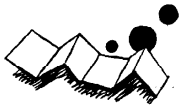


## 解説



## バーコードとその応用†

武田 勇†† 稲垣 雄史††† 池田 弘之†††

## 1. まえがき

情報化社会といわれる今日、社会のさまざまな場所で発生する大量のデータを正確かつ効率良くコンピュータ処理することが要求されている。最近の電子技術の急速な進歩によって、これら一連のデータ処理のうちデータ入力以外は、十分とはいえないまでも、ほぼ満足できる状態になってきている。しかしながらデータ入力に関しては、その形態が多様多様であり、また人間の社会活動と密接なつながりをもっていることもあって、今後解決すべき多くの問題を含んでいるというのが現状である。なかでも人間の視覚の代わりに、不必要な背景の中から必要とされるデータのみを正確かつ迅速に抽出し認識する作業の自動化は、特に困難なテーマである。このような状況のもとで、機械読取性に優れたバーコードシンボルが注目され、着実にその実用化への道を歩んでいる。

バーコードの適切な応用分野の一つとして、流通業界における POS (Point-of-sale) システムがあげられる。このシステムは、食品雑貨類の商品コード等の情報をバーコードで表現し、光学式自動読取装置を用いて、小売の店頭での商品単品ごとの販売情報を把握し、コンピュータ処理するものである。米国では1970年頃から値札上の商品コード、価格を棒状の白黒バーコードまたは白黒緑の三色カラーバーコードで符号化し、ハンドスキャナで読取る方式が開発され、非食品小売業を中心に部分的に実用化された。一方、米国の食品雑貨業界では、1972年グローサリー産業界用共通コード制定特別委員会に対し、図-1に示すような多くのバーコードシンボルが標準シンボル制定候補として提案された。その結果、1973年 IBM 社から提案

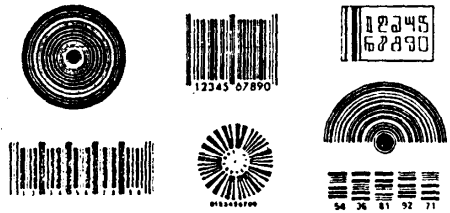


図-1 UPC シンボル候補

された Delta-Distance を基本とした UPC (Universal Product Code) シンボルが選定された。次いで1974年には、ヨーロッパにおいて UPC と互換性のある EAN (European Article Number) シンボルがバーコードシンボルとして決定された。わが国でも食品雑貨を主対象とする共通商品コード (JAN=Japanese Article Number) 用バーコードシンボルが1978年4月 JIS 化され、さらに、バーコードシンボルを利用する世界的組織である EAN への加盟が実現した。UPC, EAN, JAN は、同一のコード体系を有しており、バーコードによる世界共通の商品識別シンボルが実現した。

一方、物流面においても米国食品雑貨業界では、ダンボールなどの集合包装上につける DISTRIBUTION SYMBOL (物流シンボル) の印刷実験、読取り実験が進められており、わが国においても、現在研究中である。

## 2. バーコード

POS システム用世界共通コードとなった JAN, UPC, EAN のシンボルおよび CODABAR, DISTRIBUTION SYMBOL について、データ表現形式および技術的特徴を述べる。

## 2.1 データ表現形式

## 2.1.1 JAN, UPC, EAN シンボル

図-2に、JAN 標準シンボルの一例を示す。詳細に関しては文献<sup>1)-3)</sup>を参照していただくことにし、ここではその代表的な規格を述べる。

† Bar Code and Its Application by Isamu TAKEDA (Engineering Department, Terminal Division, Computer Systems, FUJITSU LIMITED), Takefumi INAGAKI and Hiroyuki IKEDA (Components Laboratory, FUJITSU LABORATORIES LTD.).

