

O-019

トレースタグの物理的分割を可能にする機械可読コードの開発

A New Design of Machine Readable Printed Code for Physically Dividable Trace Tag

加藤 あすか[†] 三上 貞芳^{†‡} 長野 章[§]

Asuka Kato Sadayoshi Mikami Akira Nagano

1. はじめに

昨今、食品偽装などの問題から食品安全への信頼が低下している。その中で食品が本当に安全かを確認する方法のひとつとしてトレーサビリティというシステムがある[1]。トレーサビリティが導入されている分野は様々あるが、食品に関しては食肉や農作物が主であり、あまり水産物については導入が進んでいなかった。その理由として、水場作業のために電子部品が扱いにくい、導入コストや作業効率により時間的コストが増す、出荷形態が様々であるといったことがあげられる。このような点を考慮して導入されたトレーサビリティの例として、青森県十三湖ですでに導入されているQRコードを用いたトレーサビリティシステムがある[2]。QRコードは携帯電話による読み取りも可能で、現在は世界的に普及しつつある機械可読コードである。しかし、既存のコードでは商品の分別などにより小分けが生じると、途中でコードを追加生成、登録する必要が生じる。そのため、小分けされることを前提に販売される商品以外にはコストが増加することになる。そこで、図1のようにQRコードなどの機械可読コードの中にそれ自身の縮小コードを埋め込むことで発行時に一括で登録を行い、以降は紙面を物理的に分割することで、埋め込まれた機械可読コードに分割するという方法を提案する。



図1 物理的分割可能コードの利用例

2. 関連研究

2.1 トレーサビリティ

1章で述べているように、トレーサビリティ導入におい

て、牛肉、および米穀が主となっている[1]。理由として、牛肉においてはBSE問題やそれに端を発する偽装問題が牛肉に対する消費者の信頼性低下を招いたために導入されることとなった[6]。米穀においては、安全性が低い米穀の流通を防止、および円滑な流通を確保するための基礎とすることが目的となっている[1]。しかし、これらの食肉や米穀、また野菜等の農産物とは異なり、水産物においては各水揚港ごとに仲買との取引が行われ、出荷されていく。農産物のような全国規模の農業協同組合ではなく、漁業組合はその水揚港を利用する生産者の組織である。また、水産物は自然物であることから大きさなどがそれぞれ異なり、それにより生鮮、加工用など用途も異なってくる。これらの理由より水産物は農産物とは異なった流通形態を持っているのである[7]。

例として青森十三湖産大和シジミにおいて導入したトレーサビリティシステムを取り上げる[2]。図2のように大和シジミの出荷形態において、出荷は一定の重量で行われ、小売りにおける販売も一定の重量で行われることから出荷時の重量に応じたコードを発行することでトレーサビリティを行っている。ここで用いているコードは水場作業で汚れがつく可能性を考慮し、汚れに強いQRコードを用いている。また、コストの増加や業務効率の低下を防ぐために中間業者では機材を用いた登録を行わず生産者から仲卸の情報のみ記録するシステムとなっている。この方法の場合、出荷の際の重量と小売りでの重量が異なれば流通に異常が発生したことを感知できるが、図3のように流通の重量が決まっていなかった場合には適用が難しい。

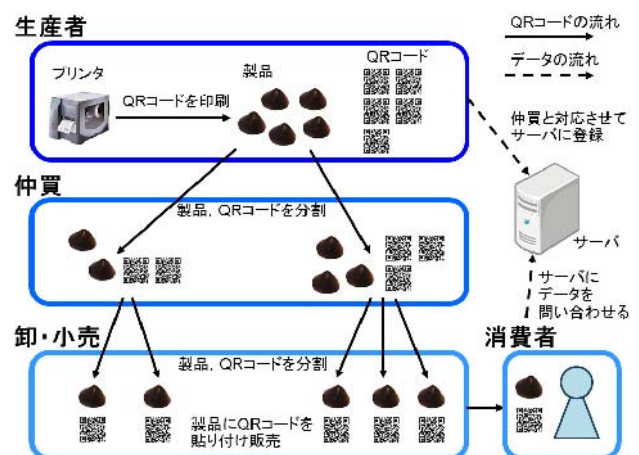


図2 青森十三湖産シジミの例

[†] 公立はこだて未来大学大学院 Future University Hakodate

[‡] Nanyang Technological University

[§] 公立はこだて未来大学 Future University Hakodate (2011/4 まで)

