

# 数学点字の前置符号とリセット規則に関する研究

—右肩右下添字の表記から—

情報処理科 斎藤玲子

**要 旨：**1文字の点字で表現できるものは64通りに限られるので、極めて多数の墨字の文字を表すために、標識記号（前置符号、リセット記号等）による点字記号の読み替えが行われる。多数の記号や多様な表現形式を用いる数学では、標識記号の活用が特に重要である。数学点字の中でも本質的な問題を含む添字の表記に用いられる前置符号とリセット規則について、日、米、英、仏の事例の比較を通して考察した。

**キー・ワード：**点字 前置符号 添字 記号 数学

## I. はじめに

点字は、縦6～7耗、横3～4耗の領域を1マスとして、その中に縦3点、横2点の隆起した6個の点の位置を定め、6ビットのビット・パターンで触知文字を表記するシステムである。

1マスの点字を構成する6個の点の名称は、点字を読むときの凸面の向きで図1に示すように定義されている。

6個の点の組み合わせにより1文字を表記する6ビット・コードで表現できる記号の数は63通り（空白を含めると64通り）に限られる。63通りの表記で墨字で使われるすべての文字や記号に1対1対応をつけることは不可能である。そのため、点字記号の前（あるいは後）に、“前置符号”やその“リセット記号”となる一種の“標識記号”を置くことにより、一つの点字記号を幾通りもの文字や記号に読み替えることが行われる。これが点字表記法の特徴である。

たとえば、数字は“数符”，英大文字は“大文字符”と呼ばれる前置符号を用いて表す。

数学では、多数の文字や記号（数字、英大文字、小文字、イタリック体、ゴシック体などの各種の文字、演算記号、比較記号、組み合わせ記号、その他の種々の記号）が用いられ、さらに、数学的意味はこれらの記号単独によつてのみではなく集合的な配列によつて表現される。分数線の上にある数字と下にある数字で分数を表すとか、基線上にある文字の右上方に書かれた文字で累乗や高次の導関数を表すなどである。そのため数学点字においては標識記号は特に重要な意味を持つ。数学点字記号体系の良否は標識記号によつて決まるとも言えるのである。

従来、わが国でも欧米諸国においてもそれぞれ独自に作り上げた数学点字記号体系が用いられて来たが、いずれも理工学の基礎的分野である数学の高等教育、コンピュータによる情報処理技術の発達などに対応するには不十分

で、大幅な改訂整備を迫られているのが現状である。

本研究の目的は日本語の点字という特殊な環境の中で最適な点字記号体系制定のための指針を得ることである。

本稿では数学点字の中で本質的な問題を含む添字を取り上げ、その表記に用いられる前置符号とリセット規則に関して日、米、英、仏の事例の比較を通して考察する。

## II. 各国の点字記号

### 1. ローマ字（アルファベット）

ローマ字の26文字は、ヨーロッパ言語を用いるすべての国で共通である。ヨーロッパ言語のアルファベットの点字コードを図2に示す。

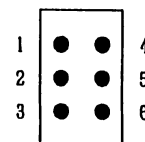


図1 点の名称の定義

a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
⠁	⠃	⠉	⠇	⠑	⠑	⠑	⠑	⠑	⠑
k	l	m	n	o	p	q	r	s	t
⠋	⠋	⠋	⠋	⠋	⠋	⠋	⠋	⠋	⠋
u	v	x	y	z					w
⠥	⠥	⠥	⠥	⠥					⠥

図2 ローマ字

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
日	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠
米	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠
英	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠
仏	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠

図3 各国の数字

	+	-	=	( )
日	⠠	⠠	⠠	⠠
米	⠠	⠠	⠠	⠠
英	⠠	⠠	⠠	⠠
仏	⠠	⠠	⠠	⠠

図4 四則演算記号等

	右肩 添字符	右下 添字符	基線符	終結符	重複 添字符
日	⠠	⠠			
米	⠠	⠠	⠠		
英	⠠	⠠		⠠	
仏	⠠	⠠		⠠	⠠

図5 添字表記の標識記号

大文字、小文字の別に関しては、特に断らない限り小文字を表し、大文字は国ごとに定められた標識記号“大文字符”を前置して表す。大文字符は、日、米、英では {6} (数字は1マス中の点の番号)、仏では {4, 6} で表記される。

## 2. かな (カナ)

日本語の点字も1マス6点で表現するところは欧米と同様であるが、コード体系は仮名を中心とした独自のシステムである。一般に用いられる点字にはひらがなとカタカナの区別はなく、50音といわれる清音の仮名と点字の間には1対1の対応がある。濁音、半濁音、拗音、拗濁音、拗半濁音はそれぞれ標識記号を前置して表す。