†† 富士通(株)端末機技術部

††† (株)富士通研究所部品研究部第一研究室



図-2 JAN 標準シンボル例

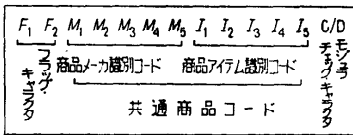


図-3 JAN 商品コード体系

表-1 JAN, UPC, EAN の国別フラッグ

フラッグ	国名	フラッグ	国名
00-09	アメリカ・カナダ	70	ノルウェー
30-37	フランス	73	スウェーデン
40-43	西ドイツ	76	スイス
49	日本	80-83	イタリア
50	イギリス	84	スペイン
54	ベルギー・ルクセンブルグ	87	オランダ
57	デンマーク	90-91	オーストリア
64	フィンランド		

JAN, UPC, EAN の標準バージョンは 13 桁の数字をバーコードで表現している。図-3 に示すように、最初の 2 桁  $F_1, F_2$  は国区分を示すコード（フラッグコード）で、商品の輸出入に際しても共通に処理できるように配慮されている。表-1 に、現在までに決定されているフラッグとその国名を示す。フラッグコードに続く 10 桁が共通商品コードであり、そのうちの  $M_1 \sim M_5$  の 5 桁の商品メーカー識別コードは、わが国の場合、財団法人流通システム開発センターの特別事業部門である流通コードセンターによって管理される。次の商品アイテム識別コード ( $I_1 \sim I_6$ ) は、商品メーカーが一定の基準で設定する自主管理コードである。最後の 1 桁 C/D はチェック・キャラクタである。これは、共通商品コード・シンボルの読取精度確保のため、モジュラス 10 とよばれる計算方法<sup>1)</sup>によって計算された値を使用する。

次に、共通商品コードをそれぞれに対応するバーコード・シンボルで表わす方法について説明する。このシンボルでは、黒バー、白バー、マージンを構成するための基本単位をモジュールとよんでいる。図-4 に

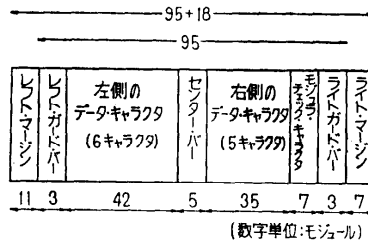


図-4 JAN, UPC, EAN 標準バージョンのモジュール構成

表-2 JAN, UPC, EAN コードキャラクタおよびパターンのモジュール構成

10進数	左側のデータキャラクタ		右側のデータキャラクタおよびモジュール・チェック・キャラクタ
	奇数パリティ	偶数パリティ	
0	0001101	0100111	1110010
1	0011001	0110011	1100110
2	0010011	0011011	1101100
3	0111101	0100001	1000010
4	0100011	0011101	1011100
5	0110001	0111001	1001110
6	0101111	0000101	1010000
7	0111011	0010001	1000100
8	0110111	0001001	1001000
9	0001011	0010111	1110100

パターン	モジュール構成
レフト・マージン	0000000
レフト・ガード・バー	101
センター・バー	01010
ライト・ガード・バー	101
ライト・マージン	0000000

示すように標準バージョンでは、11 モジュールのレフト・マージン、95 モジュールのバーコード、そして 7 モジュールのライト・マージンで構成されている。キャラクタおよびマージン、ガードバー、センターバーのモジュール構成を表-2 に示す。ここでは黒のモジュールを“1”、白のモジュールを“0”とし、共に等長モジュールとなっている。図-5 にも示すよ

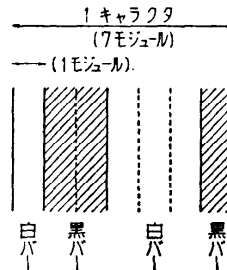


図-5 JAN, UPC, EAN のキャラクタ構成

うに各キャラクタは、黒バー2本、白バー2本、合計7モジュールで構成されている。また、黒バー、白バーの幅は、1, 2, 3, 4モジュールのいずれかで、黒バーのモジュール数の合計が奇数の場合に奇数パリティ、偶数の場合に偶数パリティと定義する。センターバーの右側のデータ・ブロックはすべて偶数パリティ・コードを用いるが、左側のデータ・ブロックは、奇数パリティのみ、あるいは奇数パリティと偶数パリティの組合わせを用いる。この組合わせによって、表-3に示すようにフラッグ・キャラクタ (F<sub>i</sub>) が表現される。わが国のフラッグは 49 (F<sub>1</sub>=4) であるから、左側のデータ・ブロックのパリティ構成は、OEOOEE (O: 奇数パリティ, E: 偶数パリティ) となる。

