

## QRコードによる物理化学実験支援システムの開発と教育的効果

吉村 忠与志\*

福井工業高等専門学校 物質工学科

(〒916-8507 鯖江市下司町)

\**tadayosi@fukui-nct.ac.jp*

### Development of Teaching Materials for a Physical Chemistry Experiment Using the QR Code

Tadayosi YOSHUMURA\*

Department of Chemistry and Biology Engineering, Fukui National College of Technology,

Geshi-cho, Sabae, Fukui 916-8507, Japan

(Received November 12, 2008; Accepted November 28, 2008)

The development of teaching materials with the QR code was attempted in an educational environment using a mobile telephone. The QR code is not sufficiently utilized in education, and the current study is one of the first in the field. The QR code is encrypted. However, the QR code can be deciphered by mobile telephones, thus enabling the expression of text in a small space.

Contents of "Physical Chemistry Experiment" which are available on the Internet are briefly summarized and simplified. They are encoded in QR in each theme of the experiment. They are put on student's laboratory table. Its utilization as a supplementary teaching aid before, during, and after the teaching experience was attempted. Student utilized the teaching materials of the handmade QR code, and then he/she finished the laboratory experiment.

**Key words:** QR code, Mobile telephone, Experiment Teaching Materials

#### 1. 緒言

学生実験「物理化学」の学習支援システムをウェブ上で公開し、学生に対して事前・事後学習に利用させてきた[1]。近年の携帯電話の普及を鑑み、携帯電話のディスプレイ・サイズに適応した学習支援システムもウェブ上で公開してきた[2]。これらはすべてインターネットの下で利用することができるものである。ところで、携帯電話にはいろいろな機能が装備されており、その一つに、QRコードの読取機能がある。こ

の機能を利用した学習支援システムはほとんど開発しておらず、在ってもURLを読み込んで教材サイトに飛ぶものだけである。

今回、QRコードによる物理化学実験支援システムの開発に挑戦し、それを学生に使用してもらい、その教育効果を調査した成果について報告する。

#### 2. 事前学習用物理化学実験システム

我々は図1のホームページで事前学習用物理化学実

験システムをインターネット公開して、本校物質工学科4年「物質工学実験Ⅲ」において事前学習を課して学習環境を提供してきた[1]。その内容の一部として、図2の「希釈熱測定」の第1章の一部を示す。この内容提示は、デスクトップのパソコン画面を想定したものである。そのため、それを携帯電話の表示画面では閲覧・読解には無理がある。



図1 事前学習用物理化学実験のためのホームページ



図2 事前学習用物理化学実験の希釈熱測定の第1章ページ

図2からもわかるように内容を示す文書が長文であり、携帯電話での読み取りには向いていない。そこで、我々は、このシステムをベースとして携帯電話の表示

画面サイズに適応した内容にリメイクしたシステムとして、図1にも示した携帯電話用物理化学実験システムを作成し、携帯電話からインターネットを介して物理化学実験の内容を把握できるシステムを公開している[2]。その一部を図3の目次と希釈熱画面で示す。

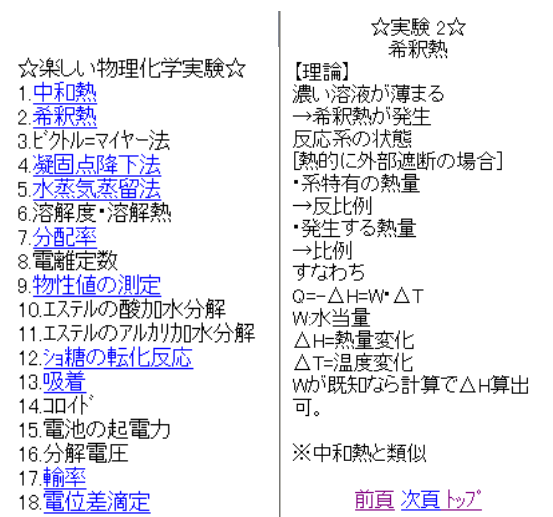


図3 携帯用物理化学実験の目次と希釈熱画面

学生は全員携帯電話を持っている状況の中で、携帯電話の教具としての利用を検討することは重要である。その意味で図3のような携帯用学習教材を提供することは必要である。

ところで、携帯電話がQRコード読取機能を標準装備していることに着目して、この観点から教具となる可能性を検討した。QRコードである程度の長さの文章が提示できること、それはオフラインで使用できること、パソコンなどの機器が要らないので実験室での実験支援教材として提示できることなど、教具として有用な利点がたくさん存在する。

