserved.

トルファンマニ文字と文字コード表の定義と略称を以下のように示す。

母音文字を“Vowel(V)” 、子音文字を“Consonant(C)”、分音記符号を“Diacritics Marks(D)”、句読点記号を“Punctuation Marks(P)”、数字を“Digit(I)”、サインシンボルを“Signature Symbol(S)”で表現する。

本稿では、トルファンマニ文字を 8 大母音字、8 小母音字、24 個の大子音字、24 個の小子音字、二つの分音記符号、7 個の句読点記号、10 個の数字、8 個の大母音字サインシンボル、8 個の小母音字サインシンボル、24 個の大子音字サインシンボル、24 個の小子音字サインシンボルに分類した。(表 1 参照)。

表 1 トルファン文字の分類

| Acronym | Name |
|---|---|
| V | Capital Vowels |
| | Small Vowels |
| C | Capital Consonants |
| | Small onsonants |
| D | Diacritics Marks |
| P | Punctuation Marks |
| I | Digits |
| S | Capital Vowels Signature Symbol |
| | Capital Consonants Signature Symbol |
| | Small Vowels Signature Symbol |
| | Small Consonants Signature Symbol |

### 1.3 文字集合とコード表提案

トルファンマニ文字は母音と子音を表す表音文字からなる文字体系であり、文字集合は、a、æ、e、i、o、ø、u、y との各母音に対応する 8 種の大母音字と小母音字、b、p、t、ʤ 、ʧ 、x、d、r、z、ʒ 、s、ʃ 、ʰ 、f、ɢ、k、g、ŋ、l、m、n、h、v、j の各子音に対応する 24 種の大子音字と小子音字がある。トルファンマニ文字はチュルク語系民族が使った主要なアルファベットのひとつである。表 2 に各文字の大文字と小文字の字形（いずれも独立形）、対応する音価、及び文字コード表上の相対位置を示す。相対位置は X000 を起点とした 16 進数で示した。X の値は、今後国際標準化のプロセスで決定されるものである。また、2 段目の（）内に示した数字は表 3 との対応を示したものである。

表 2 トルファンマニ文字の文字集合

| | | | |
|---|---|---|---|
| I /i/ (1)<br>X023, X003 | E /e/ (3)<br>X022, X002 | Ah /æ/ (2)<br>X021, X001 | A /a/ (1)<br>X020, X000 |
| Uv /y/ (8)<br>X027, X007 | U /u/ (7)<br>X026, X006 | Ov /ø/ (6)<br>X025, X005 | O /o/ (5)<br>X024, X004 |
| Zhe/ʤ / (12)<br>X02B, X00B | Te /t/ (11)<br>X02A, X00A | Pe /p/ (10)<br>X029, X009 | Be /b/ (9)<br>X028, X008 |
| Re /r/ (16)<br>X02F, X00F | De /d/ ( 15)<br>X02E, X00E | He /x/ (14)<br>X02D, X00D | Che /ʧ /(13)<br>X02C, X00C |
| Shi /ʃ /(20)<br>X033, X013 | Si /s / (19)<br>X032, X012 | Zhee / ʒ/(18)<br>X031, X011 | Ze /z/ (17)<br>X030, X010 |
| Ke /k/(24)<br>X037, X017 | Khi /ɢ/ (23)<br>X036, X016 | Fi /f/ (22)<br>X035, X015 | Ghe /ʰ /(21)<br>X034, X014 |
| Me /m/ (28)<br>X03B, X01B | Le /l/ (27)<br>X03A, X01A | Ngi /ŋ/ (26)<br>X039, X019 | Ge /g/(25)<br>X038, X018 |
| Ye /j/ (32)<br>X03F, X01F | Ve /v/ (31)<br>X03E, X01E | Hee /h/ (30)<br>X03D, X01D | Ne /n/ (29)<br>X03C, X01C |

### 1.4 グリフの分類

マニ文字は、その先祖であるアラム文字をはじめとするセム系文字の性質を継承しており、同一文字であっても語中の位置によってその表示形を変える。すべての母音文字、子音文字に、語頭形、語中形、語末形、独立形の 4 つの表示形がある。これらの異なる表示形のそれぞれに別の符号位置を割り当てるという方法もあるが、文字コードに関する国際規格の基本原則は「コードとグリフの分離」[5]を定めているため、コード表とは別に、各表示形に対応するグリフ（Glyph、字形を示す抽象図形）をデザインした。

