

QR コードを生成する L^AT_EX マクロの開発と教材への応用

田中 聡* , 喜多 敏博 (熊本大学)

Development of a L^AT_EX Macro for Creating QR Codes
and its Applications to Teaching Materials

Tanaka Satoshi, KITA Toshihiro (Kumamoto University)

Abstract

QR Code, one of the two-dimensional codes, is becoming more and more common. It has the capacity of encoding much more information and various kinds of data than (one-dimensional) barcodes. In this research, we have developed a LaTeX macro which can easily create and insert QR Codes into the LaTeX document. distribution was developed.

Application of the QR Codes in the education using information media is proposed with examples.

キーワード : QR コード , 2次元コード , DTP システム , L^AT_EX マクロ , 教材開発
(QR Code , two-dimensional codes , DTP system , L^AT_EXmacro , teaching material development)

1. はじめに

バーコードは、読み取りの速さと正確さ、操作性の高さなどの特長から広く普及してきた。バーコードが普及し、その便利さが広く認識されるに伴い、「より多くの情報を収納できるコード」「より多くの文字種を表現できるコード」「より小さなスペースでの印字」などの要望も出され、情報量を多くするためにバーコードの桁数を増やしたり、複数のバーコードを並べたりといった工夫も施されてきた。しかし、これらの工夫は一方で表示面積を大きくしたり、読み取り操作を煩雑にしたり、印刷コストを上昇させたりといった問題も伴う。

こうしたニーズや問題に応えるため、2次元コードが出現した。2次元コードも、バーコードを積み重ねたタイプ(スタックドバーコード型)から、さらに情報密度を高めたマトリクス型に進化してきている。マトリクス型2次元コードの一種である QR コード⁽¹⁾⁽²⁾は誤り訂正能力が高い、漢字、かなを表現できる、などの特徴がある。QR コードは日本で開発されたもので、携帯電話のカメラで読み取れる等、徐々に一般にも普及してきている。

QR コードを印字する機会が増えてくると、文書中の任意の文字列を手軽に QR コードに変換できるツールがあれば便利である。本論文では L^AT_EX 文章中で、QR コードを簡単に生成し挿入できるマクロを開発した。ま

た、情報メディアを利用した教育における QR コードの応用を実例とともに提案する。

2. QR コード⁽¹⁾⁽²⁾

QR コードは、2次元コードの一種であり、「リーダにとって読み取り易いコード」を主眼にデンソーウェーブ(開発当時は株式会社デンソーの一部門)が開発し、1994年に発表している。バーコードは、一方向だけに情報を持っているのに対し、QR コード(二次元コード)は、縦、横二方向に情報を持つことで、記録できる情報量を飛躍的に増加させたコードである。QR コードにはモデル1、モデル2、マイクロ QR コードの3種類がある。

QR コードの仕様は公開されており、表1に示す時期に規格化されている。

表1 QR コード規格化の歴史

日付	QR コードの規格化
1997年10月	AIM International(国際自動認識工業会)規格として制定 (ISS-QRCode)
1998年3月	JEIDA(日本電子工業振興協会)規格として制定 (JEIDA-55)
1999年1月	JIS(日本工業規格)として制定 (JIS X 0510)
2000年6月	ISOの国際規格として制定 (ISO/IEC18004)

2.1 QR コードの構成 図1に QR コードの構成を示す。QR コードを構成する最小の単位(白黒の正方形)をセルといい、セルの組み合わせで QR コードは

表される。位置検出パターン(切り出しシンボル)と、タイミングパターン、誤り訂正レベルやマスク番号などの情報を持ったフォーマット情報、データ及び誤り訂正符号(リードソロモン符号)から構成されている。

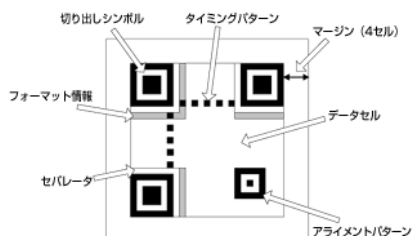


図1 QRコードの構成⁽²⁾

2.2 切り出しシンボル QRコードシンボルの3コーナーに配置される3個(マイクロQRは1個)の位置検出用パターンのこと。まずこのパターンを検索することでQRコードの位置を認識することができ、高速な読み取りを可能にしている。位置検出パターンは、縦、横、斜めのどの方向からでも必ず白セルと黒セルの比率が1:1:3:1になっている。このためQRコードが回転していても位置の検出と、3個のパターンの位置関係から回転角度を認識しているためどの方向からでも読み取ることができる。

