

経済産業省委託
平成23年度国際標準開発事業

モバイルORM（光学的読取媒体）の品質評価仕様
及び導入ガイドラインに関する標準化
成果報告書

平成24年3月

株式会社デンソーウェーブ

目次

| | |
|--|----|
| 1. 事業概要 | 2 |
| 1. 1 事業名 | 2 |
| 1. 2 背景と目的 | 2 |
| 1. 3 事業目標 | 2 |
| 2. 昨年度のまとめ | 2 |
| 3. 今年度の事業概要 | 3 |
| 4. 事業詳細 | 3 |
| 4. 1 第1回モバイル ORM 標準化委員会の概要 (2011年10月11日開催) | 3 |
| 4. 2 第2回モバイル ORM 標準化委員会の概要 (2011年12月19日開催) | 4 |
| 4. 3 第3回モバイル ORM 標準化委員会の概要 (2012年2月8日開催) | 5 |
| 4. 4 モバイル ORM 品質評価結果の詳細 | 6 |
| 4. 4. 1 MQR (携帯電話画面に表示する二次元シンボル) の品質評価 | 6 |
| 4. 4. 1. 1 MQR 試験方法 | 6 |
| 4. 4. 1. 2 MQR の品質評価結果 | 9 |
| 4. 4. 1. 3 携帯電話の画面輝度調査 | 16 |
| 4. 4. 1. 4 携帯電話の画面輝度調査の補足 | 18 |
| 4. 4. 2 MBR (携帯電話のカメラで読む二次元シンボル) の品質評価 | 19 |
| 4. 4. 2. 1 MBR 試験方法 | 19 |
| 4. 4. 2. 2 MBR 評価結果 | 20 |
| 4. 4. 3 携帯電話内蔵カメラでの MBR 画像取得結果 | 23 |
| 4. 5 MBR サンプル調査結果 | 26 |
| 4. 5. 1 MBR1 | 26 |
| 4. 5. 2 MBR2 | 35 |
| 4. 5. 3 MBR3 | 38 |
| 4. 5. 4 市場サンプル収集結果のまとめ | 40 |
| 4. 6 ガイドライン記載内容の検討 | 42 |
| 4. 6. 1 表示系に関するガイドライン記載内容の検討 | 42 |
| 4. 6. 2 読取系に関するガイドライン記載内容の検討 | 42 |
| 4. 7 標準化進捗状況 | 43 |
| 5. 本年度のまとめ | 45 |
| 6. 今後の展開 | 45 |

1. 事業概要

1. 1 事業名

平成23年度国際標準開発事業（モバイル ORM（光学的読取媒体）の品質評価仕様及び導入ガイドラインに関する標準化）

1. 2 背景と目的

日本では、携帯電話で QR コード（二次元シンボル）を読み取り、そこに符号化された URL 情報を用いて、目的の Web サイトにアクセスするアプリケーション（読取系）及び携帯電話に表示した QR コードを搭乗券、入場券、クーポンなどの情報媒体として用いるアプリケーション（表示系）が広く普及している。

本事業は、二次元シンボルの読取系、表示系アプリケーションで想定される問題を未然に防止するための技術標準及びガイドラインを開発し、国際標準化を推進することで、この技術を適用する市場の安定した拡大に貢献し、更にはサービス提供者、利用者双方が利便性向上及び紙・磁気ストライプなどの媒体コスト低減による経済的メリットを享受できることを目的とする。

1. 3 事業目標

モバイル ORM（光学的読取媒体）の品質評価仕様及び導入ガイドラインに関する国際規格を制定する。

2. 昨年度のとまとめ

平成22年度は、独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構の戦略的国際標準化推進事業／標準化研究開発／「モバイル ORM（光学的読取媒体）の品質評価仕様及び導入ガイドラインに関する標準化」を受託し、研究及び規格開発を実施した。

この事業では、モバイル機器に表示した二次元シンボルの品質評価方法の開発及びモバイル機器内蔵カメラで紙に印刷した二次元シンボルを読み取る場合の性能評価方法の開発を行った。

