

データキャリアの歴史および 1次元シンボル

1 次元シンボル

1章 バーコードとは

1-1 バーコードの定義

バーコードシンボルの定義について、古い日本工業規格（JIS X0500）では、「光学的反射率の高い部分と低い部分との組み合わせで情報を表示し、機械読取り可能とした情報担体の総称。1次元シンボル及び2次元シンボルが含まれる。」と定義されている。新しいJIS（JIS X0500-2：ISO/IEC 19762-2）でのバーコードシンボルの定義は、マトリクス型の2次元シンボルを含まない形で規定されている。バーコードについては、従来からAIM Inc.（国際自動認識工業会）が牽引車の役割を果たしてきた。バーコード関係の規格は、AIMの工業会規格として長く運用されてきたが、1996年にISO/IEC JTC1 SC31が設立され、以後、AIM規格をベースにISO規格が作成されるようになり、これで名実ともにバーコードの規格が国際規格になった。ISO規格化の過程で用語の全面的見直しを実施され、従来から慣用的に使用してきた言葉と異なる用語が多く標準化された。

1-2 1次元シンボル

1次元シンボルは、過去数十種類発表されたが、現在、ISO国際標準になっているのは、図1-1に示すインターリーブド2オブ5、コード39、EAN/UPC、コード128、GS1データバーの5種類である。コードバーについては、ISOの委員会で議論されたが、北米と欧州で使用されている規格の仕様が統一できなかったことから、ISO国際標準にすることを断念した。コードバーは日本でも使用され、JIS化されているため、ここでも取り上げる。1次元シンボルのJIS（JIS X0500-2）での定義は、「長方形のバーとスペースの配列で情報を表示し、バー及びスペースに対し垂直方向に走査することによって機械読取り可能なバーコードシンボル。シンボルキャラクタ、クワイエットゾーン及びキャラクタ間ギャップによって構成する。」と定義されている。



図1-1 1次元シンボルの例

1次元シンボルは基本的に図1-2に示すように、バーコードキャラクタで構成される部分と、左右のクワイエットゾーンとで構成される。クワイエットゾーンは過去にマージンと呼ばれたが、バーコードシンボルを構成する重要な要素である。規定のクワイエットゾーンがない場合は、読取りに支障がある場合があり、単なる余白ではないことを理解する必要がある。



図 1-2 1次元シンボルの構成

1次元シンボルは、図 1-3 に示すように、まずバーコードキャラクタを構成するエレメントの幅の種類により大きく2つに分類される。2値幅シンボル体系は、エレメント（1本のバーまたはスペース）幅の種類が太いものと細いものの2種類で構成されるシンボル体系である。 (n, k) シンボル体系は、エレメント幅の種類が3種類以上で構成されるシンボル体系で、現在は4種類の幅を持つシンボルが規格化されている。 (n, k) シンボル体系の記号 n はデータキャラクタを構成するモジュール数を、記号 k はエレメント幅の種類を表わしている。EAN/UPC は $n=7, k=4$ で、コード128 は $n=11, k=4$ となっている。2値幅シンボル体系は、比較的読取りが容易であり、 (n, k) シンボル体系は、シンボルの長さが短くなるという特徴がある。

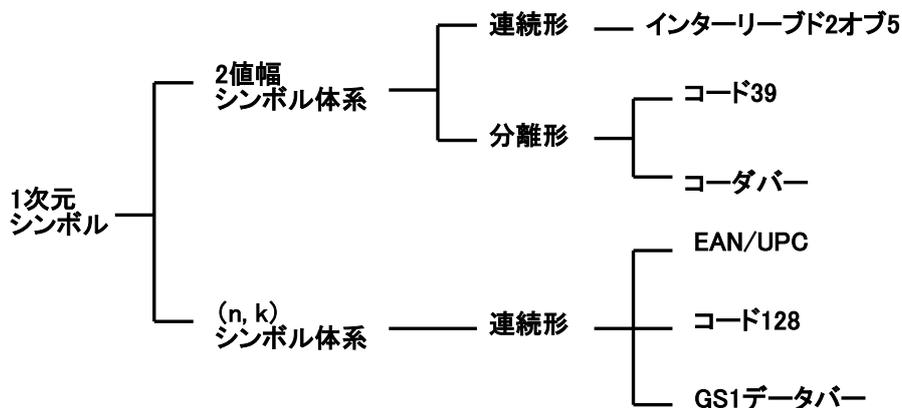


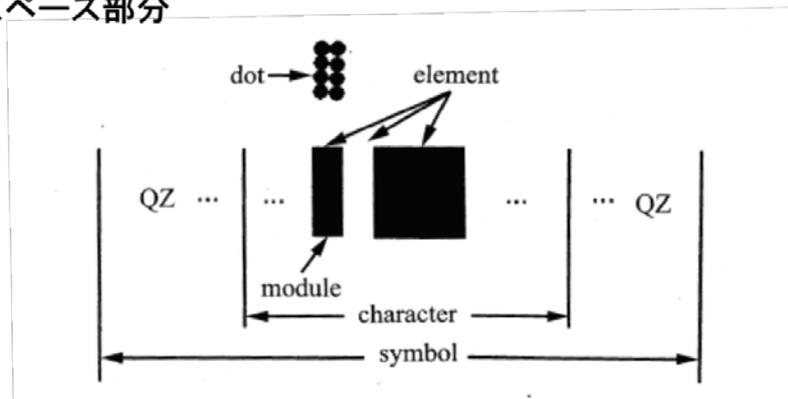
図 1-3 1次元シンボルの分類

次に1次元シンボルは、連続形か分離形かに分類することができる。分離形は1つのバーコードキャラクタと次のバーコードキャラクタとの間をキャラクタ間ギャップ（スペース）で区切り、1つ1つのバーコードキャラクタが分離しているシンボル体系で、区切りのないシンボル体系を連続形と呼ぶ。分離形はバーコードキャラクタをフォントとして管理できるため印刷が容易で、連続形はキャラクタ間ギャップがない分だけシンボル全体が短くなるという特徴がある。2値幅シンボル体系は、データキャラクタを表わす太エレメントの総数とエレメントの総数とで表現する方法もある。インターリーブド2オブ5は、2オブ5（2本の太エレメントを含む5本のエレメントで表わす。）、コード39は3オブ9、コーダバーは2オブ7シンボルとも言える。

また、1次元シンボルは表現できるキャラクタの種類によっても分類することができる。基本的に数字を表わす1次元シンボルは、インターリーブド2オブ5、コーダバー、EAN/UPC、GS1データバーの4種類で、主に流通分野で使用されている。産業界では英文字を使用することも多く、英数字を表わすことができるコード39及びコード128は産業界で比較的良好に使われている。

参考：用語

- ドット(dot)：プリンタが表現できる最小単位
- モジュール(module)：ドットの集合体
- エレメント(element)：モジュールの集合体
バー(bar)およびスペース(space)がある。
1エレメントが1モジュールから9モジュールまでである。
- キャラクタ(character)：エレメントの集合体
スタート、データ、ストップキャラクタがある。
- キャラクタ間ギャップ(ICG：Inter Character Gap)：分離型シンボルで
キャラクタとキャラクタとの間のスペース
- クワイエットゾーン(QZ：Quiet Zone)：キャラクタ集合の左右のある
スペース部分



1-3 2次元シンボル

2次元シンボルは過去、15種類ほど発表されたが、現在 ISO 国際標準になっているのは図 1-4 に示す、PDF417、マイクロ PDF-417、データマトリックス、マキシコード、QRコード、GS1 合成シンボルとアズテックコードの7種類である。



図 1-4 2次元シンボル例

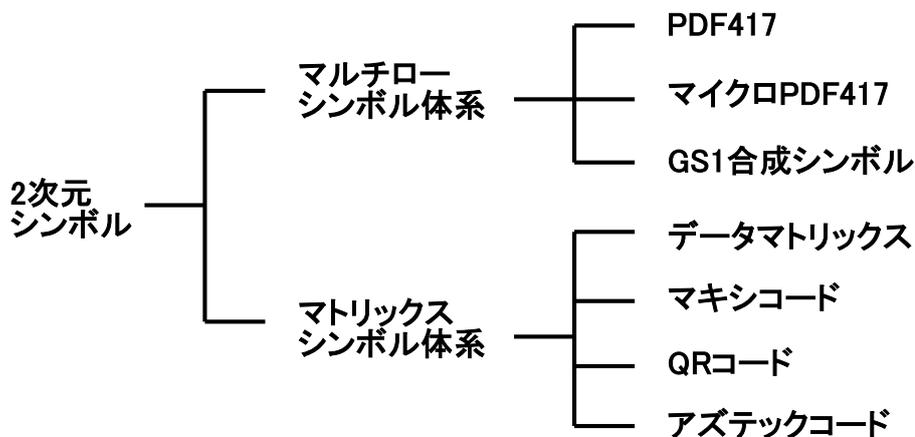


図 1-5 2次元シンボルの分類

JIS (JIS X0500-2) での 2次元シンボルの定義は、「バーコードシンボルの情報を読むためにバーコードシンボルに対し、水平及び垂直の両方向を走査することによって機械読取り可能なバーコードシンボル。」となっている。2次元シンボルは基本的に図 1-5 に示すように、1次元シンボルを積み重ねたようなマルチローシンボル体系と、碁盤の上に石を並べたようなマトリックスシンボル体系がある。マルチローシンボル体系は、一般的に外形は長方形で、左右のクワイエットゾーンとスタートキャラクタ、符号化領域、ストップキャラクタで構成される。マトリックスシンボル体系は一般的に外形が正方形でシンボルを容易に見いだすための位置検出パターン、ひずみを検出する位置合わせパターン、符号化領域で構成される。2次元シンボルは1次元シンボルに比べ、約15年後の1980年代から開発された。

1次元シンボルで表わされる情報は、英数字で20桁くらいが限度と考えられるが、1980年代になって、同じ面積でもっと多くの情報を表現したいという市場のニーズにより、2次元シンボルが考案された。これは見方を変えれば、同じ桁数ならばもっと小さい面積で表現することができ