2.1.2 CODABAR

わが国の JAN シンボル選定にあたって、最終的な標準シンボル候補二案のうちに残った NW-7<sup>4)</sup> は、Monark Marking Systems のバーコードである CODABAR (商標) を基本としている。図-6 に示すように、黒バーおよび白バーの幅の狭い (Narrow), 広い (Wide) で情報が表現され、1キャラクタが7ビットで構成されていることから、NW-7 とよばれている。キャラクタ構成は、表-4 および図-7 に示すように数字、記号を含み、各々7ビットである。ただし、JANコードが、ビット“1”に対して単位モジュールの黒バー、ビット“0”に対して単位モジュールの白バーを割り当てているのと異なり、黒バー、白バーを交互に配置し、ビット“1”に対して広い幅、ビット“0”に対して狭い幅を割り当てている。このシンボルの特徴は、

表-3 フラッグキャラクタ (F<sub>i</sub>) の表現方法

フラッグ・キャラクタ	左側のデータ・キャラクタの組合せ
0	O O O O O O
1	O O E O E E
2	O O E E O E
3	O O E E E O
4	O E O O E E
5	O E E O O E
6	O E E E O O
7	O E O E E O
8	O E O E E O
9	O E E O E O

O: 奇数パリティ E: 偶数パリティ



図-6 CODABAR シンボル例

表-4 CODABAR コード構成

数字・記号	コード	文字・記号	コード
0	000011	:	1000101
1	000110	/	1010001
2	0001001	.	1010100
3	1100000	+	0010101
4	0010010	a	0011010
5	1000010	b	0101001
6	0100001	c	0001011
7	0100100	d	0001110
8	0110000	t	0011010
9	1001000	n	0101001
-	0001100	★	0001011
S	0011000	e	0001110

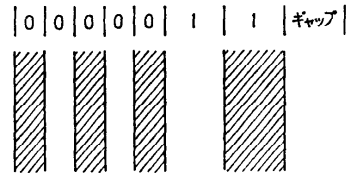


図-7 CODABAR のキャラクタ構成

- (1) 文字、記号を表現するバーコード間のギャップ幅が規定されないため、各キャラクタが完全に独立しており、シンボルの印刷が容易。
- (2) 0-9 までの数字の他に、記号が使用できる。
- (3) 桁数が可変で、最大 20 桁まで使用できる。
- (4) ハンドリーダによる読取りを前提とする。

ことである。

後述するように共通商品コード用バーコードシンボルは、商品製造段階での印刷 (ソースマーキング) と定置式スキャナになる万能方向読取りを前提としている。つまりシンボルの記録密度向上への要求が強い。この面で CODABAR と比較して等長モジュールで構成されている JAN, UPC, EAN シンボルが有利である。

2.1.3 DISTRIBUTION SYMBOL (物流シンボル)

図-8 に示した DISTRIBUTION SYMBOL (商標) は、POS システム用商品識別シンボルの開発と普及に成功した米国食品雑貨業界が物流用に提案し、技術開発と普及に努めているものである<sup>5)</sup>。このコード体系は、図-9 に示すように6桁のメーカーコード、5



図-8 DISTRIBUTION SYMBOL 例

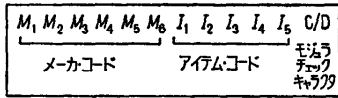


図-9 DISTRIBUTION SYMBOL コード体系

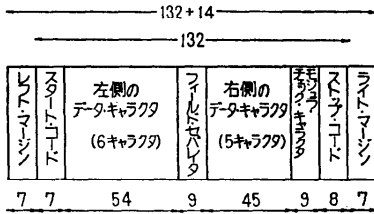


図-10 DISTRIBUTION SYMBOL のモジュール構成

表-5 DISTRIBUTION コード構成

数字・パターン	コード
0	1 0 0 0 1 1 0 1 0
1	1 0 0 1 1 0 0 1 0
2	1 0 0 1 0 0 1 1 0
3	1 0 1 1 1 1 0 1 0
4	1 0 1 0 0 0 1 1 0
5	1 0 1 1 0 0 0 1 0
6	1 0 1 0 1 1 1 1 0
7	1 0 1 1 1 0 1 1 0
8	1 0 1 1 0 1 1 1 0
9	1 0 0 0 1 0 1 1 0
レフト・マージン	0 0 0 0 0 0 0
スタート・コード	1 0 1 1 0 1 0
フィールド・セパレータ	1 0 0 1 1 0 1 1 0
ストップ・コード	1 0 1 1 1 0 1
ライト・マージン	0 0 0 0 0 0 0