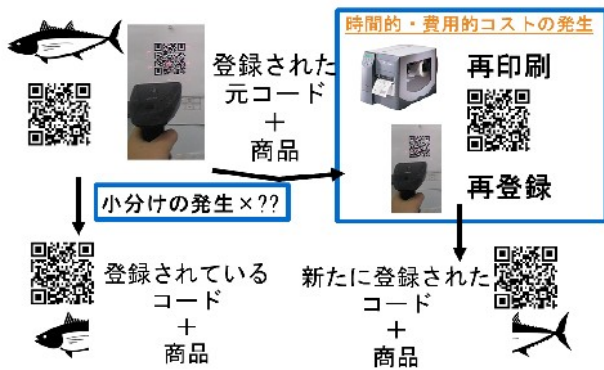


図3 流通形態が不明な場合に想定される既存フロー例

3. 分割可能コード

3.1 タグの物理分割によるトレース情報の伝達

QRコードなどの機械可読コードが印刷されているタグを、情報の入出力なしに分割し小分け流通の情報タグとした継続したトレースを可能とする方法を次のように考案した。以下、生鮮物トレーサビリティシステムを例として説明する。まず、生産者がコードを発行する。図4のように、この際、埋め込まれたコードには情報に加えて通し番号が振られており、以降、どの業者や小売にどのコードが流通していったのかはこの番号を用いて追っていく。次に流通業者の情報については事前に登録しておく、コード化しておく。生産品に添付したコードと流通業者の情報を含んだコードのいずれも読み取りを行い、生産品と業者の情報の結びつける。この際、分割された小さなコードはひとつ読み込み、いくつコードを割り当てられたのかを記録しておく。これにより、流通業者がそれぞれどの生産品をいくつ持っていったのかを記録していき、流通経路を記録する。



図4 流通形態が不明な場合に想定される提案フロー例

3.2 分割可能QRコード

提案する分割可能コードはQRコードの黒、もしくは白のセルが正方形に4つ以上密集している部分に元となったコードと同様のQRコードを縮小し、埋め込むというものである。可読性についてJIS規格では70%以上コントラスト比に差があるとよいとされているが、携帯電話や専

用読み取り機による読み取りでは、多くの場合、50%程度でも読み取りは可能である[3]。また、高いエラー訂正機能を持つため多少の欠損ではデータが変わらない特性がある。今回提案するコードでは、コントラスト比は70%に近い値を保つように努めている。図4に、例として通常のQRコードを示す。図5は、図4のコードから作成した分割可能なQRコードである。黒のセルの中には黒にコントラストが偏ったコードを、白のセルには白にコントラストが偏ったコードをそれぞれ埋め込んでいる。QRコードはある一定のクワイエットゾーンと呼ばれる外側の余白部分を必要とするため埋め込むコードは実際の埋め込まれるセルの大きさよりも小さくなる。図5のように、濃度を調整した縮小コードで、もとの白、黒の適当な領域を置き換えることで、コード全体が読み取り可能であり、埋め込まれた小さなコードも独立して読み取ることが可能である。したがって、小さいコードが必ず含まれるように紙面を分割すれば、分割したコードに元のコードの情報を持たせることにより、元のコードとの関連性を複数のラベルに伝達させることができる。