ることになる。2次元シンボルの特徴は、1次元シンボルに比べ10倍から100倍の情報量と情報密度を持っていること、1次元シンボルがフルアスキーまでの情報表現しかできなかったことに対し、2次元シンボルではフルアスキーはもとより、仮名や漢字も表現できるようになったことである。しかし、情報量が多くなることによって新たな問題が発生した。それは、2次元シンボルが読めなかった場合のリカバリー手段である。1次元シンボルは読めなかった場合のために、シンボルの下部に人が読み取れる英数字が印字されている。したがって、1次元シンボルが読めなかった場合は、バーコードシンボル下部の英数字を人がキーボードからコンピュータにデータ入力する。ところが、2次元シンボルの場合、例えば300桁の情報をシンボル下部に印字することは相当困難であり、人がキーインすることも難しいと思われる。シンボル下部に印字すればその面積により2次元シンボルの特長が失われる。そこで考えられたのが誤り訂正機能である。ISOの国際標準になっている2次元シンボルは、すべて米国のNASAで用いられているリードソロモンという誤り訂正機能を持ち、最大で約30%の情報が欠損しても情報を復元することができる。この機能によりユーザは安心して2次元シンボルを使用することができるようになった。

1-4 海外でのバーコードの夜明け

バーコードは、現在コンピュータをはじめとする各種情報機器への自動入力手段として使用されているが、もともと、コンピュータの普及に対応して、情報入手手段の改善を求めるニーズにより開発された。バーコードはほとんどが米国で開発され、米国の流通業界で先進的に使用されたのが始まりである。

米国流通業界におけるバーコードの歴史は、POS(Point of Sales: 販売時点情報管理システム)の歴史ともいえる。1950年代に買物の精算段階での、省力化、正確性向上などの目的で、自動読取り技術の研究が行われ、磁気値札が開発された。1960年代後半になると、PLU(Price Look Up)という商品の価格をあらかじめコンピュータに登録し、商品の値札には価格情報を入れず、商品番号を入れるという考え方が提案された。これにより、商品のディスカウントなどの価格変更が、商品の値札を変更せずにコンピュータのデータのみを変更するだけで、容易に対応可能となった。

1970年、米国のスーパーマーケット協会、グロサリー小売業協会などの7団体が、共通商品コードの研究を始めた。共通商品コードの研究は、主にコード体系とシンボルの仕様とを検討した。コード体系については、全体を10桁で構成し、最初の5桁が製造業者の企業コード、後半の5桁が商品アイテムコード(製造業者が定める)というものであった。

シンボル仕様については、1971年に前述の特別委員会の下にシンボル標準化小委員会を設立し、検討した。時期を同じくして、1972年に当時米国最大手スーパーであるクローガー社と、機器メーカーであるRCA社が協同でPOSを開発し、実験に成功した。この時使用されたシンボルは円形状のシンボルで、読取りにはレーザースキャナを使用した。このような状況の中、シンボル標準化小委員会がPOS用に使用するシンボルを公募した結果、機器メーカー8社からの応募があった。シンボル標準化小委員会は各社から提案されたシンボルに対し、読取り率、印刷コストなどを総合的に評価し、IBM社から提案のあったシンボルを一部修正し、1973年にUPC(Universal Product Code)として認定し標準化した。

米国のUPCは、欧州各国に影響を与え、1974年、国際チェーンストア協会の発議によって、フランスのパリで国際的コード管理機関の設立に関する会議が開催された。この会議でEAN(European Article Number)特別委員会の設立が決定され、1977年、正式にEAN協会が発足し、UPCと互換性をもたせたEANシンボルが制定された。UPCとEANの違いは、EANシンボルが欧州各国の国を識別するコードを加味し、UPCの12桁に対し13桁とした点である。このEANシンボルは広く普及し、2003年には100を超える国と地域で利用されるまでになった。

産業界においては、1977年、米国国防総省がLOGMARSというプロジェクトを発足させ、バーコードの研究を開始したのが本格的な幕開けである。それ以前にもいろいろな検討はされたが、普及には到らなかった。産業界では、商品アイテムコード、いわゆる製品(部品)品番が流通業界より長く、一部には製品品番に英字を含んでいることが大きな特徴である。当時、英字を表わすシンボルは、1974年にインターメック社が発表したコード39のみであり、コード39が産業界の標準シンボルとして選択されたのは、当然の帰結である。1980年に米国国防総省は、標準シンボルとしてコード39を採択し、1981年にLOGMARSプロジェクトの最終報告書をまとめた。米国国防総省の研究を受け、1981年、米国自動車業界のビッグ3である、ゼネラルモーターズ、フォード、クライスラーの3社が、標準化機関AIAG(Automotive Industry Action Group)を設立し、標準化に着手した。同様にEIA(Electronic Industries Alliance)も標準化を開始し、AIAGが1984年に、EIAが1987年にバーコードを使用した物流ラベルを標準化した。以後、産業界では、

1972年に発足した AIM (Automatic Identification Manufacturers) と、AIAG、EIA が牽引車になり、バーコード化が進展した。

表 1-1 海外バーコードの歴史

年	内 容
1924	EIA の前身である無線産業会 (Radio Manufacturing Association) が設立。
1949	米国 N. J. Woodland 氏らが円形コードの特許出願 (US 2, 612, 994)。
1968	米国 Identicon 社がコード 2 オブ 5 を発表。
1970	米国スーパーマーケットなど 7 団体がユニバーサルプロダクトコード (Universal Product Code - UPC) に関する特別委員会を設立。
1971	米国 IBM 社が Delta Distance コードを発表し、特許出願 (US 3, 723, 710)。 英国 Plessey 社が Plessey コードを発表。欧州諸国の図書館で採用される。 UPC 特別委員会の下に、シンボル標準化委員会が設立される。
1972	UCC (Uniform Code Council) が設立。 AIM (Automatic Identification Manufacturers) が設立。 米国 Monark Marking 社がコーダバーを発表し、特許出願 (US 3, 784, 792)。 米国 Intermec 社がインターリーブド 2 オブ 5 を発表。
1973	UPC 標準化委員会が Delta Distance コードを基礎とした UPC を標準化。
1974	米国 Intermec 社がコード 39 を発表。 欧州 EAN の特別委員会設立。
1977	欧州 EAN 協会設立。 欧州 EAN 協会が UPC を基礎とした EAN シンボルを採択。 米国防総省がバーコードの研究 (LOGMARS プロジェクト) を開始。
1978	米国 UCC (Uniform Code Council) が UPC-D を採択。
1980	米国防総省がコード 39 を標準コードに認定。
1981	米国防総省が LOGMARS 最終報告書発刊。 米国 AIAG (Automotive Industry Action Group) が設立。
1984	米国 AIAG がコード 39 を使用した物流ラベルを標準化。
1987	米国 EIA (Electronic Industries Alliance) がコード 39 を使用した物流ラベルを標準化。

1-5 国内でのバーコードの夜明け

国内のバーコードも米国と同様に POS への自動入力手段として研究が開始された。1974年、通商産業省 (現 経済産業省) のプロジェクトとして、(社) 日本事務機械工業会に POS 識別標準化研究会が設立され、バーコードの標準化研究に着手した。1976年、研究会の成果として、EAN シンボルとコーダバー (当時は NW-7) の 2 種類のシンボルを標準化案として発表した。この成果を受けて、同年、JIS 原案作成委員会が (財) 流通システム開発センター内に設立され、2 年後の 1978年、JAN (EAN) シンボルを JIS B9551 (現在は JIS X0501) 「共通商品コード用シンボル」として制定した。さらに同年、EAN より国コード 49 を取得し、1977年、(財) 流通システム開発センター内に設置されたコード管理機関である流通コードセンターとあいまって、日本のバーコード時代がスタートした。

1980年に、コンビニエンスストア「セブンイレブン」、流通システム開発センター、テック (現 東芝テック)、デンソー (現 デンソーウェーブ) の 4 団体で、日本での本格的 POS システムの検討が開始された。1982年にセブンイレブンが実運用を開始し、1984年には全店に展開された。セブンイレブンが JAN シンボルを採用したことにより、商品のソースマーキング率が飛躍的に増大し、日本での普及期を向えた。

国内の産業界では、トヨタ自動車は早くから検討を行なった。トヨタ自動車は、ジャストインタイムで世界的に有名な「かんぱん」システムに、1960年頃から手書き「かんぱん」の使用を開始し、1970年頃から納入/受領用カードに IBM059 のパンチカードを使用した。しかし、パンチカードは汚れなどに弱く、運用上問題があったため、1978年頃からトヨタ自動車とデンソーとの共同プロジェクトで、図 1-6 に示すバーコード「かんぱん」を考案し使用した。1980年からは、

本格的にバーコード「かんばん」を使用した。この「かんばん」は、4桁のコーダバーを5段、11段、5段と段重ねにした、いわゆる2次元シンボルであった。これは世界初の2次元シンボルで、他の2次元シンボルに比べ10年以上も前に開発された画期的なコードであることはあまり知られていない。以後、日本でも米国のAIAGやEIAの活動と呼応して、日本自動車工業会（JAMA）／日本自動車部品工業会（JAPIA）や、日本電子機械工業会（EIAJ）で活用され始めた。

表 1-2 国内バーコードの歴史

年	内 容
1972	(財) 流通システム開発センター設立。
1974	(財) 流通システム開発センターが中心となり、POSシステムの研究開始。 (社) 日本事務機械工業会にPOS識別標準化研究会設立。
1976	(財) 流通システム開発センターに共通商品コード用バーコードシンボルJIS原案作成委員会設立。
1977	(財) 流通システム開発センター内に流通コードセンターを設立し、EANに加盟。
1978	共通商品コード用バーコードシンボル(JAN)JIS制定。JIS-B9551(現在JIS-X0501)
1980	セブンイレブンがPOSシステム導入検討開始。 トヨタ自動車が本格的にバーコード「かんばん」の使用開始。
1983	(社) 日本包装技術協会に物流に関する委員会を設立し、研究開始。
1985	(財) 流通システム開発センターに物流商品用バーコードシンボル標準化委員会設立。
1986	エアアイエムジャパン(AIMJ)設立。
1987	物流商品用バーコードシンボル(ITF)JIS制定。JIS-X0502 AIMJの主催で第1回スキャンテックジャパン(自動認識総合展)が開催。