表示品質評価では、紙に印刷したシンボルの品質評価方法を基に、モバイル機器のディスプレイに表示させた場合の輝度、コントラストの評価方法を検討した。まず、国内外の携帯電話のディスプレイに QR コードを表示し、顕微鏡写真を撮影し解析することで、二次元シンボルを紙に印刷した場合との相違を明確にした。次に、モバイル機器のディスプレイの表示品質に影響を与える要因として配線領域（常に発光しない領域）の存在及び色の表現方法（サブピクセルの形状及び配置）に着目し、評価仕様を検討した。この評価仕様を基に検証装置を作製し、表示品質の評価を行った。ここから得られた情報を基に、モバイル機器への二次元シンボルの表示ガイドラインに必要な項目を検討した。

読取性能評価では、ISO/IEC 15423 「バーコードスキャナ及び復号器の性能試験方法」が適用できることを確認した。但し、携帯電話特有の機能の取り扱いを明確にするため、QR コードのテストチャートを携帯電話に内蔵されたカメラで読取る試験を実施した。ここから得られた情報及びデータを基に、モバイル機器内蔵カメラで読取る二次元シンボル作成ガイドラインに必要な項目を検討した。標準化については、2010年6月に日本から提案した NP (Information technology - Automatic identification and data capture techniques - Reading and display of ORM by

mobile devices) は賛成多数で承認された。2011 年 4 月に開催された SC31 WG6 スtockホルム会議に出席し、ワーキングドラフトの検討を行い、本事業の成果を反映させた。

3. 今年度の事業概要

3. 1 概要

日本提案の ” ISO/IEC 16480 Optically Readable Media (ORM) print quality for mobile devices and ORM display quality on mobile devices ” の国際標準化を推進する。

注記：NP 提案後、タイトル変更の投票が行われ、上記タイトルに変更された。

3. 2 実施項目

国際標準に記載する事項の技術的検討及び実機でのデータ取得を行い、規格案を提案する。

① 表示品質評価方法の検討

(1) 評価パラメタの検討と評価仕様の開発

(2) 表示ガイドラインの作成

② 読取性能評価方法の検討

(3) 評価仕様開発及びテストチャート仕様の検討

(4) 二次元シンボル作成ガイドラインの作成

③ 国際規格案の提案

ISO/IEC 16480 は、NP 投票を通過し、4 月 20 日の国際会議において投票後のコメント対応を実施した。今年度は、10 月の国際会議に向けて作業原案 (WD) の作成を行い、更に、本事業の成果を委員会原案 (CD) に反映させる。

④ 報告書作成

3. 3 実施期間

平成 23 年 5 月 25 日から平成 24 年 3 月 1 日までの期間。

4. 事業詳細

今年度はモバイル ORM 標準化委員会を 3 回開催し、品質評価方法の検討を行った。

4. 1 第 1 回モバイル ORM 標準化委員会の概要 (2011 年 10 月 11 日開催)

①事業概要及び昨年度の進捗状況を説明後、具体的な品質評価方法の検討を実施した。標準化については、2011 年 4 月の SC31 WG6 スtockホルム会議でワーキングドラフトの検討を開始し、10 月のシアトル会議に向けてテストプランの検討を開始した。ISO/IEC 16480 は、NP 投票を通過し、4 月 20 日の国際会議において投票後のコメント対応を実施した。

②モバイル ORM 品質評価方法の検討

(1) ISO/IEC WD16480 の「要求事項」を中心に説明及び、検討を行った。

(2) 画像のグレード付け

基本的な考え方は、ISO/IEC15415 (二次元シンボル印刷品質の評価仕様) に基づいて評価を行い、Z 寸法 (実測最小モジュール寸法) に応じてグレード判定値を調整する。

(3) 読取条件と照明条件

シンボルサイズに応じた3通りの読取条件を定める。

質疑応答：

ポスターやビルに掲示されるような大きな二次元シンボルの読み取りは、カメラアングルによる歪みや掲示される面の湾曲など、実際の場面で読む場合の条件を考慮すべきではないか。