図5 サンプルQRコード

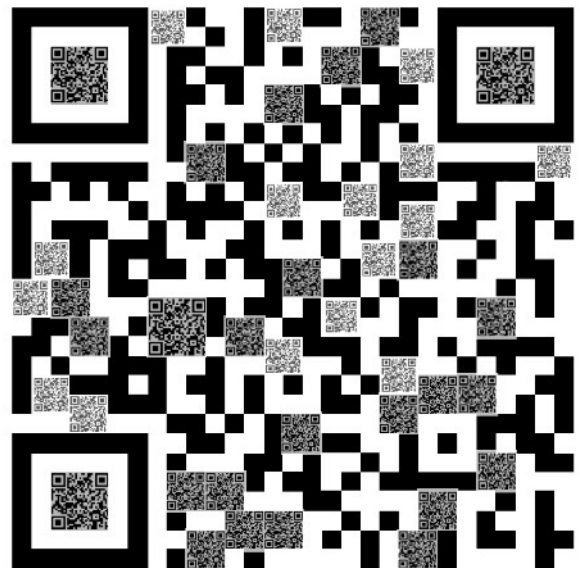


図6 物理的分割可能QRコードの例

3.3 埋め込みセルの設計法

埋め込みを行うセルは、元のコードの黒に相当するブロックを背景比率との差が70%になるよう設計した黒のサブコードで置換している。また、元のコードの白に相

当するブロックを元のコードの70%コントラストを落とした白に近いサブコードで置換するよう設計している。原理的には黒白それぞれのブロックすべてをサブコードに置換できるが、セルのサイズと読み取り解像度の関係から、なるべくセルのサイズが小さくならないよう分割するのが望ましい。そこで今回は4ブロック以上を一つの単位とした。各サイズごとのサブコードは図6のような黒にコントラストが偏った対比のコード図と、白にコントラストが偏った図を用いて決定した。それぞれのコードの大きさは上から図5のコードの25セル分、16セル分、9セル分、4セル分、1セル分となっている。サブコードの読み取り可能性については、実験により確認を行っている。読み取り機と携帯電話で読み取りテストを行った結果を表1, 2に示す。その結果として、コントラスト比が70%の状態でも4セル分まで読み取り可能ということがわかった。図6左の結果は表1に、図6右の結果は表2にそれぞれ示す。なお、読み取り機は(株)デンソー製GT10Q-SU (USBタイプ)を使用した。これにより2.2節のように埋め込みを行うセル数は4セル以上同色で正方形に集まっている部分とした。

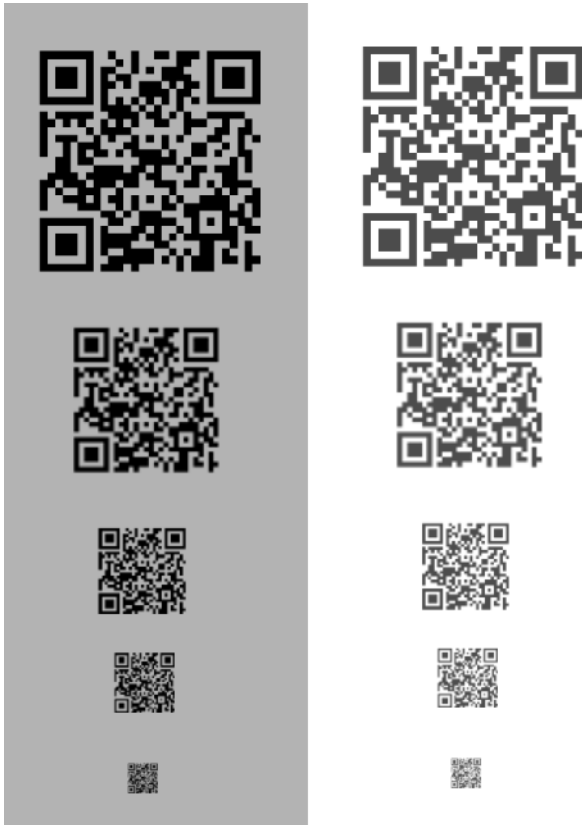


図7 黒コントラストに偏った可読検証用コード表(左図)
白コントラストに偏った可読検証用コード表(右図)

	25	16	9	4	1
読み取り機	○	○	○	○	×
携帯電話	○	○	○	○	×

表1 黒コントラストの読み取り結果

	25	16	9	4	1
読み取り機	○	○	○	○	×
携帯電話	○	○	○	○	×

表2 白コントラストの読み取り結果

左図は下地のアルファ値を70%、黒領域を100%に設定している。右図は下地を100%、黒領域を70%に設定している。これは2.1節に記述した規格に合わせて設定している。表1, 2より、4セル分の埋め込みコードならば読み取り可能なことが分かる。これにより、埋め込みを行うのは4セル、9セルの集合部分に埋め込みを行うこととした。

3.4 可読性の検証

データの増加に伴い、セルの大きさは小さくなる。それに伴う可読性の変化を検証した。検証に用いるコードは自動生成した分割可能QRコードとした。データ量は日本語で40文字、80文字、英数混じり42文字とし、これらのデータそれぞれにエラー訂正率4段階でコードを生成している。読み取りは前述の読み取り機を使用し、EPSON LP-S5000でA4用紙に印刷したもので行った。読み取り結果を表3, 4, 5, 6, 7, 8に示す。また、文字数やエラー訂正率によりコードの分割数が増減し、それに伴いコードの大きさも細分化される。コードのセル数、分割可能数をそれぞれ表9, 10に示す。

表3 コード全体の読み取り結果 (読み取り機)

	L	M	Q	H
40文字	×	×	×	○
80文字	×	×	×	×
英数混じり 42文字	×	×	×	×

表4 9セルコードの読み取り結果 (読み取り機)

	L	M	Q	H
40文字	○	○	○	○
80文字	○	○	×	×
英数混じり 42文字	○	○	○	○

表5 4セルコードの読み取り結果 (読み取り機)

	L	M	Q	H
40文字	○	○	○	○
80文字	○	○	×	×
英数混じり 42文字	○	○	○	○

表6 コード全体の読み取り結果 (携帯電話)