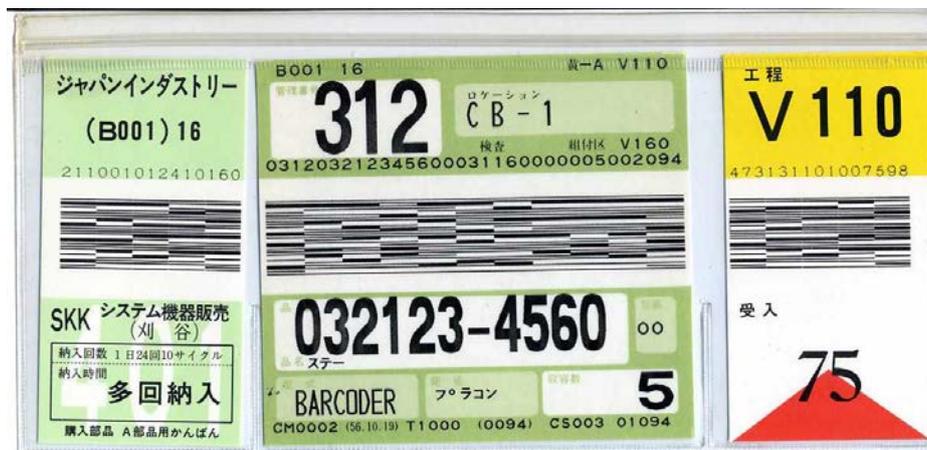


図 1-6 バーコード「かんばん」

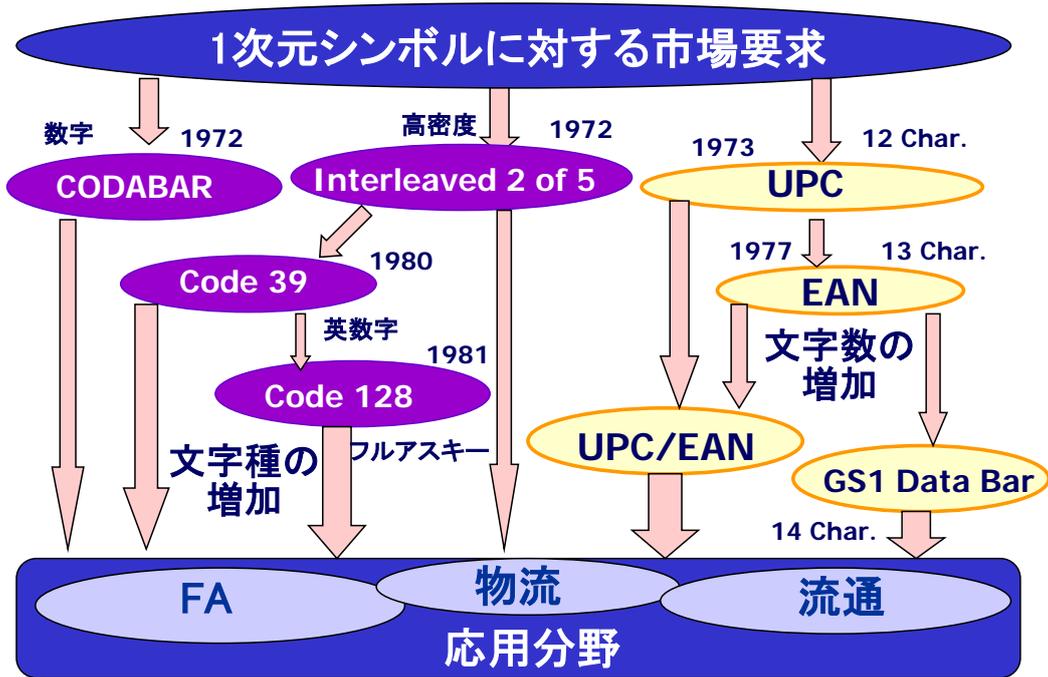


図 参考1 1次元シンボルの進化

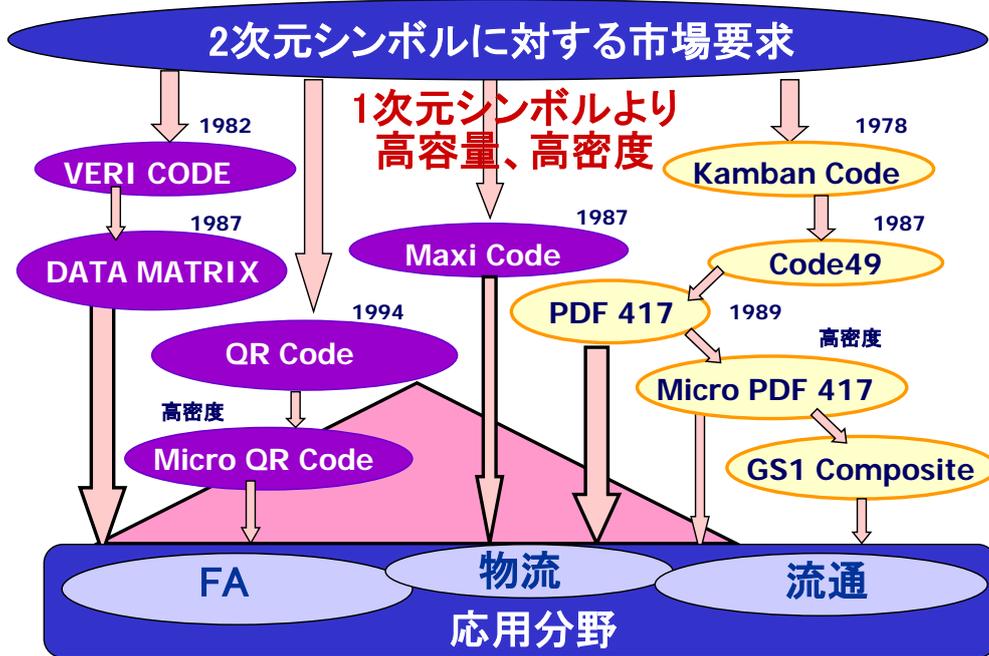


図 参考2 2次元シンボルの進化

1-6 バーコードの未来

(a) データキャリアの種類

データキャリアとは、JIS の定義によれば「情報を人、動物又は物に付加し、人、動物又は物を特定するために利用する情報担体の総称。RFID、1次元シンボル、2次元シンボルなどを表わす。」とある。情報化社会において、データキャリアはコンピュータの情報と、人や物を紐付けする手段であり、今後ますますその重要性は高まってくる。コンピュータの情報とデータキャリアが持っている情報を照合するためには、データキャリアが持っている情報をコンピュータに入力する必要がある。この手段として最も基本的な方法がキーボード入力である。しかし、キーボード入力はミスが多く、入力速度が遅いという問題があり、コンピュータへの自動入力を可能にするいろいろなデータキャリアが考案された。

最初にキーボードに代わって自動入力手段として考えられたのが、OMR (optical mark reader) と OCR (optical character reader) である。OMR とは、光学式マークリーダで、試験の答案用紙によく利用されているものである。この原形は、パンチカードリーダと言って、穴のあいているところを透過光で検出する方法で、この方法を発展させ、パンチの手間を省いたものが OMR である。OMR は機械が読取りし易いように人が歩み寄ったもので、人に優しい技術とはいえない。

これに対し、OCR は光学文字読取りであり、人が読めるという便利さを追求した考えによるものである。そのために、機械に対する負担が大きく、読取り率が1次元シンボルと比べると低いという欠点がある。

1次元シンボルは機械優先の考え方と人優先の考えを同時に実現したものである。1次元シンボルというとバーコードキャラクタで表わされた部分だけを頭に浮かべる人も多いと思われるが、基本的には1次元シンボルはバーコードキャラクタの部分とバーコードキャラクタの上又は下に配置され、人が読める英数字も含めて考えるのが普通である。1次元シンボルの初期にはやはり読取り率が十分ではなく、不読の場合のリカバリー手段として英数字を併記したと思われる。

また、新しい技術は、従来技術をカバーする、いわゆるアップワードコンパチを保障する必要があり、従来技術であるキーボード入力も可能な形で1次元シンボルが考案された。この考え方が市場から受け入れられ、飛躍的に普及した。人が簡単に読めるということは、言いかえればオープンな技術であり、誰でも利用できるという長所がある。

次に人が携帯するのに便利な形を追求した磁気カードが開発された。クレジットカードなどは、磁気カードが不読の場合のリカバリー手段として、人が読み取れるように数字がエンボスされている。しかし、エンボスをなくせば、簡単に人が読むことができなくなるので、逆に、セキュリティを高めることができる。磁気カードはICカードも含めて、人が持つのに適するように工夫しており、物を識別するためのバーコードとは基本的に目的が異なる。

1次元シンボルの欠点を補うために開発されたのが、2次元シンボルとRFIDである。2次元シンボルは情報密度を飛躍的に増大させ、同じ面積なら10倍以上の情報量を、同じ情報なら、1/10以下の面積で情報を表わすことができる。2次元シンボルは、情報密度が大きくなった反面、人が読める文字を併記することが困難である。この欠点を解決するため、2次元シンボルは、新しく誤り訂正機能を導入し、シンボルの一部が汚れなどで欠損しても、読取りが可能である。

RFID は、半導体で構成されているため、2次元シンボルと異なり、情報量によって、タグの大きさがあまり変わらない。また、RFID は電磁誘導や電波を利用した読取り方式なので、光学的読取り方式に比べ、図1-7に示すようにデータキャリアとリーダとの読取り可能範囲を広くとることができる。すなわち、光学的読取り方式はデータキャリアとリーダが一直線上にないとデータを読取ることができないが、RFID はリーダがデータキャリアの指向特性の許容範囲にあればデータを読取ることができる。また、RFID は、複数一括読取りができるという優れた特長がある。

今後は情報密度が重要な用途には2次元シンボルが、読取りのフレキシビリティが重要な用途にはRFID が、より多く使用されると思われる。言いかえれば、今まで1次元シンボルが利用しづらいために自動入力が遅れていた分野にも、新しいデータキャリアを使用することで、自動入力ができるようになる。