### 3. QRコード

スーパーのレジでよく利用されているのが一方向だけに情報をもつたさんのバーが並んだバーコードであるが、近年QRコードが開発・普及して、その目覚しきは携帯電話でのQRコード読み取り機能の標準装備である。いろいろなチラシの端にQRコードが付けられて、そこからいろいろな多くの情報を獲得できるようになっている。

QRコードは二次元コードの一つでデンソーウェブ

が 1994 年に開発・発表した。図 4 のようにバーコード(一次元コード)は一方方向だけに情報を持つのに対して、QR コード(二次元コード)は縦横の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ものである。

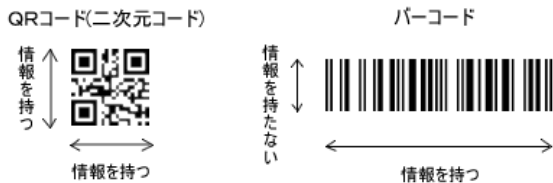


図 4 一次元と二次元のコード

QR コードは文字情報であれば、データ量は開発仕様 7,089 文字まで 1 つのコードで表現できる。そして、QR コードの強みは印刷されたコード自身の汚れや破損があってもデータを復元できることである。

具体的な利用事例としては図 5 に示すようにタグ整理を必要とする分野でよく利用されている。

概要

自動車業界では、発注者情報、受注者情報、品番、数量などをQRコード化した「納品書・受領書」を自動車部品の発注・検品に利用

効果

大量の納品データをワンタッチで収集  
従来のOCR伝票に比べ、用紙代的大幅削減

図 5 具体的な利用事例[3]

ところで、QR コードを利用した教材をインターネット検索しても該当するものが無く、全く教材利用はされていないようである。QR コードの利点を考えると、早急な開発が重要と思われる。

これまでの学生を見ていると、実験台に完成マニュアル(テキスト)があると、事前学習しない傾向がある。それは、完成マニュアルを見ながら実験できることが挙げられる。そのような教育的配慮から、テキストを

用意するために、インターネットでの事前学習を強要している。

事前学習では、実験項目でのアウトライン学習があり、さらに、実験途中での測定値の確認が必要となる。実験マニュアルの提示はしないことで、テキストが見たいとなったとき、携帯電話での教材提示、すなわち、QR コードでの提示となる。

QR コードは、最大 2,953 バイト漢字・かな(Shift\_JIS)最大 1,817 文字の文書提示ができるとカタログ表示されている。小スペースのコード印字、汚れや破損に強いことが特長である。実験台での汚れに強く、携帯電話ですぐ読み取れることが利点である。

図 6 無料 QR コード作成ソフト一覧[4]

QR コード作成には、専用ソフトを購入する必要が無く、図 6 のような無料 QR コード作成ソフト一覧のホームページより選択して利用することができる。

QRコードを 作成する文字列	入力 必須	ここに、QRコードを作成する文字を入力してください。 URLやメールアドレスなど入力内容は自由です。 ※が既知なる計算でΔH算出可。 ※中和熱と類似 (例)http://www.cman.jp/QRcode/
セルの縦横数	任意	【推奨】 最速セル数に自動調整 <input type="button" value="変更"/> 通常は[推奨]をご利用ください
セルの表示倍率	任意	【推奨】 3倍 <input type="button" value="変更"/> 通常は、3倍程度でご利用ください
誤り訂正レベル	任意	【推奨】 レベルH (30% 復元能力) <input type="button" value="変更"/> 通常は[推奨]をご利用ください
色	任意	作成するQRコードの色(セル色、背景色)を「変更」ボタンで選択してください。 セル色 #000000 <input type="button" value="変更"/> 背景色 #FFFFFF <input type="button" value="変更"/>
文字の重ね合わせ (文字を重ね合わせる 場合に指定)	任意	文字 <input type="text"/> 文字色 #FF0000 <input type="button" value="変更"/> サイズ 【推奨】 標準 <input type="button" value="変更"/> 位置 中央 <input type="button" value="変更"/>
画像の重ね合わせ (画像を重ね合わせる 場合に指定)	任意	画像 なし <input type="button" value="変更"/> 位置 右下 <input type="button" value="変更"/>
作成ファイル形式	任意	【推奨】 PNG 形式 <input type="button" value="変更"/> 作成するファイル形式の選択が可能です
【QRコード無料作成】		このボタンをクリックすると上記内容でQRコードが作成されます。 <input type="button" value="QRコードを作成する"/> ※ JavaScriptを有効にご利用ください