日本語の点字でローマ字を表記する場合には、外国文字を示す標識記号“外文字符” {5, 6} を前置して欧米のローマ字と全く同じ記号を用いる。

日本語の点字コードでは、26文字のローマ字と異なり、63通りの点字コードの大部分が仮名に割り当てられていて、ヨーロッパ言語の点字に比べてコードが未定義の“空き領域”が極端に少ない。

## 3. 数字

数字を表現する場合は、各国とも“数符”と呼ばれる標識記号をローマ字の a ~ i, j の記号列に前置し、1 ~ 9, 0 に読み替えている。しかし、数字が頻用される数学、理科、情報処理の専門分野では、その都度数符を前置する手間やマス数を省く目的で、ローマ字の a ~ j をシフトさせた1マスのコードが用いられることがある。

米国式では a ~ j を1段下にずらした”下がり数字”を用いる。これにより数字と英字の区別が判然とし、英字に外文字符をつける必要がなくなり、また数符も場合に応じて省くことができる。下がり数字は、日本では古くは序数として使われていたが、現在では右下添字の略記法に用いられるだけである。

また、仏国式では、ローマ字の a ~ i の点字のマス中に6の点を付加して1 ~ 9の数字とし、零を表すには、j に6の点をつけ加えるとローマ字の w と重複するため、この規則に従わない記号を当てている (零の点字記号は他国の数符と同一であるが数符の役割はもっていない)。

数学に使われる各国の数字を図3に示す。

## 4. 四則演算記号等

各国の四則演算記号と等号を図4に示す。空白を前置あるいは後置する方式では、空白を□で示す。

## 5. 添字表記の標識記号

右肩右下添字の表記に用いられる各国の標識記号を図5に示す。右肩添字符、右下添字符の他に国によって特別な標識記号が用いられる場合があるのでそれらも示す。

### Ⅲ. 各国の添字表記とその問題点

各国の添字表記の例を図6に示す。

#### 1. 右肩または右下添字が付く場合

- 例1.  $X^n$
- 例2.  $X^{m+n}$
- 例3.  $X^m + n$
- 例4.  $X^{m+n} Y$
- 例5.  $X^m Y$
- 例6.  $X_{i=n} Y$

#### 【A1】 日本式の括弧

- ①添字が2つ以上の異なる要素の積または商もしくは多項式の場合は添字全体を“括弧”で括る。例2, 4
- ②添字の後に基線上の文字がなくても括弧を書く。例2
- ③添字が1文字の場合は括弧を書かない。例1, 3, 5
- ④添字符は閉じ括弧によりリセットされる。添字が1文字の場合は閉じ括弧なしで自動的にリセットされる。添字符は後に続く1文字または括弧で纏められた1群を支配する。例4, 5, 6
- {A注1} 前置符(添字符)と開き括弧と、標識記号を2重に使う形になりマス数が余分に必要である。
- {A注2} 括弧のあるなしでxの添字が1文字であるか2文字以上かを識別する曖昧さがある。
- {A注3} 添字が1文字の場合に限り括弧を書かないという方式であるが、右肩添字に“-”符号が付いた場合には点字のマス数は1ではないが括弧を書かないなど、曖昧なところがある。

#### 【B1】 米国式の基線符

- ①添字の付いた文字の後に基線上の文字が続く場合には、添字の終わりに基線に戻ることを示す標識記号“基線符”を書く。例3, 4, 5, 6
- ②後に基線上の文字がない場合は基線符を書かない。例1, 2
- ③添字が1文字でも基線符を書く。例3, 5
- ④添字符は空白または別の標識記号(上記の例では基線符)によってリセットされる。添字符は別の標識記号

(または空白)が現れるまでの間にある文字(または文字群)を支配する。例3, 4, 5, 6

{B注1} 等号の前後はマス空けるので、例6では“i”に前置した添字符は等号の前でリセットされてしまう。そこで等号が添字レベルにあることを示すために添字符を付ける。等号の後ろにも空白があるので“n”にも添字符を前置しなければならない筈であるが、ここには添字符を書かないという曖昧さがある。

#### 【C1】 英国式の終結符

- ①添字の後に基線上の文字が続く場合は添字の終わりを示す標識記号“終結符”を書く。例4, 5, 6
- ②添字の後に基線上の文字がない場合は書かない。例1, 2
- ③添字が1文字でも終結符を書く。例5
- ④添字符は終結符または空白によりリセットされる。例3, 5

{C注1} 基線上の演算記号、関係記号の前を1マスあける方式なので、例3では“+”の前のマス空けによって添字符はリセットされこの+記号は基線上の文字となる。例4, 例6では+記号、等号の前をマス空けしないことにより添字符は“+n”, “=n”をも支配しこれらは添字レベルの文字となる。マス空けの有無だけでレベルを識別する方式は判りにくい。