	L	M	Q	H
40文字	×	×	×	×
80文字	×	×	×	×
英数混じり 42文字	×	×	×	×

表7 9セルコードの読み取り結果 (携帯電話)

	L	M	Q	H
40文字	○	○	○	○
80文字	○	○	○	○
英数混じり 42文字	○	○	○	○

表8 4セルコードの読み取り結果 (携帯電話)

	L	M	Q	H
40文字	○	○	○	○
80文字	○	○	×	×
英数混じり 42文字	○	○	○	○

表9 それぞれのコードのセル数

	L	M	Q	H
40文字	37	37	45	49
80文字	49	53	61	69
英数混じり 42文字	29	33	33	41

表10 埋め込みコード数

	L	M	Q	H
40文字	90	68	117	117
80文字	125	150	218	293
英数混じり 42文字	39	43	64	96

表3, 4, 5, 6, 7, 8, 9より, データ量の増加に伴うセルの細分化により, 読み取りが不可能になることがわかる. 表9を見ると, データ量に伴いセルが細かくなっていることが分かる. これより, エラー訂正率をどの段階に設定しても読み取りを行えるコードを生成するにはデータが多くとも160バイト以下(日本語で80文字程度)であることが生成する際の条件となる. また, 今回検証に用いたコードは紙に印刷し, 読み取りを行ったが, PC画面上での読み取りではコード全体もすべて読み取りが可能であったことから印刷機の性能も可読性にかかわっている可能性が高い.

3.5 他コードへの応用

さらに今回開発した手法は, 1次元バーコードや他2次元コードの一部への適応も可能である. 1次元コードの分割では長いコードを発行し, それを小分けにすればよいが, それでは長い1次元コードを発行し, その長いものを流通させていかなければならず, また最終的に必要な長さがわからないため, 途中でコード複数回がなくなる可能性あり, 印刷コストも増加する. しかし, 今回開発した手法では一つのコードとして扱えるコードの中にコードを埋め込むため印刷コストは抑えられ, 一度発行してしまえばある程度の分割が可能となる. 図7に物理的分割可能な1次元コードの例を示す.

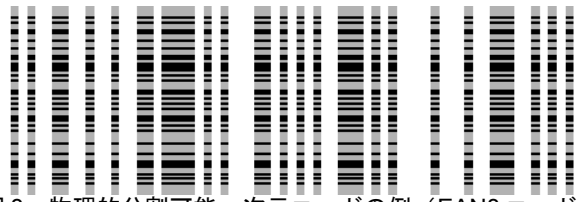


図8 物理的分割可能な1次元コードの例 (EAN8コード)

4. まとめ

物理的に分割しても読み取り可能とする二次元コードの設計方法を提案した. これにより, 入力出力機器を利用せずに元の情報を維持したまま複数のコードに引き継がせることが可能となった. このコードを利用することによって, 例えば食品トレーサビリティにおいては, 荷分けの際情報の再登録の手間をはぶくことができる. 設計した物理的分割可能なQRコードの例で実験を行った結果, 読み取り機, 携帯電話両方で全体, および部分コードがいずれも読み取り可能であることが確認できた. しかし, 自動生成プログラムにより生成したコードでは全体コードの読み取りができなかったことから, 今後は可読性の向上を行う. また, トレーサビリティにおける実用性の検証を行う.

謝辞

本研究は文科省地域イノベーションクラスタープログラム [グローバル型] 函館マリンバイオクラスターの援助を受けて進められた.

参考文献

- [1] 農林水産省, “農林水産省/トレーサビリティ関係”, <http://www.maff.go.jp/j/syouan/seisaku/trace/index.html>.
- [2] 女川 穂高, 三上 貞芳, 長野 章, 高木 剛, 鳴海 日出人, 桑原 伸司, 若林 隆司, “水産トレーサビリティシステムにおける偽装防止技術の実用化—2次元コードのすかしコード導入による信頼性の確保—”, FIT2006 講演論文集, M-006 (2006).
- [3] JIS X 0510:2004, “二次元コードシンボル - QRコード - 基本仕様”
- [4] 社会法人 日本自動認識システム協会, “これでわかった2次元シンボル - バーコードのすべて -”, 株式会社オーム社 (2004).
- [5] 社会法人 日本自動認識システム協会, “よくわかるバーコード・二次元シンボル”, 株式会社オーム社 (2010).
- [6] 高田棟彦, “よくわかる牛肉トレーサビリティ法”, (株) 食肉通信社 (2004, 1).
- [7] 日本フードシステム学会, “フードシステム研究シリーズ No.2 水産物のフードシステム”, 財団法人 農林統計協会 (1999, 4).