図 7 QR コード作成ページ[5]

http://www.cman.jp/QRcode/

携帯電話のキャリアや機種によって QR コードの認

識率が異なるので、自分が作成した文書の QR コード作成を行って、自分の携帯電話で認識を確認することが重要である。

我々が利用した QR コード作成ソフトは図 7 のページのものを利用した。

#### 4. QR コードによる物理化学実験支援システム

福井高専では物質工学実験Ⅲとして物理化学 1 9 テーマの課題を提示して、学生実験を実施している。その際、上記で説明した学生実験「物理化学」の学習支援システムをウェブ上で事前に学習して実験操作ノートを作成し、本実験を実施させている。そこで今回開発した QR コードによる課題テーマは 8 つ(中和熱測定、希釈熱測定、分子量測定[ビクトルマイヤ法][凝固点降下法][水蒸気蒸留法]、溶解度、分配率、電離定数)とした。

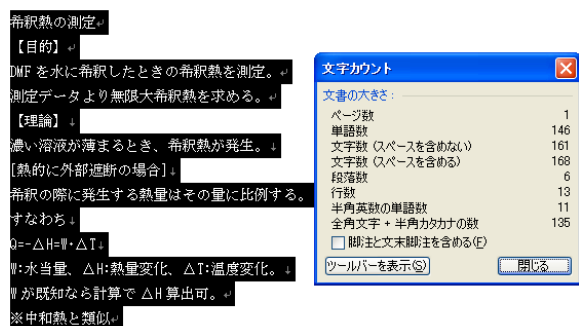


図 8 文字数 168 字の文書

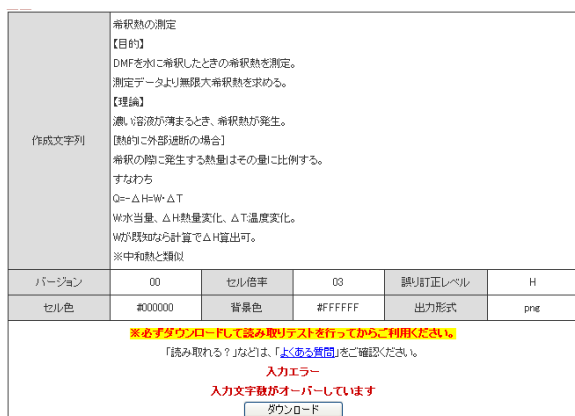


図 9 文字数 168 字での作成エラー表示

まず、各実験項目における QR コードの作成について記述する。その一例として先ほどの「希釈熱測定」を利用する。内容を説明する文書であるが、図 8 に示すような文字数 168 字では、図 9 に示すように作成エ

ラーが表示された。

同じ内容でも文字長さを精査して図 10 のように 155 字まで縮小させると、図 11 のように QR コードを作成することができた。

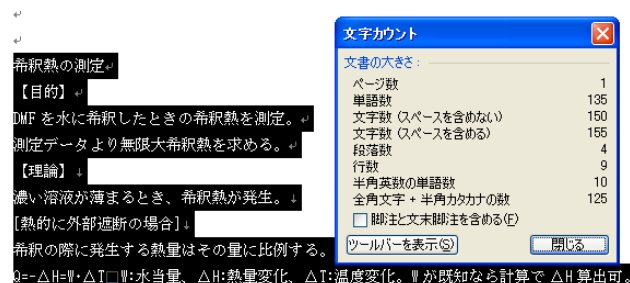


図 10 文字数 155 字の文書



図 11 文字数 155 字で QR コード作成

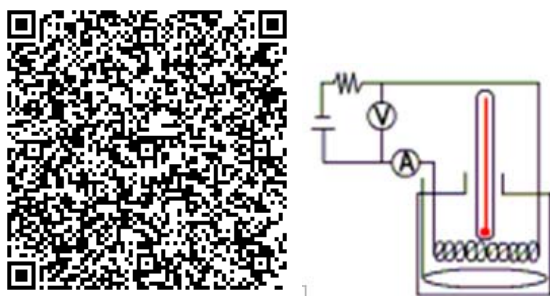
QR コードには、携帯電話のキャリアや機種の違いによって解読能も異なると指摘されているが、我々が作成に利用したシーマン社(cman)の QR コード作成においては、QR コード読み取り機能を有する携帯電話では読み取れないものは無く、学生においてもそのような問題は生じなかった。

図 12 のような QR コードによる実験情報を印刷した A4 紙を実験テーブルに置き、必要とするとき学生が自主的に活用する方針とした。図 12 と 13 は「希釈熱測定」の学生実験で提示した QR コード表であるが、このような形態で各テーマの QR コード表を作成し、実験台の上で提示した。図 12, 13 のように説明に必要