桁のアイテム・コードおよび1桁のモジュラ・チェック・キャラクタによって構成されている。全体のモジュール構成は、図-10に示すように132モジュールのバーコードと14モジュールのマージンとからなっている。表-5より明らかなように各キャラクタは、JAN等の奇数パリティ・キャラクタ・コードの前後に“1”“0”を付加したコードとなっている。

2.2 技術的特徴

これまで、いくつかの代表的なバーコードのデータ表現形式について述べてきた。そこで、次にバーコードの技術的特徴についてOCR (Optical Character Recognition) 方式と比較し、さらに、POS用バーコードを例にとって、機械読取性向上のために規定されたいくつかの項目について触れてみたい。

2.2.1 一般的特徴

OCR方式の最大の特徴は、人間と機械が同一の表現形式を認識できることにある。これに対してバーコ

ードは、人間が直接目で読取ることが困難なため、通常バーコードに対応する数字あるいは文字が併記されている。しかしながらバーコードは、

(1) 読取りの際のバーコード・シンボルと読取装置の位置関係の自由度が、OCRの場合と比較して格段に大きい。この特徴は、特にスーパーマーケットのチェックアウトにおけるように、オペレータが迅速かつ容易に商品コードをコンピュータに入力しなければならないような場合に特に有効となる。

(2) 読取りの正確性の点からみると、OCRが通常チェック・キャラクタのみで正誤を確認しているのに対してバーコードの場合には、チェック・キャラクタの他にバーコード・キャラクタ自体でも、何種類かのチェックが実行できるため誤読率が極めて低い。

(3) バーコードは通常、一次元方向にのみ情報が表現されており、バー方向には同一の情報が連続的に存在していると考えられる。このためにバーコードシンボルの印刷に部分的欠陥があったとしても、他の正常な部分から正確な情報を入力することができる。

(4) バーコード自体が、機械読取りを前提として設計されているため読取装置の低価格化が可能となる、などの利点がある。

2.2.2 JAN用バーコードの特徴

JANなどのPOS用バーコードシンボルは、その印刷および読取方式を含めた総合システムを考慮して設計されている。このシンボルは、ラベルの万能方向性(Omni-directional)読取りを前提としている。図-2に示したようにJANなどのシンボルでは、フラッグF<sub>1</sub>を除く12桁のコードがセンターバーによって左右6桁ずつに分けられている。図-11に示すようにそれぞれのブロックは長方形であるから、互いに直交する2本の読取走査光によって、万能方向読取りが実現できる。また、これらのシンボルは、縦横比を変えずにシンボルの基本寸法(1モジュール幅0.33mm、高さ約23mm)の0.8倍から2倍までの拡大、縮小が

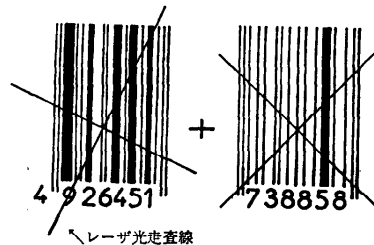


図-11 JANシンボルとレーザ光走査線の位置関係

許されている。各シンボル倍率によって許容される印刷寸法誤差が規定されており、例えば低い印刷精度しか得られない印刷方式であっても、シンボルの拡大率を増すことによって採用できるよう配慮されている。また、バーコードシンボルが曲面上に形成されることがある。この場合、読取走査光の走査速度が一定であったとしても入力されたバー幅は、同一シンボル内で伸縮する。しかしながら各部分における基本モジュール長が常に算出できるため、容易に読取りができる。以上述べたようにバーコードの特徴を十分に生かすことにより、OCRでは得られない優れた読取り操作性をもつデータ入力の実現できる。

### 2.3 現存するバーコード

これまで述べてきたバーコード以外にも、数多くのバーコードおよびシンボルが考案され、実用化されている。これらの詳細については文献6)に詳しく述べられているので、ここでは紙面の都合で名称のみ、表-6に列挙する。