{C注2} 例5では添字mの後に終結符を書いている。添字が1マスでも終結符があるので判りやすい。

#### 【D1】 仏国式の終結符

- ①添字が2マス以上の点字からなる場合は、添字の後に添字の範囲を示す標識記号“終結符”を書く。例2, 4, 6
- ②添字の後に基線上の文字がなくても書く。例2
- ③添字が1マスの場合は終結符を書かない。例1, 3, 5
- ④添字符は終結符によってリセットされるが、添字が1マスの点字で表される場合はリセット記号なしで自動的にリセットされる。例3, 5
- {D注1} 例2と例3では“n”の後の終結符の有無により“+n”が添字中の文字か基線上の文字かを示している。“+n”が添字か基線上の文字かは最後まで読まなければ判別できないという曖昧さがある。
- {D注2} 例5では、最後まで読んで終結符がないことでxの添字が“m”1マスで“y”は基線上の文字であることがわかる。D1③の方式は曖昧さがある。

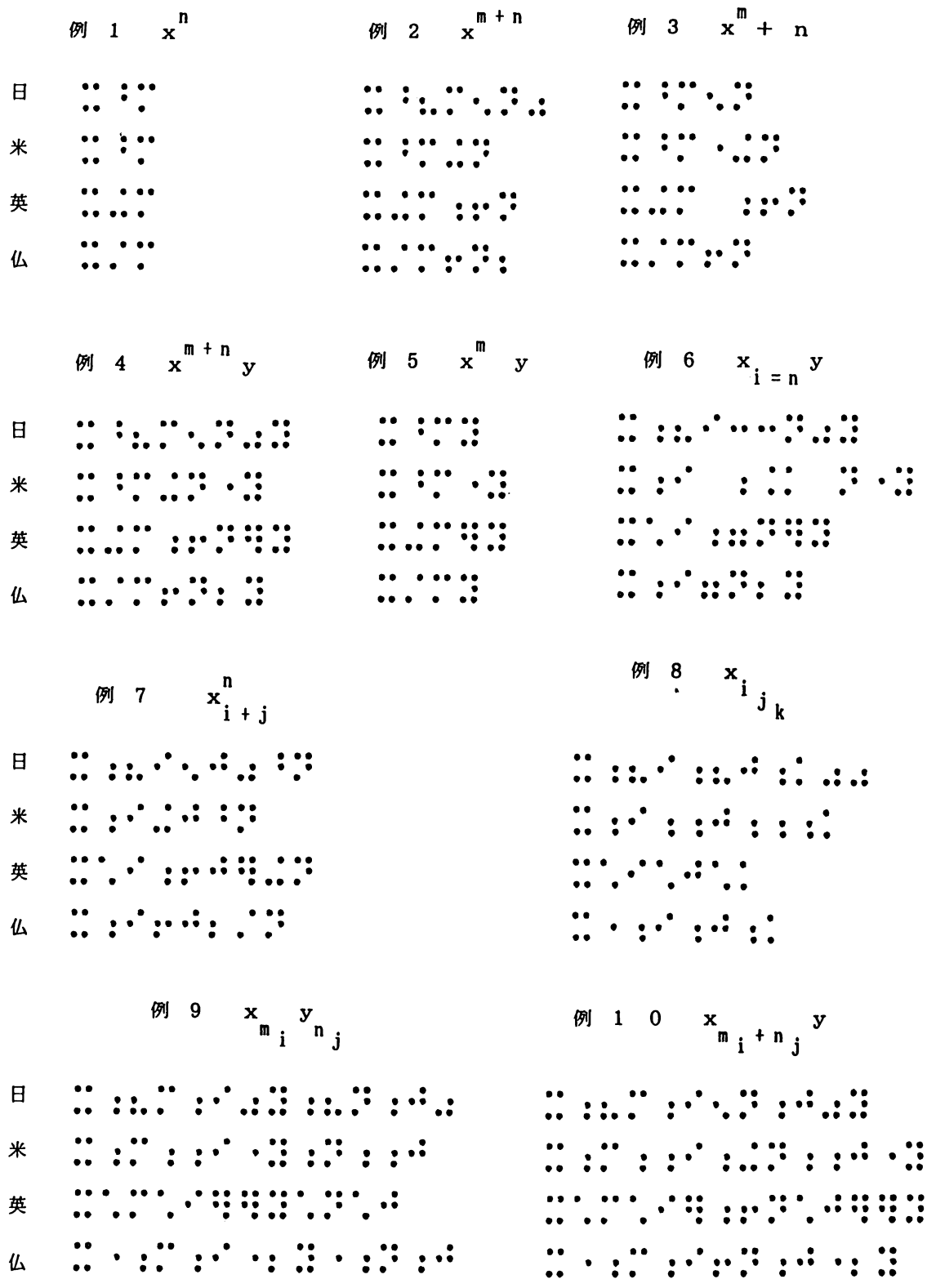


図 6 各国の添字表記

## 2. 右肩右下添字が同時に付く場合

例7.  $X_{i+j}^n$

【A2】【C2】【D2】標識記号を重ねる方式

⑤日本式では閉じ括弧、英国および仏国式では終結符によって右下添文字をリセットし、その後右肩添文字を書き“n”を書く。

{A注4} リセット記号としての閉じ括弧（英仏では終結符）と、右肩添文字と、標識記号を2重に重ねるのでマス数が余分に必要になる。

【B2】標識記号を重ねない方式

⑤米国式では、一般には“j”の後に基線符を書かずに右肩添文字と“n”を書く。

{B注2} 右肩、右下添字が同時に付く場合に、基線符を書くこともある。墨字の表記が(2)のように右肩添字が(1)に比べて右にずれている場合である。

(1)  $X_i^m$  , (2)  $X_i^m$

このように、右肩添文字により右下添文字をリセットする場合と基線符によりリセットする2通りの場合があり、基線符を書くか書かないかに関して曖昧である。

## 3. 重複添字が付く場合

基線上の文字に付く添字を第1レベル、添字に付く添字を第2レベルの添字といい、第2レベル以上の添字が付く場合を重複添字という。

例8.  $X_{ij_k}$

例9.  $X_{m_i} Y_{n_j}$

例10.  $X_{m_i+n_j} Y$

【A3】日本式の括弧による重複添字表記

⑥日本式では、添字に添字が付く場合は括弧でくくる。

3重複添字では括弧が2重に必要になる。例10

{A注5}

括弧は例4のように1重であれば分かり易いが例8のように2重3重になると分かりにくい。

【B3】米国式の添文字の重ね合わせ

⑥米国式では、添字の添字には添文字を2個、3重複添字には3個重ねて付ける。例8, 9, 10

{B注3} 添文字を何個も重ねるのは、読み書きが重い感じがするし、マス数が増える。