→ 基本的には、カメラで取った画像に印刷品質規格を適用して評価する手法をとるが、画像取得方法については、ISO/IEC SC31 WG1 で検討する。

4. 2 第2回モバイル ORM 標準化委員会の概要 (2011年12月19日開催)

①SC31/WG6 エバレット会議報告

- ・日本から提案した ISO/IEC 16480; Optical Readable Media (ORM) print quality for mobile devices and ORM display quality on mobile devices につき、WG1 と WG6 合同で規格の審議をしていくことになり、今回はその第2回の会議としてワーキングドラフトの内容を検討した。
- ・当規格のエディタは別途、投票にて Intermec 社の Sprague Ackley 氏と辻本委員が共同エディタとして任命されている。Sprague Ackley 氏は、WG1 議長であり、長年に渡り、米国自動認識業界で標準化活動に従事しており、数多くのバーコードの規格を手掛けている。
- ・モバイル機器に表示するコードの名称については、共同エディタの Sprague Ackley 氏と協議し、QR コードを意識した MQR を提案している。
- ・今回の会議でも MQR が特定のシンボルを意図しているとの指摘があったが、MQR の定義（モバイル機器のディスプレイに表示されるコードでバーコードリーダにより読み取られる）の議論に止め、名称についてはそのまま MQR で通すことにした。
- ・今後、もし、MQR の名称について議論となる場合は、モバイル ORM コードとして市場で広く使われている QR コードに端を発しているが、Mobile Quality Readable コードの略称として使用することで理解を求める。
- ・なお、モバイル機器のカメラで読むコードの名称は MBR とし、近接で読むコードを MBR1、ポスター表示など 1m 程度離れて読むコードを MBR2、屋外でのビル広告など遠距離で読むコードを MBR3 として規定していく。
- ・MQR 表示品質については、日本から昨年度の NEDO でのモバイル ORM 評価結果を報告し、紙への印刷との違いを考慮した品質評価項目としてクワイエットゾーンノイズを提案し、ドラフトに盛り込まれた。
- ・引き続き、日本と米国で MQR、MBR の品質評価検証を進めていくが、米国は GS1 経由でオハイオ大学に MQR 評価テストを依頼するとのことであり、現在、テストプランを作成中である。

②モバイル ORM 品質評価の進め方

資料に基づき、モバイル ORM 品質評価の進め方を説明の後、内容を審議した。

質疑応答

- ・画像処理としては、元の二次元シンボルの印刷状況より、得られた画像がどうなるのかの視点

で試験を考えてみてはどうか。例えば、**MBR3**（ビルの壁面など 10m 程度離れて読む二次元シンボル）では、元の二次元シンボルの印刷状況にフォーカスするのではなく、仰角などによる画像の歪み、遠距離から読取ることによるフォーカスの状況、天候による明るさの相違などにより、得られる画像がどうなるかを考慮した試験にしてはどうか。

→ 特に **MBR3** については、条件が多く複雑であるので、単純化したモデルで仰角、傾斜角、周囲の明るさを変えて室内でシミュレーション的に読取り評価試験を実施する。

・**MBR**（携帯電話のカメラによる二次元シンボルの読取り）の読取り試験については、**MBR1**（新聞・雑誌の **QR** コード）、**MBR2**（ポスター、店頭広告など 1m 程度離れて読む **QR** コード）、**MBR3** と **QR** コードの大きさを分けて読取り試験するよりは、上記のように **MBR1**、**MBR2**、**MBR3** で何が変わるのかの視点で読取り試験の条件を考えた方が良い。

→ **QR** コードの大きさは、**MBR1** で多く使われているモジュール寸法 0.3mm 角を中心に 4 段階程度で、上記の角度や周囲の明るさに加え、色やシンボルコントラスト（**SC**）を変えて読取り評価を実施する。