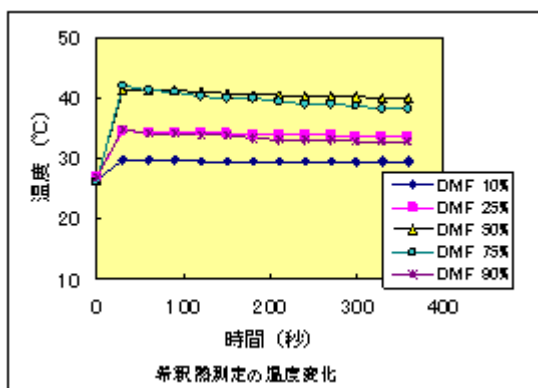
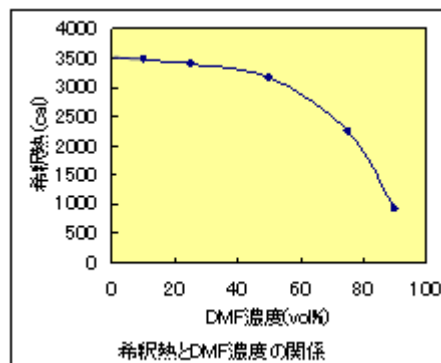
な図表はそのまま用紙に掲載した。

実験内容の手ほどきを受け、QRコード表は利用しなくなる傾向にあった。

理論



実験と結果



考察



図 12 希釈熱測定についての QR コード 1

図 13 希釈熱測定についての QR コード 2

5. 教育的効果

本教材を使用した学生に対してアンケート調査を行った。その結果を質問内容とともに記述する。

「あなたは実験演習に QR コードシステムを使いましたか。」という設問に対して、「はい」と回答した者が 41%であった。最初の段階だけ利用した後、前任者に

「事前学習においてパソコンと携帯電話との利用でどちらが便利でしたか。」という設問に対して、「パソコン」と回答した者が 88%であった。インターネットによる物理化学実験支援システムを事前に利用していることもあり、調べものはやはりパソコンであった。「便利な理由」として、画面が大きいこと、操作に慣れて

いること、より詳しい説明が得られることであった。

「インターネットによる事前学習システムの携帯バージョンは利用しましたか。」という設問に対して、「はい」と回答した者が 56%であった。携帯電話でのインターネットシステムもよく利用された。「いいえ」と回答した者の理由は、パソコンより操作が面倒。携帯はパケット代がかかることであった。

「QR コードで読み取ったテキストは保存しましたか。」という設問に対して、「はい」と回答した者が 57%であった。その理由として、実験中やレポート作成に見直すため、実験と並行して比較するため、再確認のためということである。

「QR コードシステムが実験室にあることで、便利さを感じましたか。」という設問に対して、「はい」と回答した者が 86%であった。その理由として、分からなくなったときすぐ見られること、測定値が合っているかすぐ確かめられること、机にあまり物を置かなくて済むこと、事前学習ノートに記載していないことを確認できること、実験操作の再確認ができること、その場で確認できる便利さなどを挙げた。

「QR コードで読み込んだ説明文は読みやすかったですか。」という設問に対して、「はい」と回答した者が 64%であった。それに対して、「いいえ」と回答した者の理由は、簡潔な記述なので分かりにくいこと、携帯画面の文字が読みにくいこと、文書の区切りがなく読みにくいこと、などを挙げた。

「QR コードが理論、実験、結果、考察に分けて作られていますか、その点で読み取りやすかったですか。」という設問に対して、「はい」と回答した者が 93%であった。なるべく文書での情報量を多くするために、理論、実験、結果、考察の 4 項目で整理して提示した

ことはよかった。

## 6. 結言

携帯電話が利用できる教育環境において QR コードによる教材開発を試みた。教育分野では QR コードの利用はほとんど無く、この研究は萌芽的研究である。QR コードはキャラクタ表示されていないので、そのまま解読できない点と小スペースで文書表現を可能にすることができる点が強長である。

本研究では、従来からインターネット公開で提示している「物理化学実験」の内容を簡潔にまとめて、テーマごとに QR コード化し、実験台に常設することで事前学習のみならず実験中及び事後での学習の補助教材としての利用を試みたものである。

作成した QR コードの教材を学生に利用してもらい、その教育効果を調査したところ、高い評価を受けた。

本研究は、日本コンピュータ化学会秋季年会(講演番号 2002、高知大学にて 2008.9.28)で発表したものを纏めたものである。

## 引用文献

- 1) 吉村忠与志ホームページ  
<http://bigjohn.ce.fukui-nct.ac.jp/butsuka/>
- 2) <http://bigjohn.ce.fukui-nct.ac.jp/butuka-i/>
- 3) <http://www.qrcode.com/>
- 4) <http://freesoft-100.com/pasokon/qrcode.html>
- 5) <http://www.cman.jp/QRcode/>