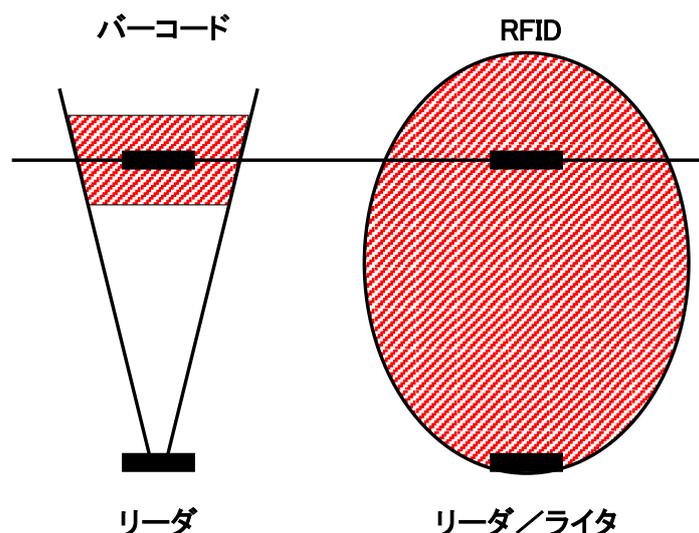


図 1-7 読取り範囲

表 1-3 入力方式の比較

	キーボード	1次元 シンボル	2次元 シンボル	OCR	OMR	RFID
入力速度	×	○	○	△	○	○
正確性	×	○	○	△	△	○
情報量	○	△	○	△	×	○
可読距離	×	○	△	△	×	○
可読範囲	×	△	×	×	×	○
人間可読	○	○	×	○	○	×
汚れ	○	△	○	×	×	○

(b) 社会環境

現在、事務機器、自動車、エレクトロニクス機器などを初めとして、あらゆる分野で3R（リデュース、リユース、リサイクル）が推進されている。地球規模で限られた資源を有効に活用していかなければ、人類の存続そのものが危ぶまれている。今後、メディアとして、どのようなものを使用していくべきかを考えると、やはり紙をベースとしたラベルをどのようにしていくべきかという命題に置き換えることができる。

オフィスでは、コンピュータを使用したIT化により、紙の使用量が一時期増大したが、最近では減少傾向にあるようである。ペーパーレス化は今後も進展すると思われる。もちろん、紙の利点もあり、紙がすべてなくなることはないと思われるが、それは循環型社会で許容される範囲にとどまることになるとと思われる。紙を電子化する試みは、最近特に注目を集めており、一般に電子ペーパーと呼ばれている。電子ペーパーには、液晶、電気泳動ディスプレイ、リライタブルペーパー、有機ELディスプレイなどがあるが、今後バーコードと電子ペーパーとが融合した技術の利用を推進する必要がある。

(c) バーコードの未来

国際規格として新規に提案された1次元シンボルには、GS1 データバー、2次元シンボルにはマイクロPDF417、マイクロQRコード、GS1 コンポジット、アズテックコードなどがある。1次元シンボルは、1949年の円形コードの提案から50年以上、1968年のコード2オブ5の提案から30年以上経た現在でも、新しいシンボルが提案され進化している。

2次元シンボルは、1次元シンボルに比べれば歴史は浅く、また進化の途中にあるといえる。最近提案された2次元シンボルは、従来の2次元シンボルに比べ、省スペースを大きな特長として

いる。これは従来の1次元シンボルではマークできないような所にもマークしたいという市場の強い要求に応えたものである。1次元シンボルは、非常にシンプルで最も読取り信頼性の高いデータキャリアである。したがって、今後もその利用は拡大すると思われる。

最近では、特にRFIDが注目されている。RFIDは、1次元シンボルに対応した96~128ビットのものと、2次元シンボルに対応した200~500キャラクタ以上のものに二分化してくると思われる。しかし、RFIDは半導体で構成されているので、RFIDを安心して使用するためには、シンボルと同様に、故障した場合のリカバリー手段を考える必要がある。そのリカバリー手段として、人が読むことのできる文字を併記することもできるが、情報量の少ないものには1次元シンボルを、情報量の多いものには2次元シンボルを併記するのが自然である。また、1次元/2次元シンボルは世界中で使用されているが、RFIDを新たに使用する場合、一瞬にして全てをRFIDに置き換えることはできない。その場合、アップワードコンパチ性を考えるならば、1次元/2次元シンボルとRFIDとの併用が最も望ましい形であると思われる。RFIDを普及させるためにも、1次元/2次元シンボルとの併用を考えるべきだと思われる。

前述した環境問題を解決する手段の1つとして、最近急速に利用が拡大している技術にダイレクトマーキングがある。ダイレクトマーキングは、ラベルを使用しないで商品(物)に直接シンボルをマーキングする技術であり、商品トレーサビリティを要求される用途には必要不可欠である。今後もその利用が拡大すると思われる。

環境問題を解決するもう1つの手段は、1次元/2次元シンボルのメディアとして電子ペーパーを利用する方法である。例えば、リライトブルペーパーと組み合わせることにより、繰り返し使用することが可能になり、使い捨てよりはるかに環境に優しい方法となる。ロイコ染料を用いたリライトブルペーパーは、1000回程度の書き替えが可能であり、今後の技術進歩により、さらに書き替え回数の増加が期待でき、バーコードとの組み合わせ技術として有望である。

さらに、現在、液晶はどこにでも使用されており、この液晶と1次元/2次元シンボルを組み合わせた技術が製品化されている。これは、図1-8に示す電子チケットである。利用者はイベント会社に携帯電話でコンサートなどのチケットの申し込みをする。申し込みが完了した時点で、イベント会社から、利用者の情報などをエンコードした2次元シンボルのパターンを利用者に送信する。利用者は、この携帯電話の液晶に表示された2次元シンボルを会場の入り口で読取らせることにより、入場する。2次元シンボルのデータは、暗号化することが可能であるため、簡単に偽造防止が可能である。このシステムは、図1-9、図1-10に示すように、電子クーポン、会員カード、電子決済などにも応用でき、幅広い利用が期待できる。このように、電子ペーパーとの融合技術は始まったばかりであり、今後、その利用がさらに拡大すると思われる。

以上述べたように、1次元/2次元シンボルは、現在まだ1次元/2次元シンボルを利用していない分野への拡大、ダイレクトマーキング技術の進歩による新たな利用拡大、RFIDや電子ペーパーなどの新しい技術との融合による利用拡大と、今後ますます利用範囲が拡大するものと思われる。



図1-8 電子チケット



図 1-9 電子クーポン・会員カード

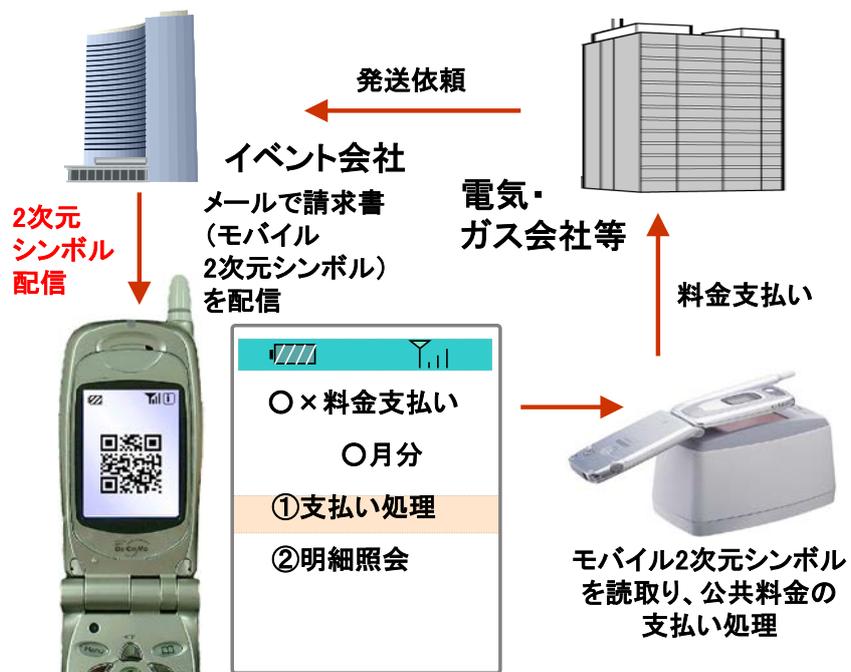


図 1-10 電子決済

2章 1次元シンボル

2-1 インターリーブド2オブ5

(a) 構成

インターリーブド2オブ5の構成を図2-1に示す。インターリーブド2オブ5は左側のクワイエットゾーン、スタートパターン、データキャラクタ、ストップパターン、右側のクワイエットゾーンから構成される。データキャラクタは5本のバー又は5本のスペースで表わす。データキャラクタ数が奇数の場合は先頭に0を付加し、全体が偶数となるようにする。

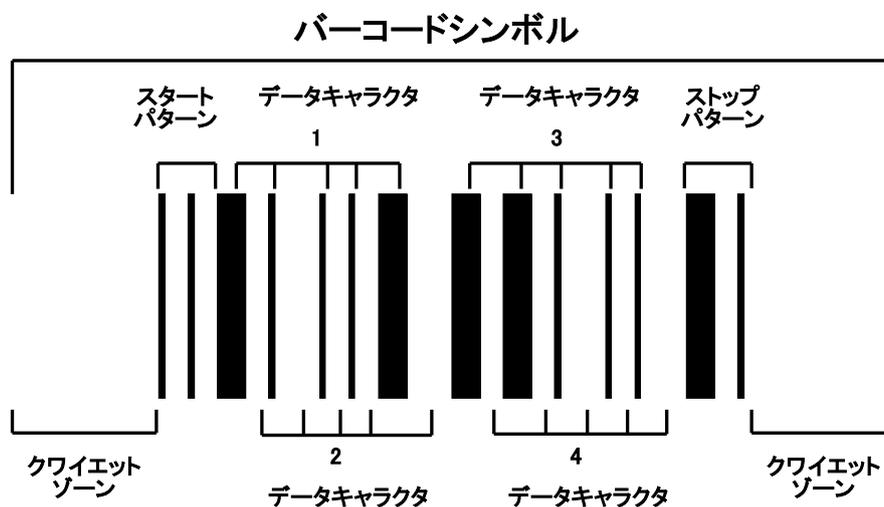


図2-1 インターリーブド2オブ5の構成例

(b) 特徴

項目	内容
データキャラクタ	0~9の数字
コードタイプ	連続形
エレメント	データキャラクタ当たりのエレメント数は、太エレメント2本、細エレメント3本のあわせて5本
キャラクタ長	可変
チェックキャラクタ 算出法	モジュロ10ウェイト1