2.3 マージン 2次元コードシンボルのまわりにある空白の部分のことをマージンと言う。QRコードモデル1,モデル2で4セル分、マイクロQRコードで2セル分の空白が必要となる。

2.4 タイミングパターン 白セルと黒セルが交互に配置され、シンボル内のモジュール座標を決定するのに使用する。QRコードには、位置検出パターンの間の2箇所配置される。

2.5 フォーマット情報 QRコードシンボルに、使用されている誤り訂正率とマスクパターンに関する情報を持つ。デコードを行なう際は、まず始めにここを読み出す。

2.6 誤り訂正符号 誤り訂正符号はQRコードの一部が損傷した場合においてもデータを損失することがなく、復元することができるようにリードソロモン法を用いて生成される。誤り訂正には、シンボルの損傷の度合いに応じた4段階のレベルを持っている。表2に誤り訂正レベルと訂正可能なコードに対する破損面積を示す。

2.7 記録できるデータ ISOの国際規格として制定(ISO/IEC18004)されているQRコードは、数字、英数字、漢字、バイナリのデータを扱うことができる。

表2 誤り訂正レベルとコードに対する面積⁽¹⁾

誤り訂正レベル	コードに対する破損面積
L	7%
M	15%
Q	25%
H	30%

また、漢字を表現するのに通常なら1文字16ビット(8ビット×2)必要なところを、1文字13ビットで表現することができる。

2.8 QRコードのサイズ(バージョン) QRコードにはバージョンと呼ばれるパラメータがある。QRコードのバージョンは1から40まで設定でき、それぞれのバージョン毎にセル構成(セル数)が決まっている。セル構成は、バージョン1で21セル×21セルから始まり、バージョンが1増える毎に縦横それぞれ4セルずつ増えていき、バージョン40では177セル×177セルまで設定されている。

2.9 QRコードモデル1 QRコードモデル1は、最初に作られたQRコードで、モデル2、マイクロQRコードの元となっている。モデル1は、バージョン1から14まで規格化されている。

2.10 QRコードモデル2 QRコードモデル2は、コードが大きいときの歪みに対する耐量を向上させるため、アライメントパターンを追加した構造となっている。モデル2は、バージョン1から40まで規格化されている。

2.11 マイクロQRコード 基板管理などのFA用途で要求の高い極小コードへの適応を図るために、QRコードの切り出しシンボルを1つにして印字面積効率を上げたコードである。情報が少ない場合にはより小さく印字することが可能である。

3. QRコードの特徴

3.1 大容量データの記録 従来のバーコードは、せいぜい20桁程度の情報量であったが、QRコードは、バーコードの数十倍から数百倍の情報量を扱う事ができる。QRコードは、数字・英字・漢字・カナ・ひらがな・記号・バイナリ・制御コード等あらゆるデータを扱う事が可能である。データ量は数字のみで最大7089文字まで1つのQRコードで表現できる。その他のデータの最大記憶容量を表3に示し、表4にバージョンと誤り訂正レベルによる記憶容量の違いを示す。

3.2 小スペースへの印字 QRコードは、縦・横両方向でデータを表現しているので、バーコードと同じ情報量であれば、10分の1程度の面積で表現できる。

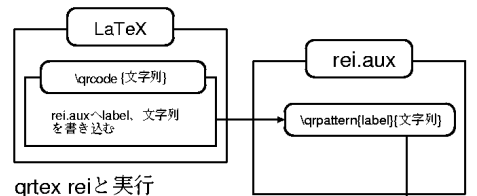
表3 QRコードの収納可能文字列数

数字のみ	最大 7089 文字
英数字	最大 4296 文字
バイナリ	最大 2953 バイト
全角かな・漢字	最大 1817 文字

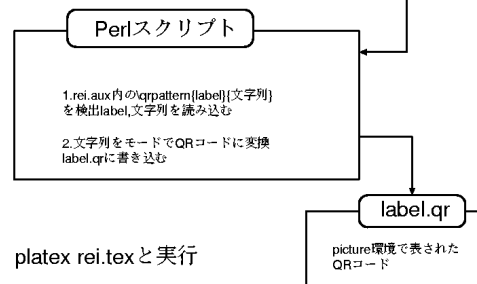
表4 バージョンとデータビット数

バージョン	セル数	誤り訂正レベル	データビット数
1	21×21	L	152
		M	128
		Q	104
		H	72
・			・
10	57×57	L	2912
		M	1728
		Q	1232
		H	976
・			・
・			・
40	177×177	L	23,648
		M	18,672
		Q	13,328
		H	10,208

