

近年、キャッシュレス決済の普及により二次元コード(QRコード)を目にする機会が増えたように感じます。QRコードは文字情報を埋め込むことが可能で、従来の1次元バーコードと比べて扱える情報量が飛躍的に増えました。また、早く正確に読み取り可能であるということも大きな特徴であり、誤り訂正の機能を持たせることでこれを実現しています。

### QRコードの特徴

QRコードはデンソーウェーブが1994年に開発した二次元コードです。QRはQuick Responseの略で、文字通り高速読み取りが可能というのが特徴です。また、元々は製造現場のニーズから生まれたものであり、汚れ等により多少損傷があっても読み取れるというのも特徴の一つです。

1次元バーコードは縦縞のパターンにより0~9の数字を表現することで数字の埋め込みが可能となっています。また、本来埋め込みたい数字とは別にチェックデジットと呼ばれる数字を付加することで誤り検出する機能を持たせています。

一方、二次元コードは白黒セルを1単位として、白か黒かで0か1かを表します。1次元バーコードが横1列に並んでいるのに対し、二次元コードは縦方向にも並びます。埋め込まれた0か1のデータは元のデータのあるルールに基づき変換(符号化)したものです。読み取り時にはルールに基づき逆変換(復号)することで埋め込まれた情報を知ることができます。ルールの中には復号時に誤りを検出、訂正する機能を持たせています。

### 符号と情報量

符号とは、ある情報をルールに則り0と1のみで構成される2進数の数列に変換したものです。基本的にコンピュータ上では情報を符号化して取り扱います。文字を取り扱う場合は文字コードというルールに則り符号化します。例えば、asciiコードでは128種類の英数字、記号は8桁の2進数数列に変換されます。「A」という文字は「0100001」に変換されます。この数列の1桁を1bitとカウントします。bitは情報量の単位で、asciiコード上では1文字は8bit(=1Byte)の情報量を持ちます。

### 誤り訂正符号

情報を送信する場合には、2進数に変換された元の情報に検査記号を付加して送ります。これにより途中でノイズが入っても受信側で誤りを検出、訂正することが可能になります。

誤り検出、訂正を実現する最もシンプルな方法は情報を繰り返し送ることです。

例えば、送りたい情報が0か1の2通りの場合を想定します。2回繰り返す場合は0→00、1→11に変換して送り出すことになります。その際、途中でノイズが入って1bit反転し、01として伝わったとします。そうすると受信者は受け取った情報が誤ったものであることが分かりますが、元の情報が0であったのか1であったのかまではわかりません。同様の条件で3回繰り返す場合は0→000、1→111に変換して送信し、010として伝わったとします。すると受信者は元の情報が0であったことがわかりま

す。つまり、元の情報に2bitの情報に余計に付加することで誤り訂正できたこととなります。

どういふルールで符号化するかによって誤り訂正能力は変わります。検査記号が増えれば誤り訂正能力は上がりますが、送る情報量が多くなり効率が悪くなってしまいます。実際の符号化、復号においては数学的な演算を行うことでより少ない情報量で高い誤り訂正能力を得られるようになっています。

### QRコードの構成と誤り訂正能力

QRコードは大きく機能パターンと符号化領域で構成されます。機能パターンはQRコードの向きや歪みなどを補正する機能を持ちます。符号化領域には誤り訂正機能が付加されたデータが格納されます。



図1 QRコードシンボルの構造

なお、生成時に型式や誤り訂正レベルを選択可能となっており、型式は格納可能なデータ量を40段階、誤り訂正レベルは元のデータに対して許容される誤りの割合をL(7%),M(15%),Q(25%),H(30%)の4段階で設定可能です。

誤り訂正レベルを上げればより汚れや損傷に強くなりますが、データ量は多くなりQRコードのサイズも大きくなってしまいます。

### QRコードの今後

文字列を読み込むという点においては、近年AIの発展によりOCR(光学文字認識)の読み取り精度も向上していますが、正確さという点においてはQRコードがまだ有利であると考えます。現在は単純な文字列を埋め込んで使用するのが一般的ですが、構造化したデータの埋め込みにも利用可能です。例えば、名刺情報を指定されたフォーマット(vCard形式等)で文章を埋め込み、それをスマートフォンで読み込むと自動的に連絡先に登録するといったことも可能となっています。このように読み取るアプリケーション側に機能を付加していくことでQRコードの活用の幅はさらに広がっていくと考えられます。