4種類のグリフの一般的な表現を$G_i$とし、個々の表現は、語頭形を$G_{\rightarrow l}$ (Left-joining glyph form)、語中形を$G_{\leftrightarrow m}$ (Dual-joining glyph form)、語末形を$G_{\leftarrow r}$ (Right-joining glyph form)、独立形を$G_n$ (Nominal glyph form)とする。文字を単母音と単子音に区別する必要がある場合、一般形は$G_i$の代わりに、それぞれ$G_{\underset{v}{i}}$、$G_{\underset{c}{i}}$を使用し、4種類の語頭形、語中形、語末形、独立形のグリフは、それぞれ$G_{vn}$、$G_{vr}$、$G_{vm}$、$G_{vl}$ (単母音の場合)、$G_{cn}$、$G_{cr}$、$G_{cm}$、$G_{cl}$ (単子音の場合)のように表す。

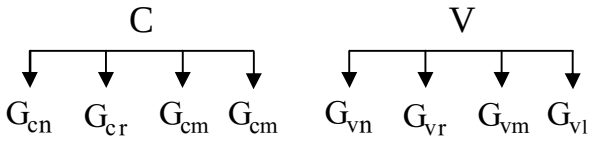



図 2 トルファングリフの実装

独立形大グリフと独立形小グリフと二つタイプが存在している。独立形大グリフを“Capital Glyph”、 独立形小グリフを“Small Glyph”で表現する(表 3 参照)。

表 3 トルファンマニ文字のグリフ一覧

| No | Turfan Name | $G_n$ | | $G_{\rightarrow r}$ | $G_{\leftrightarrow m}$ | $G_{\leftarrow l}$ | 音価 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Capital | Small | | | | |
| 1 | A | | | | | | /a/ |
| 2 | AH | | | | | | /æ/ |
| 3 | E | | | | | | /e/ |
| 4 | I | | | | | | /i/ |
| 5 | O | | | | | | /o/ |
| 6 | OV | | | | | | /ø/ |
| 7 | U | | | | | | /u/ |
| 8 | UV | | | | | | /y/ |



Copyright © 2011 by Information Processing Society of Japan and
The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers
All rights reserved.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 9 | BE | | | | | | /b/ |
| 10 | PE | | | | | | /p/ |
| 11 | TE | | | | | | /t/ |
| 12 | ZHE | | | | | | /ʤ/ |
| 13 | CHE | | | | | | /ʧ/ |
| 14 | HE | | | | | | /x/ |
| 15 | DE | | | | | | /d/ |
| 16 | RE | | | | | | /r/ |
| 17 | ZE | | | | | | /z/ |
| 18 | ZHEE | | | | | | /ʒ/ |
| 19 | SI | | | | | | /s/ |
| 20 | SHI | | | | | | /ʃ/ |
| 21 | GHE | | | | | | /ɣ/ |
| 22 | FI | | | | | | /f/ |
| 23 | KHI | | | | | | /q/ |
| 24 | KE | | | | | | /k/ |
| 25 | GE | | | | | | /g/ |
| 26 | NGI | | | | | | /ŋ/ |
| 27 | LE | | | | | | /l/ |
| 28 | ME | | | | | | /m/ |
| 29 | NE | | | | | | /n/ |
| 30 | HHE | | | | | | /h/ |
| 31 | VE | | | | | | /v/ |
| 32 | YE | | | | | | /j/ |

### 1.5 トルファンリガチャー

連続するグリフの組み合わせが単純な合成に従わず、独特の合成字形を形成する場合がある。これをリガチャー(Ligature)と呼ぶ。リガチャーの集合を$L=\{L_n、L_{\rightarrow r}、L_{\leftrightarrow m}、L_{\leftarrow l}\}$で表現する。リガチャーもまたグリフ表に追加する必要がある。

トルファンマニ文字のリガチャーには以下の 5 通りの組み合わせがある。

1) 語頭形グリフ$G_{\leftarrow l}$＋語中形グリフ$G_{\leftrightarrow m}$の組み合わせ
   $G_{\leftarrow l}+G_{\leftrightarrow m}=L_{\leftarrow l}$ (語頭形: Left-Joining ligature)
2) 語頭形グリフ$G_{\leftarrow l}$＋語末形グリフ$G_{\rightarrow r}$の組み合わせ
   $G_{\leftarrow l}+G_{\rightarrow r}=L_n$ (独立形: Nominal ligature)
3) 語中形グリフ$G_{\leftrightarrow m}$＋語中形グリフ$G_{\leftrightarrow m}$の組み合わせ
   $G_{\leftrightarrow m}+G_{\leftrightarrow m}=L_{\leftrightarrow m}$ (語中形: Dual-joining ligature)
4) 語中形グリフ$G_{\leftrightarrow m}$＋語末形グリフ$G_{\rightarrow r}$の組み合わせ
   $G_{\leftrightarrow m}+G_{\rightarrow r}=L_{\rightarrow r}$ (語末形: Right-joining ligature)
5) 語頭形グリフ$G_{\leftarrow l}$＋語中形グリフ$G_{\leftrightarrow m}$＋語末形グリフ$G_{\rightarrow r}$の組み合わせ
   $G_{\leftarrow l}+G_{\leftrightarrow m}+G_{\rightarrow r}=L_n$ (独立形: Nominal ligature)