・携帯電話画面の明るさ、**RGB** 比率と表示 **QR** コードの読取りの相関については、**RGB** 比率よりは得られた画像のコントラストによる影響が大きいのではないかと。また、日本の携帯電話の白色は、色焼け（黄ばみ）が気になるとのことで青色が強調されている。

→ まずは市場で使われている携帯電話の画面の明るさ、**RBG** 比率がどうなっているのか調査する。明るさについては、スマートフォンのように多段階で明るさを設定できるもので、読取りとの相関を調査する。

・今後の予定は、12 月 26 日の週に読取り評価試験を実施し、2 月中旬までに事業報告書としてまとめ、提出する。また、当事業の成果を 4 月 23 日の週に京都で開催される **SC31/WG1&WG6** 会議でのモバイル **ORM** 規格検討会議で報告し、ドラフトに反映させ、**CD** を完成させる。

4. 3 第 3 回モバイル **ORM** 標準化委員会の概要（2012 年 2 月 8 日開催）

①モバイル **ORM** 品質評価結果の報告

(1)**MQR**（携帯電話画面に表示する二次元シンボル）

- ・シンボルコントラスト（**SC**）については、評価した全機種において、画面の明るさの設定を暗、中、明に変えてもほとんどの機種において **SC** 値にあまり差はなく、また、全てグレード **A** という結果であり、現行ドラフトでの輝度グレードの判定基準の見直しが必要と思われる。
- ・モジュールの伸縮については、同一機種における明るさ設定の違いによる値のばらつきはほとんどなく、機種により差はあるものの、評価をした全機種においてグレード **A** であった。また、伸縮の傾向として水平及び垂直共に黒モジュールが細くなる方向であり、白モジュールが点灯、黒モジュールが消灯であることから、消灯部分が点灯部分の影響を受け、黒モジュールが細くなる傾向があると推定した。
- ・クワイエットゾーンノイズについても、同一機種における明るさ設定の違いによる値のばらつきはほとんどなく、機種により、グレード **A**～**C** の分布となったが、読取り自体は良好であり、グレード判定基準の見直しが必要と思われる。
- ・携帯電話の明るさ設定では、品質評価に大きく影響を与える結果とはならなかったため、明るさを多段階で調節できるスマートフォンを用いて評価試験をし、明るさと品質評価の関係につ

いて調査する。

- ・クワイエットゾーンのグレード判定基準について、クワイエットゾーンのピクセル輝度値の増減と SC との比ではなく、ピクセル輝度値の分布状態（偏差）をグレード判定の基準としてはどうか。また、グレード付けでなく、閾値を設定してデコードのように A（合格）と F（不合格）のみにした方が良いのではないか、とのコメントがあった。--> 今回取得したデータを分析して検討する。
- ・読取り評価をデンソーウェーブ製の読取装置でしか実施していないので、他メーカーの読取装置で読取りできないものがあれば、それも考慮してグレード判定基準を定めていくのが良いのではないか、とのコメントがあった。--> 今後、他メーカーの読取装置での評価試験の実施を検討する。
- ・最近、デザイン化した QR コードを多く見かけるようになり、色も各種使われており、背景色も含めた色使用のガイドラインがあると良い。--> 昨年度、色の評価は実施したが、背景色は白固定であったため、MBR で評価したように背景色との関連も含めた色使用の評価を検討する。
- ・なお、今回評価した携帯電話の画面輝度について、白色表示は明るさ設定が暗で 20~60cd/m²、中で 70~150cd/m²、明で 120~280cd/m²であった。

(2)MBR（携帯電話のカメラで読む QR コード）

- ・昨年度実施した読取り評価試験で読取り良好であった PCS0.6 以上、反射率差 47%以上のテストチャートを用いて、読取り限界角度を調査する。今回は携帯電話を固定して QR コード側の角度を変えることでモデル的に読取り限界角度を測定する。
- ・PCS 値が大きくなるに従って、読取り限界角度も大きくなると想定したが、機種により、その傾向にばらつきがあった。--> 携帯電話のカメラは画像を補正する仕組みがあり、機種によりその方法も違うのでその影響が出ているのではないかと推測。
- ・実際に携帯電話のカメラでどのような画像になっているのか、画像を見て考察した方が良いのではないか、とのコメントがあったため、画像を取得して検証する。