platex rei.texと実行



qrtex reiと実行



platex rei.texと実行

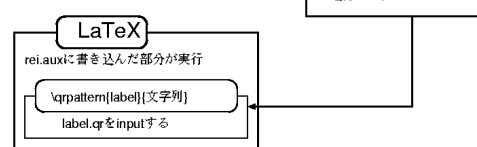


図2 QRコード生成の流れ

3.3 かな・漢字を効率よく表現 国産のQRコードは、「JIS第一・第二水準の漢字」を文字セットとしてコードの規格に定義している。日本語表現では、全角かな・漢字を1文字を13bitで効率よく表現できる。漢字を表現するのに通常は1文字16bit必要である。従ってQRコードは他の2次元コードに比べて20%以上多く全角かな・漢字の情報を記録することができる。

3.4 汚れ、破損に強い QRコードは、誤り訂正機能をもっているため、コードの一部に汚れや破損があってもデータの復元が可能である。

3.5 360度どの方向からでも読み取り可能 QRコードは、360度どの方向からでも、高速な読み取りが可能である。QRコードの中の3ヶ所の切り出しシンボルがガイドとなり、背景模様の影響を受けない安定した高速読み取りができる。

3.6 連結機能をサポート QRコードは、コード化したいデータを分割して表現する事もできる。逆の言い方をすれば、複数のQRコードに分かれて格納された情報を一つのデータとして連結する事が可能である。最大で16分割可能で、この機能を使うことにより、細長いエリアへの印字も可能となる。

3.7 読み取りリーダ QRコードの読み取りリーダには専用のスキャナもあるが、最近では、携帯電話内蔵のカメラを用いてQRコードを読み取ることができる携帯電話が増えてきている。この機能を利用して、メー

ルアドレスや電話番号などの個人情報をQRコードに印字しておき、QRコードを読み取って電話帳に登録したり、URIをQRコードから読み取ってそのURIへジャンプしたりすることができる。例えば、NTT DoCoMoの機種では、バージョンは1から10まで、モデルはモデル2だけに対応している⁽³⁾。

4. 開発したマクロ

本研究では、 \LaTeX ソースファイル中に、
 $\backslash\text{qrcode}\{\text{ラベル}\}\{\text{コード化したい文字列}\}$

と表記するだけで、該当箇所に文章中にQRコードが挿入される様なQRコード生成マクロを作成した。QRコード生成の全体的な流れを図2に示す。使用方法は、 $\text{Bib}\TeX$ と同様である。すなわち、文字列をQRコードに変換する外部プログラムを用いることとし、 \LaTeX を一度実行した後に外部プログラムによりQRコードを生成させて、もう一度 \LaTeX を実行することによってQRコードを挿入する様な形式をとることとした。ユーザは、QRコードを別途、図として作成する等の手間をかけることなく簡単にQRコードを文書中で使うことができる。

文字データをQRコードに変換する部分はY.Swetake氏が作成したQRcode Perl/CGI & PHP ver.0.50⁽⁴⁾を使用した。このプログラムはPerlとPHPで記述されており、QRコードを生成し表示するWebアプリケー

ションであり、QRコードモデル2のバージョン1から40に対応している。QRコードの出力形式はHTML、JPEG、PNGから選択できる。

今回は、HTMLの出力モードを参考にして、 \LaTeX モードを作成した。 \LaTeX モードでは、`picture`環境を用いて1セルを太さと長さが同じ直線で描くことで、QRコードが生成される。

5. 教材等への応用

QRコードは、様々なデータを「印刷」する手段として用いることができ、最近では、多くの携帯電話でも読み取り可能となってきているため、物流業界等に限らず、一般にも広く普及することも予想される。