## 3. バーコードの応用と読取方式

前章では各種バーコードのデータ表現形式および技術的特徴について述べた。ここでは、これらのバーコードを実用化する場合のシンボル印刷方式および読取方式について説明する。

### 3.1 POS への応用

POS システムの場合、印刷精度が高いバーコードシンボルを経済的に効率良く商品につけることは重要である。そこで、このシステムでは図-12の写真のように、JANなどのバーコードシンボルを商品メーカ



図-12 JAN シンボルのソースマーキング例

または発売元で商品にあらかじめ印刷するソースマーキングを前提としており、補助的にバーコードプリンタで印刷されたラベルを商品にはインストアマーキングが採用されている。現在、米国においては、スーパーマーケットで販売されている商品の90%以上にソースマーキングがなされているとの報告<sup>9)</sup>があり、わが国においても1978年10月よりソースマーキングがスタートし、近い将来の本格的普及が見込まれている。

一方、バーコードシンボル読取装置の性能はPOSシステム全体の性能に大きく影響する。初期の段階では、もっぱら人間が、ペンの先に投受光機能を備えたハンドスキャナを持ち、バーコードシンボル上を移動させて読取りを行っていたが、迅速な読取りを行うには適していない。そこで、このハンドスキャナの欠点を解決する方式として定置式スキャナが開発された。これは、オペレータがバーコードシンボルのついた商品を手に持って、固定された読取窓の上を通すことによって自動的に読取るものである。定置式スキャナには工業用テレビカメラを利用<sup>7)</sup>するものと、レーザ走査を利用<sup>8)</sup>するものが実用化されている。現在、米国では、レーザ走査方式が主流で数千台の読取装置が稼働しているといわれている。この方式の特徴は、レーザ光の優れた単色性のためにビームを細く長く収束でき、シンボルの読取り深度が大きくとれること、応答の速い光電変換素子の使用で高速読取りができることである。現在開発されている装置では、商品の最大移動速度として2.5 m/secが得られている<sup>9),10)</sup>。

読取りの際のオペレータの商品移動速度は、通常1 m/sec以下である。したがって、このレーザスキャナ

表-6 現存するバーコード例

Automatic Car Identification, ACI
Binary Code
Binary Coded Decimal
Code 39
Two-out-of-Five Bar Code
Ten-Segment Decimal Code
Wagon Wheel or Sunburst Code
Double Track Symbol Code
U. S. Postal Service Bullseye Code
Telxon Code
Medical Record Control Code
A Short Recapitulation
Modified Binary Coded Decimal
Interleaved Two-out-of-Five Code
Digital Code
Frequency Code
Octal Coded Decimal
Code II
Pulse-Width Modulation Code
Certain Miscellaneous Codes

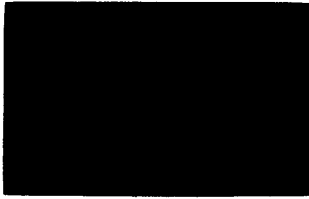


図-13 レーザスキャナに使用される走査パターン例

を用いれば、1回の読取り動作で数回のバーコードデータが入力され、バーコードシボルの部分的欠陥に影響されずに高い読取率が得られる。これまでのレーザスキャナでは、振動鏡や回転多面鏡を複雑に組み合わせて、バーコードシボルの万能方向性読取りを行うために必要な複数本の直交するレーザ走査線を生じさせていた<sup>8)</sup>。しかしながら、その後レーザ光走査にホログラムスキャナを採用して光学系の構造を大幅に簡素化するなど、読取り装置に関する技術は急速に進歩している<sup>11)-14)</sup>。

レーザスキャナは、読取窓より図-13に示すようなパターン<sup>10)</sup>のレーザ光を出射しているが、米国を例にとると、そのレーザ光強度がレーザ安全基準<sup>15)</sup>で厳しく管理されており、人間の眼に対する安全性には十分な対策がとられている。図-14に米国のスーパーマーケットにおけるレーザスキャナの稼働風景を示す。

### 3.2 物流システムへの応用

わが国において、バーコードはPOS用としてよりは、むしろ流通センター、倉庫などでの物流用としての使用実績が多い。実用化例については文献16)に詳細に述べられているが、そこで使用されているバーコードシボルは多種多様である。POSシステム同様、