4. 4 モバイル ORM 品質評価結果の詳細

モバイル ORM 標準化委員会で検討した評価方法に従って各種データを取得し、解析を行ったので、以下詳細を記述する。

4. 4. 1 MQR（携帯電話画面に表示する二次元シンボル）の品質評価

目的:携帯電話に表示した二次元シンボルの読取り性能と携帯電話画面の明るさとの関係を調査し、国際標準原案に、その結果を反映させる。

4. 4. 1. 1 MQR 試験方法:

① 携帯電話画面の輝度測定

- ・使用計測器:横河電機 マルチメディアディスプレイテスタ 3298F (図 4. 1 参照)



図 4. 1 輝度測定用計測器外観

- ・測定した機種：携帯電話 16 機種及びスマートフォン 1 機種（詳細は表 4. 1 参照）。
- ・測定方法：
 - 黒色表示部及び白色表示部の輝度、色度を測定する。
 - 携帯電話の明るさは初期設定、各色タイルを表示させて測定する。
- ・測定回数：各 3 回

表 4. 1 測定に用いた機種一覧

| 携帯 | キャリア | 機種 | 発売時期 | ディスプレイ仕様 | | | カメラ仕様 | |
|-----|----------|----------|------|--------------|---------|--------|---------|------|
| | | | | 種別 | ピクセル構成 | サイズ | 画素数 | 種別 |
| 1 | SoftBank | 902SH | 2004 | モバイルASV | 240×320 | 2.4インチ | 202万画素 | CCD |
| 2 | SoftBank | 811T | 2006 | TFT | 240×320 | 2.4インチ | 324万画素 | CMOS |
| 3 | SoftBank | 705N | 2006 | TFT | 240×320 | 2.2インチ | 200万画素 | CMOS |
| 4 | au | W43H | 2007 | TFT | 240×400 | 2.6インチ | 207万画素 | CMOS |
| 5 | au | W44K | 2007 | TFT（全透過型ASV） | 240×320 | 2.4インチ | 201万画素 | CMOS |
| 6 | docomo | N706ie | 2008 | TFT | 240×427 | 3.0インチ | 200万画素 | CMOS |
| 7 | au | W63H | 2008 | TFT | 240×800 | 3.1インチ | 500万画素 | CMOS |
| 8 | au | W64K | 2008 | TFT | 240×400 | 2.7インチ | 197万画素 | CMOS |
| 9 | au | W64SH | 2008 | モバイルASV | 480×854 | 3.5インチ | 512万画素 | CMOS |
| 10 | SoftBank | 921T | 2008 | 有機EL | 400×240 | 2.8インチ | 324万画素 | CMOS |
| 11 | SoftBank | 941SC | 2010 | 有機EL | 800×480 | 3.3インチ | 812万画素 | CMOS |
| 12 | docomo | L-04B | 2010 | TFT | 240×320 | 2.4インチ | 310万画素 | CMOS |
| 13 | docomo | P-05B | 2010 | 有機EL | 240×427 | 3インチ | 810万画素 | CMOS |
| 14 | au | CA005 | 2010 | TFT | 480×854 | 3.2インチ | 1295万画素 | CMOS |
| 15 | au | K006 | 2010 | TFT | 240×400 | 3.0インチ | 331万画素 | CMOS |
| 16 | au | T005 | 2010 | TFT | 480×854 | 3インチ | 808万画素 | CMOS |
| スマホ | SoftBank | iPhone4S | 2011 | TFT | 960×640 | 3.5インチ | 800万画素 | CMOS |