(c) 寸法

項目	内容
細エレメント幅 (X)	アプリケーション仕様で規定
太細比 (N)	太エレメント幅と細エレメント幅の比は2.0~3.0の範囲
クワイエットゾーン	10X以上
キャラクタ密度	15.1キャラクタ/インチ (X=0.19mm、10桁、N=2.5)

2-2 コード39

(a) 構成

コード39の構成を図2-2に示す。コード39は左側のクワイエットゾーン、スタートキャラクタ、データキャラクタ、ストップキャラクタ、右側のクワイエットゾーンから構成される。データキャラクタ間にはキャラクタ間ギャップを設ける。

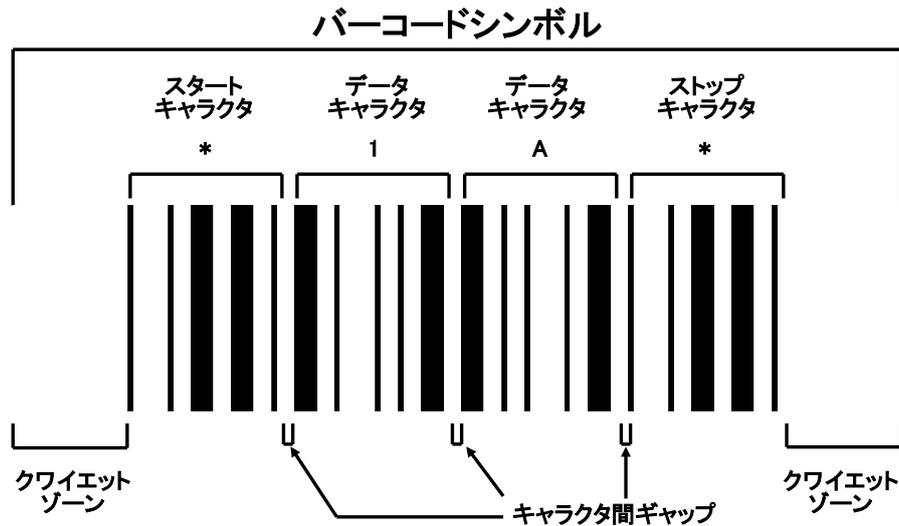


図 2-2 コード 39 の構成例

(b) 特徴

項目	内容
データキャラクタ	A~Z、0~9 の全英数字 (36 文字) スペース ()、ドル記号 (\$)、パーセント (%)、正符号 (+)、 負符号 (-)、ピリオド (.)、斜線 (/) の特殊キャラクタ (7 種)
その他のキャラクタ	スタート/ストップキャラクタ (アスタリスク)
コードタイプ	分離形
エレメント	データキャラクタ当たりのエレメント数は、バー5 本、スペース 4 本でかつ太エレメント 3 本、細エレメント 6 本のあわせて 9 本
キャラクタ長	可変
チェックキャラクタ 算出法	モジュロ 43

(c) 寸法

項目	内容
細エレメント幅 (X)	アプリケーション仕様で規定
太細比 (N)	太エレメント幅と細エレメント幅の比は 2.0~3.0 の範囲
キャラクタ間ギャップ	最小は 1X。最大は 5.3X (X<0.287mm)、1.52mm 又は 3X の太い 方 (X≥0.287mm)
クワイエットゾーン	10X 以上
キャラクタ密度	7.7 キャラクタ/インチ (X=0.19mm、10 桁、N=2.5)

2-3 コーダバー

(a) 構成

コーダバーの構成を図 2-3 に示す。コーダバーは左側のクワイエットゾーン、スタートキャラクタ、データキャラクタ、ストップキャラクタ、右側のクワイエットゾーンから構成される。データキャラクタ間にはキャラクタ間ギャップを設ける。

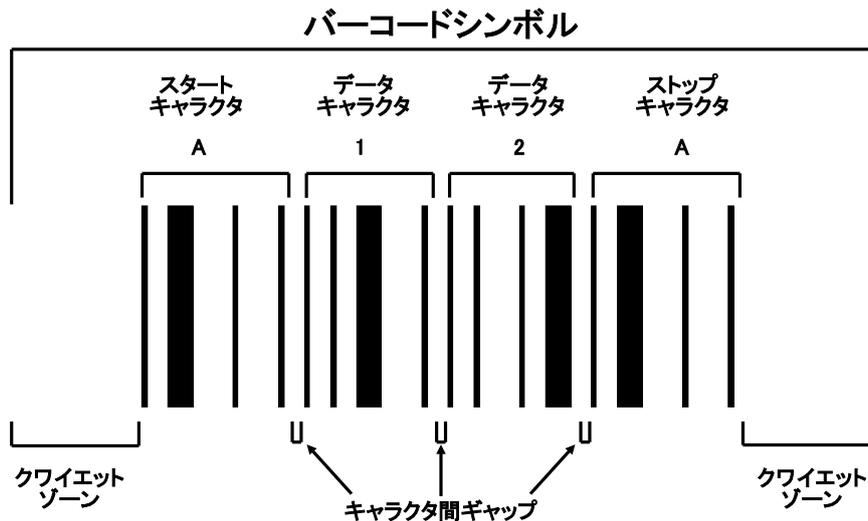


図 2-3 コーダバーの構成例

(b) 特徴

項目	内容
データキャラクタ	0~9の数字、ハイフン(-)、ドル記号(\$)、コロン(:)、斜線(/)、ピリオド(.)、正符号(+) の特殊キャラクタ(6種)
その他のキャラクタ	4種のスタート/ストップキャラクタ(A、B、C、Dの4種)
コードタイプ	分離形
エレメント	データキャラクタ当たりのエレメント数は、 バー4本、スペース3本でかつ太エレメント2本、 細エレメント5本のあわせて7本
キャラクタ長	可変
チェックキャラクタ 算出法	モジュロ16

(c) 寸法

項目	内容
細エレメント幅(X)	アプリケーション仕様で規定
太細比(N)	太エレメント幅と細エレメント幅の比は2.0~3.0の範囲
キャラクタ間ギャップ	最小1X
クワイエットゾーン	スタート/ストップキャラクタ幅以上
キャラクタ密度	9.8キャラクタ/インチ(X=0.19mm、10桁、N=2.5)

2-4 コード128

(a) 構成

コード128の構成を図2-4に示す。コード128は左側のクワイエットゾーン、スタートキャラクタ、データキャラクタ、シンボルチェックキャラクタ、ストップキャラクタ、右側のクワイエットゾーンから構成される。

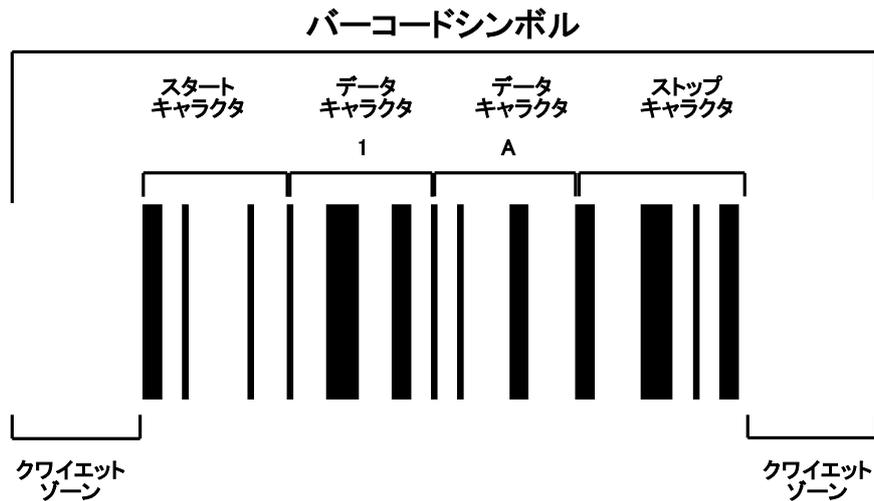


図 2-4 コード 128 の構成例

(b) 特徴

項目	内容
データキャラクター	フルアスキー128文字
その他のキャラクター	コードセットキャラクター3種、シフトキャラクター、ファンクションキャラクター4種、スタートキャラクター3種、ストップキャラクター、シンボルチェックキャラクター
コードタイプ	連続形
エレメント	データキャラクター当たりのエレメント数は、3本のバーおよび3本のスペースとの合わせで6本。エレメント幅は4種類。1つのデータキャラクターは11モジュールで構成される。
キャラクター長	可変
チェックキャラクター 算出法	モジュロ103

(c) 寸法

項目	内容
モジュール幅 (Y)	アプリケーション仕様で規定
エレメント比	1:2:3:4のいずれか
クワイエットゾーン	10X
キャラクター密度	9.2キャラクター/インチ (X=0.19mm、10桁、コードセットA) 14.9キャラクター/インチ (X=0.19mm、10桁、コードセットC)

(d) データキャラクター表示

項目	内容
コードセットA	標準英数字キーボードの上段用コード、制御コード及び特殊コード。主に数字及び英大文字を表わす。
コードセットB	標準英数字キーボードの上段及び下段コード、特殊コード。主に数字、英大文字、英小文字を表わす。
コードセットC	00~99まで100種類の数字及び特殊コード。 数字2文字をセットで表わす。

2-5 EAN/UPC

(a) 構成

① EAN-13

EAN-13の構成を図2-5に示す。EAN-13は左側のクワイエットゾーン、標準ガードパターン、左側のデータキャラクタ(6桁)、センターガードパターン、右側のデータキャラクタ(6桁)、チェックキャラクタ(1桁)、標準ガードパターン、右側のクワイエットゾーンから構成される。



図2-5 EAN-13の構成例

② EAN-8

EAN-8の構成を図2-6に示す。EAN-8は左側のクワイエットゾーン、標準ガードパターン、左側のデータキャラクタ(4桁)、センターガードパターン、右側のデータキャラクタ(3桁)、チェックキャラクタ(1桁)、標準ガードパターン、右側のクワイエットゾーンから構成される。