これらの特性を活かし、教材における使用等、教育活動に応用できる可能性も色々考えられる。

5.1 出席確認表 \LaTeX ソース中に

田中 聡

識別コード：`\quad`
`\qrcode{gaku}{001-T0123}`

と書くと、印刷時には、

田中 聡

識別コード：



となる。QRコードで表しているのは、学生の学籍番号である。これをQRコードを読み取れるリーダーで読み取って学生の出席等の集計が可能となる。同様の例として、アンケートやテストの集計等に用いることも考えられる。

5.2 文章中での地図参照 図3に \LaTeX ソースと印刷時のイメージを示しているが、この場合は、学習者に参照してほしい地図のURIをQRコードで表している。携帯電話等でQRコードを読み込むと、URIが取得でき、そのURIにジャンプすることで、地図検索サービス⁽⁵⁾へアクセスでき、該当地点周辺の地図が表示される。

このように、URIが長い文字列になる場合には、ユーザにタイプさせる負担を避けるメリットがあり、また、地図そのものを教材内に印刷してしまうと時間が経つと地図が古くなってしまったり図示範囲が限られる、等の印刷物特有の特性も補える。

QRコードを用いると、URI等の文字に限らず、バイ

ナリデータをそのまま「印刷」することも出来るので、さらに応用が広がる可能性を持っている。

6. ま と め

本研究ではQRコードを生成する \LaTeX マクロを開発した。開発の一部としてY.Swetake氏が開発したQRcode Perl/CGI & PHPver.0.50⁽⁴⁾のHTMLモードを参考にしてQRcode Perl/CGI & PHPver.0.50に \LaTeX モードを追加した。作成した \LaTeX マクロとPerlスクリプトによって \BibTeX のような簡単な操作でQRコードを生成できるようになった。

QRコードの特徴を活かし、印刷物やディスプレイ、プロジェクトでの表示にQRコードを挿入することで、マルチメディアやインターネットを利用した教材作成を行う等、教育分野での応用を今後考えたい。

今回、開発したQRコード生成マクロは、Web上で公開している。(喜多のWebページ⁽⁶⁾からたどることができる。)

文 献

- (1) QRコードドットコム <http://www.qrcode.com/>
- (2) 2次元コードの基礎知識 <http://www.keyence.co.jp/barcode/2jigenbasic/index.html>
- (3) DoCoMo Net バーコード認識機能 http://www.nttdocomo.co.jp/p_s/imode/barcode/
- (4) QRcode Perl/CGI & PHP script 配布ページ <http://www.swetake.com/qr/index.html>
- (5) マピオン (地図検索サービスの一つ) <http://www.mapion.co.jp/>
- (6) 喜多のWebページ <http://t-kita.net/>

```

\begin{flushright}
執筆者: \quad
\qrcode{tanaka}{熊本大学 工学部 電気システム工学科 総合情報基盤センター 喜多研究室 001-T0123 田中聡}
\end{flushright}

```

熊本大学周辺 \

```

\qrcode{daigaku}{http://i.mapion.co.jp/c/f?uc=1&grp=link&nl=32/48/38.944&el=130/43/37.855&sc1=50000&coco=32/48/38.944,130/43/37.855&icon=star,0,,,}

```

には阿蘇から続く大きな川が流れ、野鳥が沢山生息する森があります。
交通の便も悪くなく、安く飲める居酒屋もいろいろあってとても良い所です。

\bigskip


学生寮や留学生のための宿舎は、
熊本市黒髪 7 丁目周辺 \


```


\qrcode{nanacho}{http://i.mapion.co.jp/c/f?uc=1&grp=link&nl=32/49/01.506&el=130/44/46.665&sc1=50000&coco=32/49/01.506,130/44/46.665&icon=star,0,,,}


```

にあります。
大学まで 2km 弱の距離で、散歩にはちょうど良い感じです。
小碓（おぜき）宿舎という職員宿舎も近くに 있습니다。

執筆者: 



熊本大学周辺  には阿蘇から続く大きな川が流れ、野鳥が沢山生息する森があります。交通の便も悪くなく、安く飲める居酒屋もいろいろあってとても良い所です。




学生寮や留学生のための宿舎は、熊本市黒髪 7 丁目周辺  にあります。大学まで 2km 弱の距離で、散歩にはちょうど良い感じです。小碓（おぜき）宿舎という職員宿舎も近くに 있습니다。

図 3 地図検索サービスと組み合わせた教材の例