表 4 トルファンマニ文字リガチャーの形成

| グリフ($G_n$) | グリフ($G_n$) | リガチャー($L_n$) |
|---|---|---|
| + | = | |

リガチャーの二重母音と二重子音グリフと集合を$\ddot{L}=\{\ddot{L}_v、\ddot{L}_c\}$で表現する。

$G_{\dot{c}}+G_{\dot{v}}+G_{\dot{v}}=\ddot{L}$、$G_{\dot{v}}+G_{\dot{v}}+G_{\dot{c}}=\ddot{L}$

## 2 トルファン語とトルファンマニ文字 の名称

トルファン語（古代チュルク語の一部）とトルファン文字(トルファンマニ文字)はの名称は、依然として言語名や文字名に関する国際規格に含まれていない。古代文字としてマニ文字の名前（英：Manichaean）は ISO 15924 Script code に登録されている。しかし、マニ文字は別々の三つの（イラン、トルファン、ソグド）マニ文字として区別されるべきと考えており、それぞれ独立に登録が必要である。言語名コードに関する国際標準 ISO 639-1 と ISO 639-2 にもトルファン語の名前は登録されていない。

表 5 関連国際規格における選択された文字

| Script Name | ISO 15924 Script code | ISO/IEC 10646 Unicode |
|---|---|---|
| Iran Manichaean | not present | not present |
| Turfan Manichaean | not present | not present |
| Sogdian Manichaean | not present | not present |
| Manichaean | Mani | not present |

表 6 選択された言語の ISO 630 言語コード

| Script Name | ISO 639-1 | ISO 639-2 |
|---|---|---|
| Iran | --- | ira |
| Iran Manichaean | not present | not present |
| Turfan | not present | not present |
| Turfan Manichaean | not present | not present |
| Sogdian | --- | sog |
| Sogdian Manichaean | not present | not present |

## 3 トルファンマニ文字フォントのデザイン

### 3.1 トルファンフォントのデザイン

Font Creator 5.6 を使って True Type フォントのデザインを以下のように行った。字形の典拠として用いたのは、1902 年 11 月から 1903 年 3 月に、トルファン盆地でドイツの考古学者と遠征グループ“ German Turfan expedition ”が、発見した写本資料である。ちなみに、東トルキスタン“ East Turkistan ”の東ウイグル可汗国“ ウイグル語：Sherqiy Uyghur Kagan Dowliti ”の中期に記録されたマニ文字の多くの資料が、天山山脈のヤルクンタク“ Yalkun tag(火炎の山) ”の中にあったベゼクリク千仏洞“ Bezeklik Ming Oy (装飾した千仏の洞) ”で発見された。

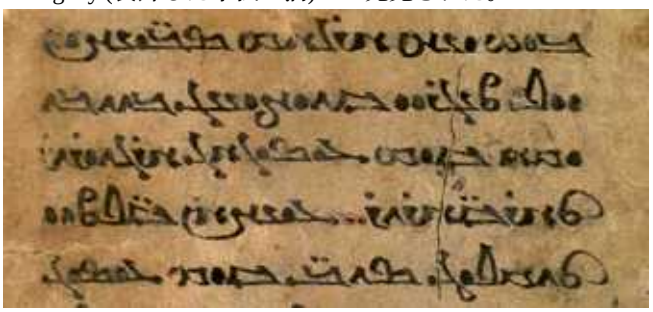


図 3 トルファンマニ文字文献作品
(年代不明) u0074verso [1]

筆者は、トルファンマニ文書のデジタル処理の研究の参考文献として、現在ベルリントルファンコレクション“ Berlin Turfan Collection [1] ”に所蔵され、1904 年に発表



Copyright © 2011 by Information Processing Society of Japan and
The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers
All rights reserved.

されたトルファンマニ文字の写本資料（u0007recto から u0161seite2、及び m0120_seite1 から m0834_seite1）を使用し、写本から各文字の字形を抽出し、これに基づいてフォントのデザインを行った。

また、フォント作成にあたって使用したツールおよび環境は以下の通りである。最終的には、トルファンマニ文字 True Type フォントとして 282 種のグリフを作成した。

**1) New Font**

(1) Font family name: Turfan.
(2) Character set: Unicode.
(3) Font style: Regular.

**2) Font file Type**

True Type font (ttf)

**3) Sort Glyphs**

Sort by: Microsoft Unicode or Symbol code points.

**4) Format Platform Manager**

Platform: Microsoft Unicode BMP only.