図2-6 EAN-8の構成例

③ UPC-A

UPC-A の構成を図 2-7 に示す。UPC-A は左側のクワイエットゾーン、標準ガードパターン、左側のデータキャラクタ (6桁)、センターガードパターン、右側のデータキャラクタ (5桁)、チェックキャラクタ (1桁)、標準ガードパターン、右側のクワイエットゾーンから構成される。



図 2-7 UPC-A の構成例

④ UPC-E

UPC-E の構成を図 2-8 に示す。UPC-E は左側のクワイエットゾーン、標準ガードパターン、データキャラクタ (8桁)、特殊ガードパターン、右側のクワイエットゾーンから構成される。



図 2-8 UPC-E の構成例

(b) 特徴

項目	内容
データキャラクタ	0～9の数字
その他のキャラクタ	チェックキャラクタ
コードタイプ	連続形
エレメント	データキャラクタ当たりのエレメント数は、2本のバーと2本のスペースの、合わせて4本。エレメント幅は4種類。1つのデータキャラクタは7モジュールで構成される。
キャラクタ長	固定 EAN-13 13キャラクタ EAN-8 8キャラクタ UPC-A 12キャラクタ UPC-E 8キャラクタ
チェックキャラクタ 算出法	モジュロ10ウェイト3

(c) 寸法

項目	内容
モジュール幅 (Y)	公称 0.33mm
エレメント比	1:2:3:4のいずれか
クワイエットゾーン (最小)	EAN-13 左側 11X、右側 7X EAN-8 左側 7X、右側 7X UPC-A 左側 9X、右側 9X UPC-E 左側 9X、右側 7X
キャラクタ密度	EAN-13 13.4キャラクタ/インチ (X=0.26mm) EAN-8 11.5キャラクタ/インチ (X=0.26mm)
シンボル高さ	EAN-13、UPC-A、UPC-E 22.85mm EAN-8 18.23mm
倍率	0.8～2.0の範囲で縮小、拡大が可能

2-6 GS1 データバー

(1) GS1 データバーの種類

GS1データバー (GS1 DataBar)

(1) グループ1

標準型GS1データバー (GS1 DataBar)

切詰型GS1データバー (GS1 DataBar truncated)

2段型GS1データバー (GS1 DataBar stacked)

多方向2段型GS1データバー

(GS1 DataBar stacked omnidirectional)

(2) グループ2

制限型GS1データバー (GS1 DataBar limited)

(3) グループ3

拡張型GS1データバー (GS1 DataBar expanded)

拡張多段型GS1データバー

(GS1 DataBar expanded stacked)

(2) 標準形 GS1 データバー

(a) 構成



(01) 04412345678909を表現している標準形GS1データバー

図 2-9 標準形 GS1 データバーの構成例

標準形 GS1 データバーの構成を図 2-9 に示す。標準形 GS1 データバーは左側のガードパターン、データキャラクタ 1、左側ファインダーパターン、データキャラクタ 2、データキャラクタ 4、右側ファインダーパターン、データキャラクタ 3、右側ガードパターンから構成される。

(b) 特徴

項目	内容
データキャラクタ	0~9 の数字
コードタイプ	連続形
エレメント	$n=16$ $k=4$ ($n=15$ $k=4$)
キャラクタ長	固定 (14 桁)
エラー検出	モジュロ 79 チェックサム

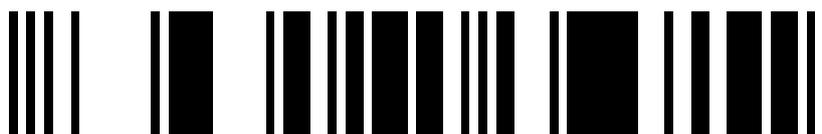
(c) 寸法

項目	内容
モジュール幅 (Y)	アプリケーション仕様で規定
クワイエットゾーン	無し
シンボル高さ	33X

(3) 切詰形 GS1 データバー

切詰形 GS1 データバーを図 2-10 に示す。切詰形 GS1 データバーは標準形 GS1 データバーの高さを 13Y に切り詰めたシンボル。

標準形GS1データバーの高さを低くしたシンボル



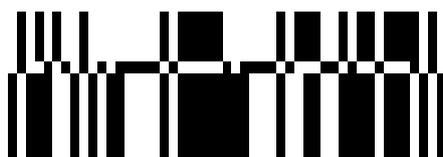
(01)00012345678905を表現している切詰形GS1データバー

図 2-10 切詰形 GS1 データバーの例

(4) 2 段形 GS1 データバー

2 段形 GS1 データバーを図 2-11 に示す。2 段形 GS1 データバーは切詰形 GS1 データバーを半分に分け、2 段に積み重ねたシンボルである。上段は切詰形 GS1 データバーの左側半分から構成され、右端にバー (1Y) とスペース (1Y) のガードパターンを追加し、下段は切詰形 GS1 データバーの右側半分から構成され、左端にバー (1Y) とスペース (1Y) のガードパターンを追加したシンボルである。上段と下段の間に 1Y の高さのセパレータを入れる。

標準形GS1データバーを2分割し 上下に積み重ねたシンボル



(01)00012345678905を表現している
2段形GS1データバー

図 2-11 2 段形 GS1 データバーの例

(5) 多方向 2 段形 GS1 データバー

多方向 2 段形 GS1 データバーを図 2-12 に示す。多方向 2 段形 GS1 データバーは RSS-14 を半分に分け、2 段に積み重ねたシンボルである。上下を高さ 1Y 以上の 3 段のセパレータで分ける。

2段形GS1データバーの シンボル高さを高くしたシンボル



00034567890125を表現している
多方向2段形GS1データバー

図 2-12 多方向 2 段形 GS1 データバーの例

(6) 制限形 GS1 データバー

(a) 構成

制限形 GS1 データバーの構成を図 2-13 に示す。制限形 GS1 データバーは左側ガードパターン、左側データキャラクタ、チェックキャラクタ、右側データキャラクタ、右側ガードパターンで構成される。

標準形GS1データバーのデータを制限したシンボル



図 2-13 制限形 GS1 データバーの構成例

(b) 特徴

項目	内容
データキャラクタ	0~9 の数字
コードタイプ	連続形
エレメント	n=26 k=7
キャラクタ長	固定 (13 桁)
エラー検出	モジュロ 89 チェックサム

(c) 寸法

項目	内容
モジュール幅 (Y)	アプリケーション仕様で規定
クワイエットゾーン	無し
シンボル高さ	最小 10X

(7) 拡張形 GS1 データバー

(a) 構成

拡張形 GS1 データバーの構成を図 2-14-1 に示す。拡張形 GS1 データバーは標準的に左側ガードパターン、チェックキャラクタ、A1 ファインダーパターン、データキャラクタ 1、データキャラクタ 2、B2 ファインダーパターン、データキャラクタ 3、データキャラクタ 4、B1 ファインダーパターン、データキャラクタ 5、右側ガードパターンで構成される。



図 2-14-1 拡張形 GS1 データバーの構成例

(b) 特徴

項目	内容
データキャラクタ	ISO 646 サブセット（英大文字、英小文字、数字、20種の句読文字）
その他のキャラクタ	ファンクションキャラクタ（FNC1）
コードタイプ	連続形
キャラクタ長	可変
エラー検出	モジュロ 211 チェックサム

(c) 寸法

項目	内容
モジュール幅 (Y)	アプリケーション仕様で規定
クワイエットゾーン	無し
シンボル高さ	34X

(8) 拡張多段形 GS1 データバー

拡張多段形 GS1 データバーは、図 2-14-2 に示すように 2 段～11 段まで積み重ねることができ、シンボル領域や印刷装置などの関係からシンボルを 1 段に収めるスペースが確保できない場合に用いる。各段は高さ 34Y で、高さ 3Y のセパレータパターンが間にはさまっている。

拡張形GS1データバーのシンボルを
分割して積み重ねたシンボル



図 2-14-2 拡張多段形 GS1 データバーの例

2-9 1次元シンボルの上手な活用法

1次元シンボルが ISO 規格化されるときに従来の規格と大きく異なった点が数点ある。まず、第一に用語、第二に印刷品質の規定が変わり、使用者側のアプリケーション規格でグレードを規定しなければならない。第三にいろいろなアプリケーションで利用できる様に寸法規定がなくなったシンボルがある。例えばコード 39 の「細エレメント（モジュール）幅」や「シンボル高さ」などである。限定されたアプリケーションに使用される EAN/UPC と GS1 データバーは従来通り寸法規定がある。ここでは、一般的なアプリケーションで 1次元シンボルを上手に活用するための注意点について、考えてみたいと思う。

(a) シンボルの選定

1次元シンボルを選定する前に、まず、どの情報内容をシンボル化するかを決める必要がある。一般的には製品（商品）などを識別する品番などが使用される。附属情報が一緒にシンボル化さ

れる場合もあるが、1次元シンボルでは大体、1シンボル当たり30桁ぐらいが限界と思われる。シンボル化される情報は、アプリケーションの範囲でユニークでなければならない。アプリケーションの範囲で品番などに重複があれば、システムがうまく機能しない場合がある。情報内容とその桁数が決まれば、次にシンボルの種類を選定する。情報の中にフルアスキーでないと思われる文字があれば、コード128を選定する。使用する文字が英数字であればコード39かコード128のどちらかを使用する。情報内容がすべて数字であれば、インターリーブド2オブ5、コード39、コード128、コーダバーのいずれも使用できる。

(b) キャラクタ（印字）密度

情報内容と桁数が決まれば、次に印字面積として最大どのくらいの面積（長さ）が確保できるか調べる。確保できる面積が小さければ、キャラクタ密度の高いシンボルを選定しなくてはならない。同一条件でのキャラクタ密度の比較を表2-1に示す。表2-1からインターリーブド2オブ5とコード128のキャラクタ密度が高いことがわかる。一般的にキャラクタ密度は、キャラクタ/インチで表わす。2値幅シンボル体系のキャラクタ密度はシンボル体系、細エレメント幅、太細エレメント比、キャラクタ間ギャップ幅で決まり、幅及び比はそれぞれ小さいほどキャラクタ密度は高くなる。(n, k)シンボル体系では、シンボル体系とモジュール幅でキャラクタ密度が決まる。