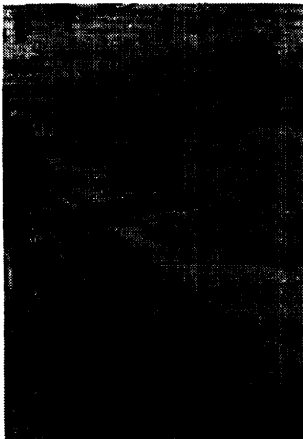


図-14 スーパーマーケットのレーザスキャナ稼働風景

物流システムの場合も、システムの普及のためにはシボルの統一化が重要であり、現在物流コードシボルの開発に関する調査研究が通産省等により進められている。

バーコードシボルの印刷は、シボルの統一化が実現されていないため現状では、バーコードプリンタが採用されている。物流の場合、一般に大きな包装体にバーコードシボルがつけられており、必ずしも万能方向性読取りの必要はない。したがって図-8に示したようにシボルの高さも低いものでよい場合が多い。読取りにはハンドスキャナ、工業用テレビカメラも使われているが、レーザ走査方式が一般化してきている。

### 3.3 その他への応用

バーコードは、POS、物流以外にも身分証明カード、会員カード、血液銀行、図書館など多方面での応用がみられる。

## 4. むすび

バーコードによる情報入力方式は、現在のOCR方式にない特徴を有効に生かして実用化が進められている。今後の普及のためには、これまで個別のシステムごとに採用されてきた多くのバーコードシボルを、同一分野において標準化する必要がある。現在のPOSシステムに続いて、物流システムにおけるバーコードシボルの標準化が当面の課題であろう。

謝辞 本解説を執筆するにあたり、適切な御助言をいただいた財団法人流通システム開発センター、流通コードセンターに深謝する。

## 参 考 文 献

- 1) 共通商品コード用バーコードシボル (JIS B 9550-1978), 日本工業標準調査会審議, 日本規格協会発行 (1978).
- 2) 特集POSシステム, 通産省公報(第2部) (1978).
- 3) 商品コード・シボルマーク等の標準化について—POSシステム普及・促進を中心に通産省産業政策局商政課 (1978).
- 4) POS 識別標準化委員会報告書 (入力シボル標準化について), 社団法人日本事務機械工業会発行, pp. 86-92 (1976).
- 5) Specification Manual for the Distribution Symbol, Distribution Codes, Inc. (1976).
- 6) Sobczak, T. V.: Machine-Readable Marking Codes, Computer and People, pp. 12-23 (Feb. 1978).
- 7) 高橋広光, 菊川 毅, 細野孝雄: 三菱POSシス

- テム, Vol. 50, No. 5, pp. 261-266 (1976).
- 8) Ulmer, E. A., Jr.: Automatic Data Capture for Point-of-Sale Systems, IEEE International Convention, pp. 1-5 (1974).
  - 9) Al Hildebrand: Reading the Supermarket Code, Laser Focus, pp. 10-18 (September 1974).
  - 10) Ikeda, H., Ando, M. and Inagaki, T.: Design of Advanced Laser Scan Mode Employed in Point-of-Sale Fixed Scanner, Trans. IECE Japan, E60, pp. 405-406 (1977).
  - 11) Ikeda, H., Ando, M. and Inagaki, T.: Bar Code Reader Using Optically Generated Holograms JJAP, Vol. 15, No. 12, pp. 2467-2468 (1976).
  - 12) Chang, B. J., Fienup, J. R. and Upatnieks, J.: Holographic Scanners for UPC Symbols, CLEOS p. 6 (1978).
  - 13) Ikeda, H., Ando, M. and Inagaki, T.: Bar Code Reader with Hologram Scanner, CLEOS pp. 6-8 (1978).
  - 14) Braunecker, B. and Pole, R. V.: Pattern optimization Efforts for UPC Supermarket Scanners, CLEOS pp. 8-9 (1978).
  - 15) American National Standard for the Safe Use of Lasers, ANSI Z136.1-1976 (1976).
  - 16) 物流用統一取引コードとシンボル——物流効率化のための標準化研究——流通システム開発センター発行 (1978).

(昭和53年11月6日受付)

---