② 携帯電話に表示した二次元シンボルの表示品質測定

・使用測定器：QK21（図4. 2参照）

・検査項目

- | | | |
|---|---------------------|-----------|
| 1 | 復号 | |
| 2 | シンボルコントラスト | SC |
| 3 | モジュールの伸縮（水平、垂直） | DH、DV |
| 4 | 軸の非均一性 | AN |
| 5 | 未使用誤り訂正 | UEC |
| 6 | クワイエットゾーンノイズ（水平、垂直） | QTNH、QTNV |
| 7 | 総合判定 | |

品質評価パラメータの検査結果例

グレード判定値とパラメータ値

| 項目 | 判定 | 判定値 |
|-------|----|-------|
| 復号 | A | 成功 |
| SC | A | 0.87 |
| DH | A | -0.20 |
| DV | A | -0.20 |
| AN | A | 0.00 |
| UEC | A | 1.00 |
| QTNH | B | 0.17 |
| QTNV | A | 0.10 |
| TOTAL | B | - |

機種

| グレード | 復号 | SC | DH | DV | AN | UEC | QTNH | QTNV | TOTAL |
|------|----|-------------|--------------------------|--------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------|
| A | 成功 | ≥ 0.70 | $-0.50 \leq D \leq 0.50$ | $-0.50 \leq D \leq 0.50$ | ≤ 0.00 | ≥ 0.62 | ≤ 0.15 | ≤ 0.15 | B |
| B | - | ≥ 0.55 | $-0.70 \leq D \leq 0.70$ | $-0.70 \leq D \leq 0.70$ | ≤ 0.08 | ≥ 0.50 | ≤ 0.20 | ≤ 0.20 | |
| C | - | ≥ 0.40 | $-0.85 \leq D \leq 0.85$ | $-0.85 \leq D \leq 0.85$ | ≤ 0.10 | ≥ 0.37 | ≤ 0.25 | ≤ 0.25 | |
| D | - | ≥ 0.20 | $-1.00 \leq D \leq 1.00$ | $-1.00 \leq D \leq 1.00$ | ≤ 0.12 | ≥ 0.25 | ≤ 0.30 | ≤ 0.30 | |
| F | 失敗 | < 0.20 | $-1.00 > D, D > 1.00$ | $-1.00 > D, D > 1.00$ | > 0.12 | < 0.25 | > 0.30 | > 0.30 | |

図4. 2 測定器外観と検査結果例

- ・測定した機種：携帯電話 16 機種及びスマートフォン 1 機種（詳細は表 4. 1 参照）。
- ・測定方法：
 - － 携帯電話の明るさは高、中、低の 3 段階に設定
 - － 上記各明るさで QR コードを表示し、QK21 で品質評価パラメタを測定
- ・測定回数：
 - － 輝度、色度は各 3 回
 - － QK21 での測定は各 4 回
- ・表示する QR コード：(図 4. 3 参照)
 - － 4 ピクセル/モジュール構成
 - － バージョン 1