表 2-1 キャラクタ密度（キャラクタ/インチ）

1次元シンボル	キャラクタ密度
インターリーブド2オブ5	15.1
コード39	7.7
コーダバー	9.8
コード128	9.2又は14.9

10桁、エレメント幅=0.191mm、太細比=2.5

(c) エレメント（モジュール）幅とエレメントの太細比

エレメント幅は、前項のキャラクタ密度とも密接な関係があるが、アプリケーションで使用するシンボルの読取り方法により決める必要がある。1次元シンボルを離して読むアプリケーションでは、細いエレメントのシンボルはオペレーションが困難になるので、エレメント幅は当然太くなる。一般的には、0.19mm以上を選定した方がよい。印字品質が安定していれば、0.15mmでも利用は可能である。0.15mm以下のエレメント幅を選定する場合は、実証実験などで工程能力(CPK)が充分あることを確認する必要がある。

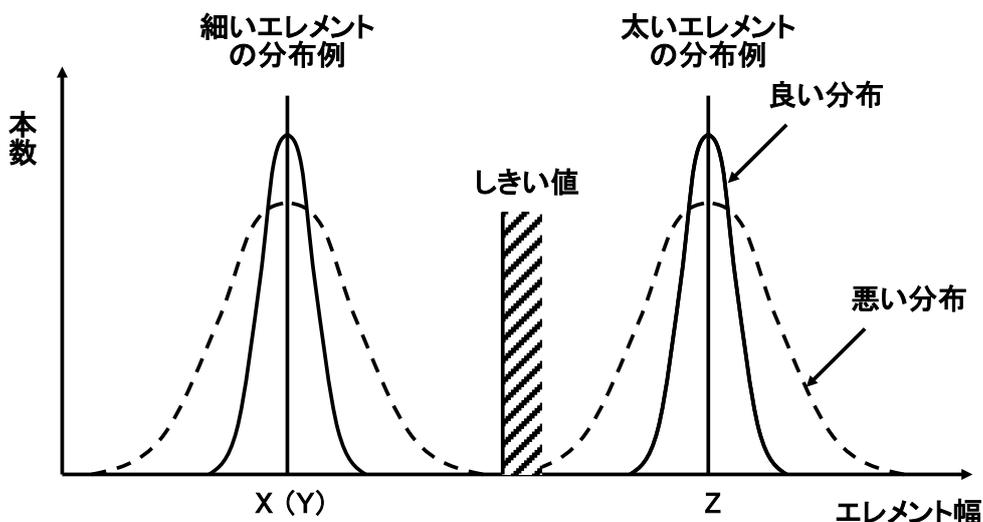


図 2-15 エレメントの分布例（不読が発生しない）

次に太いエレメントと細いエレメントとの比をどのように決めるべきであろうか。プリンタで

シンボルを印字した場合、同じ幅で全てのエレメントを印字することは不可能である。プリンタの種類にもよるが、インクリボンを使用したプリンタでは、印字初めはバーが太く、相対的にスペースが細くなる。どんどん印字していくと、だんだんバーが細くなり、相対的にスペースが大きくなる傾向がある。また、プリンタの種類によっては、バーとスペースの幅を同じに設定できないこともある。

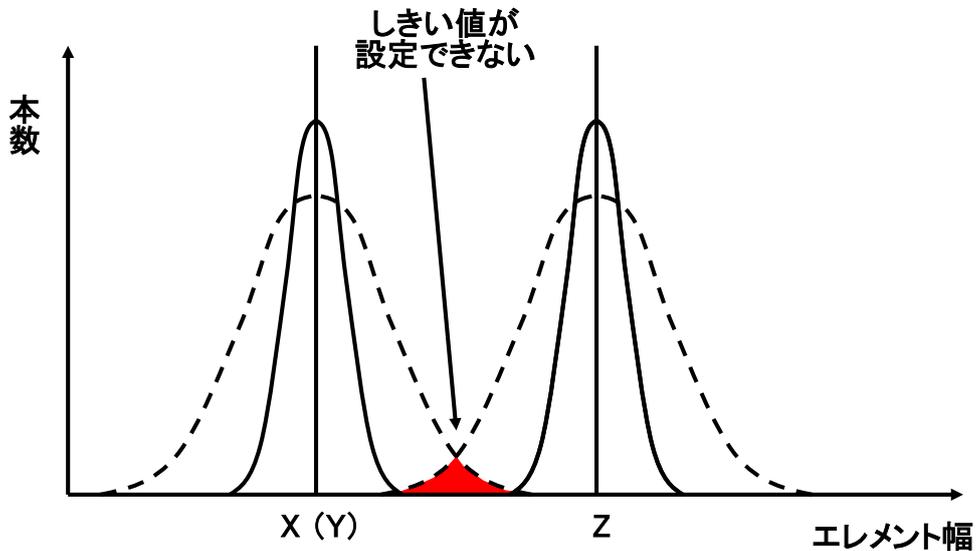


図 2-16 エレメントの分布例（不読が発生する）

図 2-15 に一般的なエレメント幅のバラツキの傾向を示す。印字バラツキはだいたい正規分布に近くなり、品質の良い印字（図 2-15 実線）は分布の頂点が高くなり、分布の裾野の幅が小さくなる。品質の悪い印字（図 2-15 破線）はこの逆になる。印字はこのような傾向があるため、エレメントの太細比を小さくしてゆくと、図 2-16 に示すように分布の重なりが生じてくる。分布の重なり部分のエレメントは、太いエレメントか、あるいは細いエレメントかの判定ができなくなり、リーダーで読取ることができない。アプリケーションの運用前に実証実験などで十分な確認が必要である。一般的にはエレメントの太細比は、2.5~3 の範囲に設定するのが無難である。（シンボル仕様書は 2.0~3.0）

(d) シンボル高さ

1 次元シンボルの高さが小さいと、読取り操作が難しくなるので、作業効率が低下する。特に固定式のリーダーで、移動するシンボルを自動読取りする場合は、シンボル高さが読取り率に大きく影響する。シンボルの移動読取りをする場合は、図 2-17 に示すように、シンボルの移動方向がシンボルを読取るリーダーのスキャン（走査）方向と垂直になるように移動方向を決める。

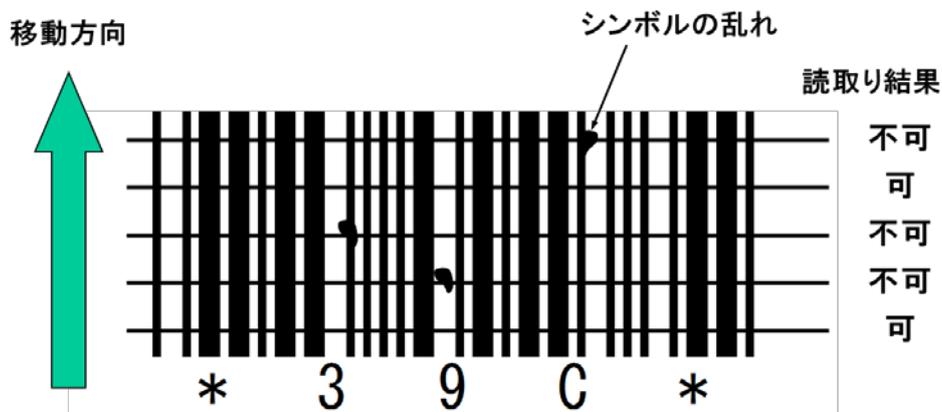


図 2-17 シンボルの移動方向

シンボルのスキャン方向と平行な方向にシンボルを移動させると、原理的に読取りが困難である。移動速度とシンボル高さとの関係は、シンボルが移動中に最低 5 回のスキャンができるよう

にシンボル高さを決める。手動で読取りを行なう場合でも、シンボルの上から下へなぞるようにスキャンするとスムーズに読取ることができる。またダンボールなどの基材にシンボルを印字した場合は、ボイドの影響でシンボル高さが読取りに大きく影響する場合がある。

(e) 桁数指定とチェックキャラクタ

1次元シンボルは、シンボルのエレメントと直角方向に、シンボル全体を一度でスキャンする方法で読取することを前提としている。したがって、斜めにシンボルの一部をスキャンすると桁落ちが発生することがある。特にインターリーブド2オブ5は原理的に発生する可能性が高いシンボルである。斜めにスキャンした時に、最後がストップキャラクタと同じ構成（太バー、細スペース、細バー）になっているキャラクタのところをスキャンすると、必ず桁落ちが発生する（図2-18）。

他のシンボルでは、原理的に発生する可能性はほとんどないが、印刷むらや汚れなどの要因が加わり、桁落ちが発生する場合がある。その場合は桁数指定をして桁落ちを防ぐか、あるいは物流商品用バーコードシンボル（JIS-X0502）のように、図2-19に示すベアラバーを用いて桁落ちを防止するのが良い対策である。

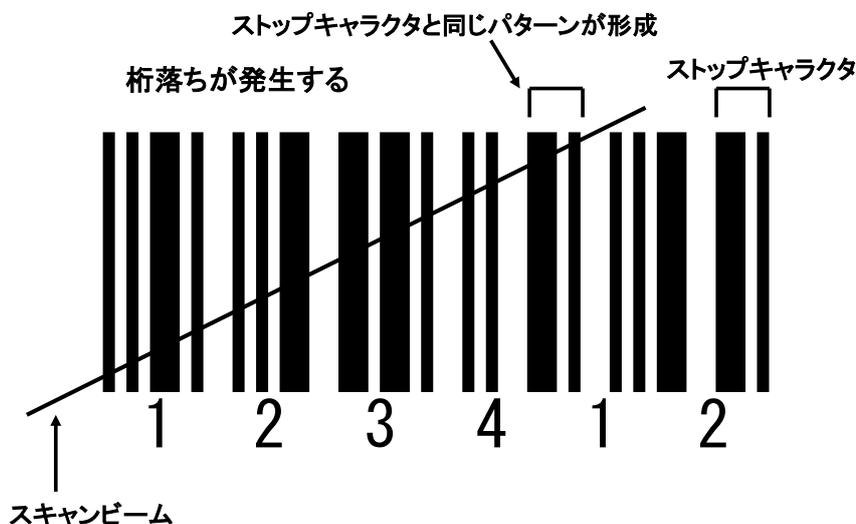


図2-18 インターリーブド2オブ5の桁落ち



図2-19 ベアラバー付きインターリーブド2オブ5

1次元シンボルには、誤読を減らすためにセルフチェック機能が備わっている。セルフチェック機能は、基本的に1つのデータキャラクタ毎にチェックする方式になっている。1つのデータキャラクタの中で、ボイドやスポットによる1カ所の不良が生じたとき、他のバーコードキャラクタに誤認識しないようなエレメント構成になっている。例えばコード39の場合、1つのキャラ