**5) Font Settings**

Font direction hint: Only strong right to left.

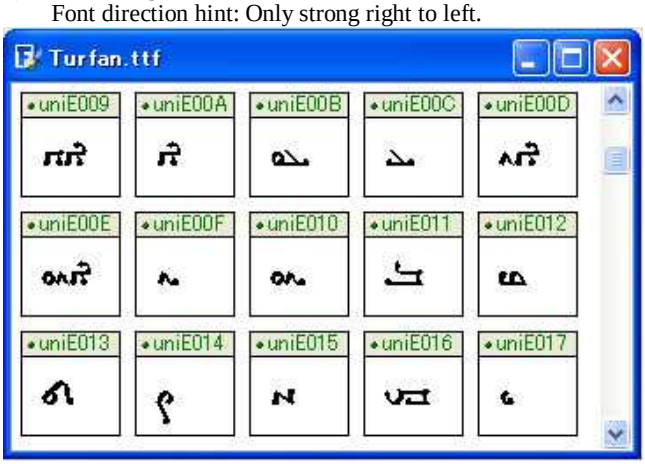



図 4 トルファンフォント

### 3.2 トルファンマニ文字コード表

このようにして開発したフォントを用いて作成したトルファンマニ文字コードを表 7 に示す。トルファンマニ文字コード表には、8 大母音字(00-07)、8 小母音字(10-17)、24 個の大子音字(08-1F)、24 個の小子音字(20-3F)、二つの分音記符号(40-41)、7 個の句読点記号(50-58)、10 個の数字(60-69)、8 個の大母音字サインシンボル(70-77)、8 個の小母音字サインシンボル(90-97)、24 個の大子音字サインシンボル(78-8F)、24 個の小子音字サインシンボル(98-AF)と、合計 147 種の文字のデザインを行った。

表 7 トルファン文字コード表

| | | 上位 4 ビット | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | A |
| 下位 4 ビット | 0 | | | | | | | | | | | |
| | 1 | | | | | | | | | | | |
| | 2 | | | | | | | | | | | |
| | 3 | | | | | | | | | | | |
| | 4 | | | | | | | | | | | |
| | 5 | | | | | | | | | | | |
| | 6 | | | | | | | | | | | |
| | 7 | | | | | | | | | | | |
| | 8 | | | | | | | | | | | |
| | 9 | | | | | | | | | | | |
| | A | | | | | | | | | | | |
| | B | | | | | | | | | | | |
| | C | | | | | | | | | | | |
| | D | | | | | | | | | | | |
| | E | | | | | | | | | | | |
| | F | | | | | | | | | | | |

### 3.3 トルファンマニグリフ表のデザイン

トルファンマニ文字グリフの 29 種の母音グリフと 86 種の子音グリフのデザインを行った。

表 8 トルファンマニ文字グリフ表

| | 000 | 001 | 002 | 003 | 004 | 005 | 006 | 007 | 008 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **0** | | | | | | | | | |
| **1** | | | | | | | | | |
| **2** | | | | | | | | | |
| **3** | | | | | | | | | |
| **4** | | | | | | | | | |
| **5** | | | | | | | | | |
| **6** | | | | | | | | | |
| **7** | | | | | | | | | |
| **8** | | | | | | | | | |
| **9** | | | | | | | | | |
| **A** | | | | | | | | | |
| **B** | | | | | | | | | |
| **C** | | | | | | | | | |
| **D** | | | | | | | | | |
| **E** | | | | | | | | | |
| **F** | | | | | | | | | |

## 4 まとめと今後の課題

写本資料に含まれるトルファンマニ文字写本資料に基づいて歴史的な文字の字形を調査し

Adobe Photoshop CS5 Extended、Font Creator 5.6 を用いて、文字コード表のデザイン、グリフのデザイン、True Type フォントのデザインを行った。現在、このトルファンマニ文字コード表について ISO への提案の準備と国際文字符号表の設計思想との整合性確認（ISO 専門家）を行っている。

本研究を通じてトルファンマニ文字は大文字と小文字の字形を持っていること事がわかった。

今後の課題として入出力システムの試作と評価を進めてゆく予定である。

## 参考文献

[1] Turfanforschung of manuscripts from the Berlin Turfan-Collection, Digitales Turfan-Archiv.
[2] The Worlds Writing Systems, edited by P. Daniels, W. Bright, New York, Oxford University Press, 1996.
[3] 三上喜貴、文字符号の歴史：アジア編、2002 年
[4] ISO/IEC JTC1/SC2/WG2 N4029R, L2/11-123R, 2011-05-10.
[5] ISO/IEC TR 15285 An operational model for characters and glyphs, First edition. 1998-12-15.



Copyright © 2011 by Information Processing Society of Japan and
The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers
All rights reserved.