{B注4} 例10では、添字中の+記号に第1レベルにあることを示すため添文字を1個付けている。これにより2重の添文字はリセットされて新たに第1レベルが

設定され“+n”は第1レベルの添字になる。添文字が何個も出てくるので煩わしい感じがする。

{B注5} 添字の第2レベルから基線に戻る場合も基線符は1個である。1個の基線符で何重の添文字でもリセットされる。例9, 10

【C3】英国式の終結符の重複

⑥英国式では、どのレベルの添字にもそれぞれに添文字を1個だけつける。

{C注3} 例9に見られるように、“i”の後に終結符を1個書いてiの前置符をリセットし第2レベルから第1レベルに戻り、“j”の後に終結符を2個重ねてjの前置符と“m”の前置符をリセットし第2レベルから基線に戻る。1個の終結符は1個の添文字のみをリセットする。

例9, 10にみられるように終結符を2個も重ねるのは重すぎる感じがするしマス数が余分に必要である。

【D3】仏国式の意味重複添字

⑥仏国式では、最初の添文字に“意味重複添字”を前置してそれより後の添字が意味重複添字であることを示す。

意味重複添字付きの添文字をリセットするには意味重複添字の付いた終結符を用いる。

{D注3} 意味重複添字によって意味重複添字であることは認識されるが、どのレベルの意味重複添字であるかは判らない。例10についてみても、第2レベルの添字である“i”と第1レベルの“n”を同一レベルと誤認されるおそれがある。

## IV. おわりに

従来点訳は人手によって行われて来たが、効率、精度などの面から、近年コンピュータを用いた点訳の自動化が進められており、文科系の文書に関してはある程度実用の域に達している。しかし、数式を含む理工系の文書については自動化は全く進んでおらず、現在までに自動点訳を達成している国はない。

理工系文書の自動点訳が困難な理由はいくつかあるが、点字に関しては、数学点字記号体系、数式表記法の不備が最大の理由である。

本稿では数学の分野のほんの一部に過ぎない右肩、右下添字の表記に限って考察したが、どの国の体系にも問題があり検討されなければならない課題は多い。

視覚障害者の本格的な理工系高等教育の実現のために、数式を含む点字文書の需要の増大に対処し得るコンピュータによる自動点訳の達成のために、完成された数学点字記号体系の開発に向けて、なお、現行体系の問題点を一つ一つ明らかにしていくことが必要である。

#### 文献

- 1) 日本点字委員会 (1981) 点字数学記号解説.
- 2) 日本点字委員会 (1990) 日本点字表記法.
- 3) 斎藤玲子 (1990) 数式の点訳について, 数式の自動点訳システムについて, 数学専門書の点訳について, 筑波技術短期大学教育方法開発センター資料集, 91-94.
- 4) 斎藤玲子・吉田稔・佐藤泰正 (1991) 点字数学記号体系に関する研究 ー日米の比較ー. 筑波大学学校教育部紀要, 13, 27-60.