クタを構成するエレメントは9本で、その中で必ず太バー2本と太スペース1本が含まれる構成になっている。

図 2-20 に示す 1 カ所のスポットや、図 2-21 に示す 1 カ所のボイドであれば、セルフチェック機能が働き不読となる。しかし、図 2-22 に示す、2 カ所の欠陥がある場合は他のキャラクタ（1→X）に誤読する可能性がある。使用者から見ると、リーダとしては正常に認識しているが、結果的に誤読したことになる。このような誤読を防止するために、チェックキャラクタがある。チェックキャラクタは、データに含まれ、データの正確性を保つために使用されるキャラクタである。1次元シンボルの種類によって、指定された計算式に基づいて計算し、通常はデータの最後尾に付加する。シンボルの読取りにより得られたデータが正しいかどうかを確認するために使用される。

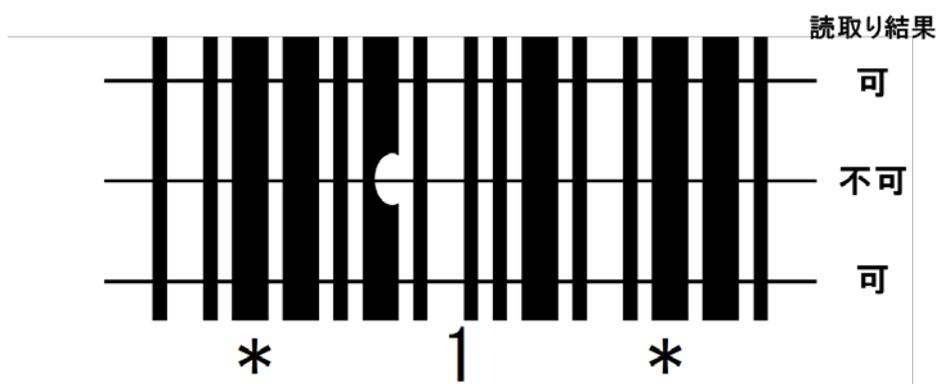


図 2-20 1 カ所スポットのあるコード 39

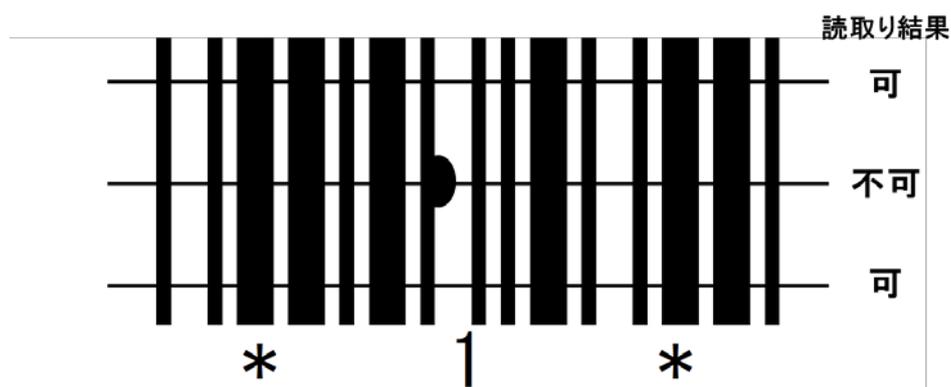


図 2-21 1 カ所ボイドのあるコード 39

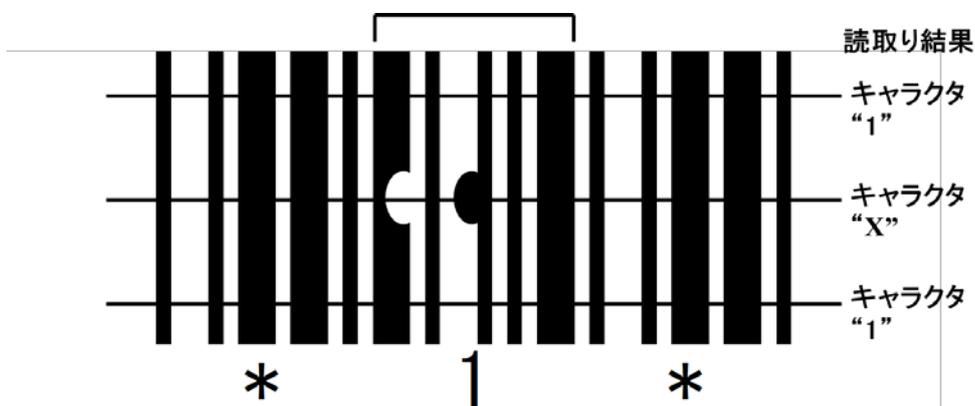


図 2-22 2 カ所欠陥のあるコード 39

(f) データキャリア（シンボル）識別子の使用

1つのアプリケーションで2つ以上のシンボルを使用する場合や、複数のアプリケーションを統合し、より大きなアプリケーションを構築するような場合は、複数のシンボルを使用せざるをえない。例えば、流通分野では共通商品コード（JAN）、物流商品コード（ITF）やEAN/UCC-128に加えて、最近ではGS1データバーがある。リーダは当然、この偏在する複数のシンボルを自動判別して読取ることができる。ホストコンピュータ側では、どのシンボルのデータかを判別した方がシステムの構築が容易になる場合が多い。この場合、リーダからホストコンピュータに対して、どのシンボルのデータかを表わすヘッダをつけて、データを送信することができる。また、各シンボルに固有のオプション特性情報も送信することができる。

データキャリア識別子の構造は、図2-23に示すように、フラグキャラクタ、コードキャラクタ、変更子キャラクタの3つから構成される。フラグキャラクタは、これに続くデータはデータキャリア識別子であることを表わしている。コードキャラクタはシンボルの種類を表わし、変更子キャラクタはオプション特性を表わしている。図2-24にコードキャラクタの例を、図2-25にコード39の変更子キャラクタを示す。コードキャラクタは規格が成立する以前から「コードマーク」と呼ばれ、各社のリーダで「コードマーク」が統一されていなかった。今後は規格に基づいたコードキャラクタの統一的使用が望まれる。

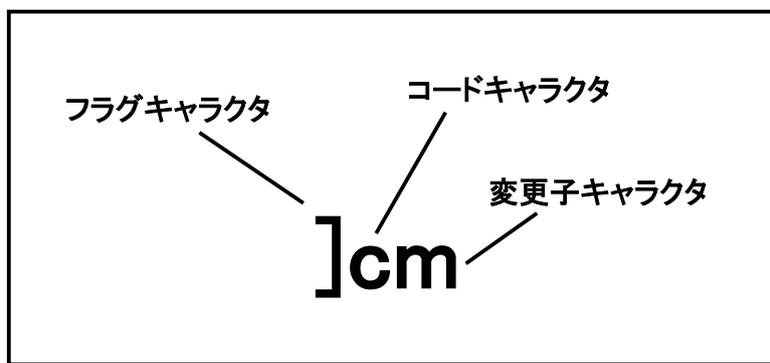


図2-23 データキャリア識別子の構成

コード キャラクタ	コード
A	コード39
C	コード128
E	EAN/UPC
F	コーダバー
I	インターリーブド 2 of 5
L	PDF417、マイクロPDF417
Q	QRコード
U	マキシコード
D	データマトリックス
Z	バーコード以外

図2-24 コードキャラクタの例

変更子 キャラクタ値	オプション
0	チェックキャラクタ検証も全ASCII処理もなし。全てのデータは復号化された通りに転送される。
1	モジュロ43チェックキャラクタが検証されて転送される。
3	モジュロ43チェックキャラクタは検証されるが転送されない。
4	全ASCIIキャラクタ変換が実行される。チェックキャラクタは検証されない。
5	全ASCIIキャラクタ変換が実行される。モジュロ43チェックキャラクタが検証されて転送される。
7	全ASCIIキャラクタ変換が実行される。モジュロ43チェックキャラクタは検証されるが転送されない。

図 2-25 コード 39 変更子キャラクタ

引用文献：「これでわかった2次元シンボル」（一社）日本自動認識システム協会編 オーム社

引用文献：「よくわかるバーコード・2次元シンボル」（一社）日本自動認識システム協会編
オーム社

引用文献：「自動認識システムの基礎知識」（一社）日本自動認識システム協会編 オーム社

参考文献：「これでわかったバーコードの応用」エー・アイ・エム ジャパン編 星雲社

参考文献：「バーコード・2次元コードの知識」平本純也著 日本工業出版

参考文献：「バーコードのおはなし」流通システム開発センター編 日本規格協会

参考文献：「QRコードのおはなし」標準化研究学会編 日本規格協会

参考規格：JIS X0500-1 用語第一部 一般（ISO/IEC 19762-1）

参考規格：JIS X0500-2 用語第二部 光学的読取媒体（ISO/IEC 19762-2）

参考規格：JIS X0503 バーコードシンボル コード 39 基本仕様（ISO/IEC 16388）

参考規格：JIS X0504 バーコードシンボル コード 128 基本仕様（ISO/IEC 15417）

参考規格：JIS X0505 バーコードシンボル体系仕様インターリーブド2オブ5（ISO/IEC 16390）

参考規格：JIS X0506 バーコードシンボル コーダバー基本仕様

参考規格：JIS X0507 バーコードシンボル EAN/UPC 基本仕様（ISO/IEC 15420）

参考規格：JIS X0509 バーコードシンボル体系仕様 GS1 データバー（ISO/IEC 24724）

参考規格：JIS X0530 データキャリア識別子（ISO/IEC 15424）