図 4. 3 測定に用いた QR コード

4. 4. 1. 2 MQR の品質評価結果

① 参照復号グレードと白色表示輝度

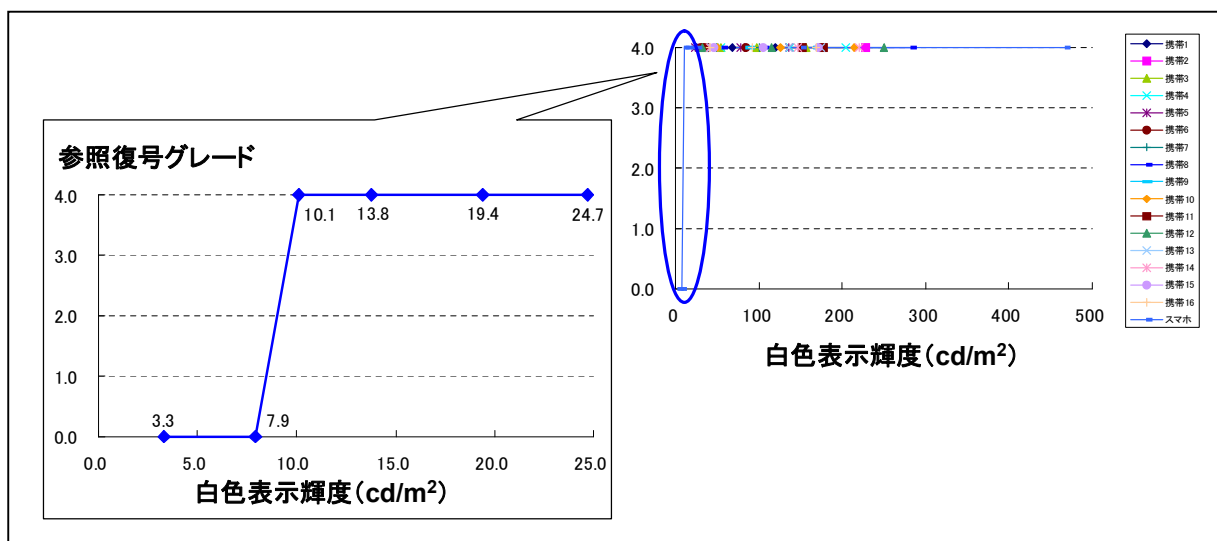


図 4. 4 参照復号グレードと白色表示輝度との関係

携帯電話では全ての明るさ設定、全ての機種で参照復号（個々のシンボル仕様で規定する参照復号アルゴリズムを適用して、有効な復号が成功したかどうか）が可能（グレード A）であったが、

スマートフォンでは、携帯電話より暗い明るさが無段階に設定でき、 10cd/m^2 を下回ると参照復号が不可能となった。参考までに、 10.1cd/m^2 及び 7.9cd/m^2 のときの画像を図4. 5に示す。

一般的な携帯電話では、画面の明るさを最も暗い設定にしても、有効な復号が可能であったが、より暗い画面設定が可能なスマートフォンでは、復号ができない場合があることがわかった。その閾値は、今回の測定装置では 10.1cd/m^2 と 7.9cd/m^2 の間に存在する。この結果を、国際標準原案に盛り込む。

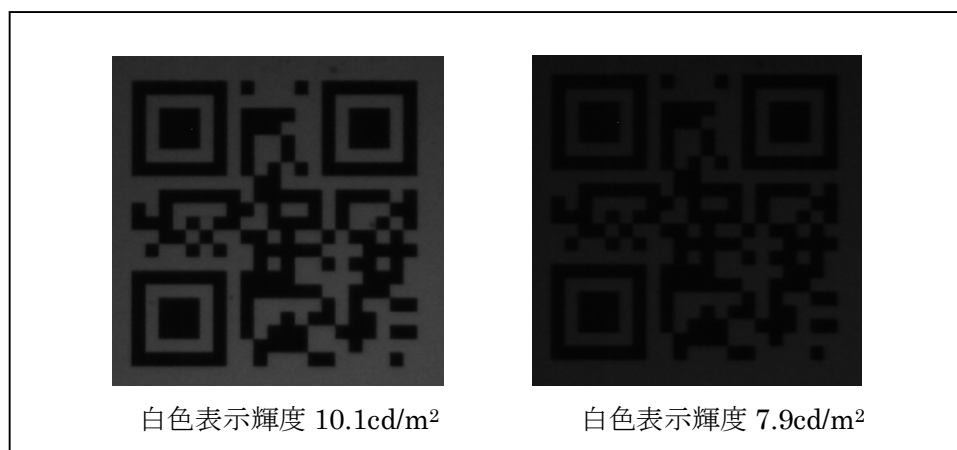


図4. 5 白色表示輝度のサンプル画像

② シンボルコントラスト値と白色表示輝度 - 1

携帯電話及びスマートフォンのディスプレイのシンボルコントラスト (SC) 値と白色表示部の輝度との関係を図4. 6に示す。

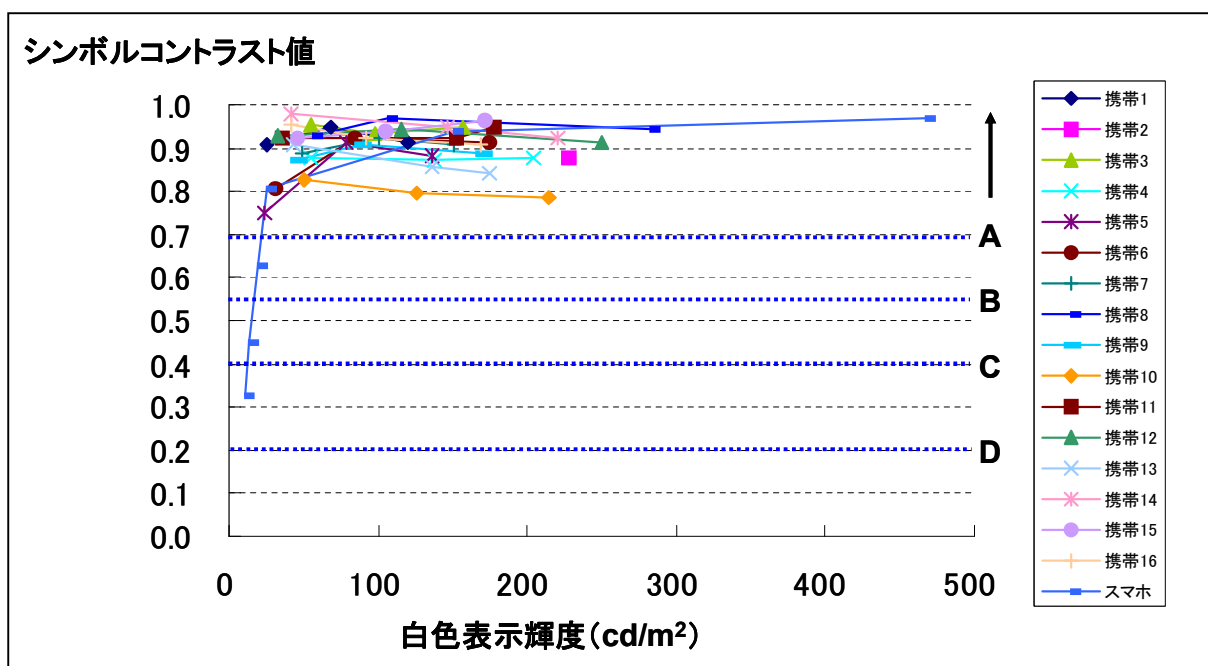


図4. 6 シンボルコントラスト値と白色表示輝度との関係

携帯電話では、画面の明るさ設定が低いと SC 値が低い機種が見られたが、多くの機種においては、明るさの設定を変えても SC 値は、ほとんど変化がなく、また、全ての明るさ設定、全ての機種でグレード A であった。

スマートフォンでは、携帯電話より暗い明るさが無段階に設定できる。白色表示部の輝度値が 25cd/m^2 以上ではグレード A であったが、 25cd/m^2 を下回ると急激に SC 値が低くなった。 25cd/m^2 では 0.81 あった SC 値が、 19cd/m^2 では 0.63、 14cd/m^2 では 0.45、 10cd/m^2 では 0.33 と急激に低くなった。

上記傾向を考慮して、輝度に関する評価項目を検討していく。

③ シンボルコントラスト値と白色表示輝度 - 2

スマートフォンのディスプレイの SC 値と白色表示部の輝度との関係の詳細を図 4. 7 に示す。スマートフォンでは、携帯電話より暗い明るさ設定 (20cd/m^2 未満) ができ、白色輝度値が 24.7cd/m^2 ではグレード A (0.81) であったが、図 4. 7 のグラフで示すように 25cd/m^2 を下回ると SC 値が直線的に低くなり、 19.4cd/m^2 では 0.63、 13.8cd/m^2 では 0.45、 10.1cd/m^2 では 0.33 と落ち込んだ。グレードという観点で見れば、 25cd/m^2 以上ではグレード A であったが、 20cd/m^2 でグレード B、 15cd/m^2 でグレード C、 10cd/m^2 でグレード D となる。

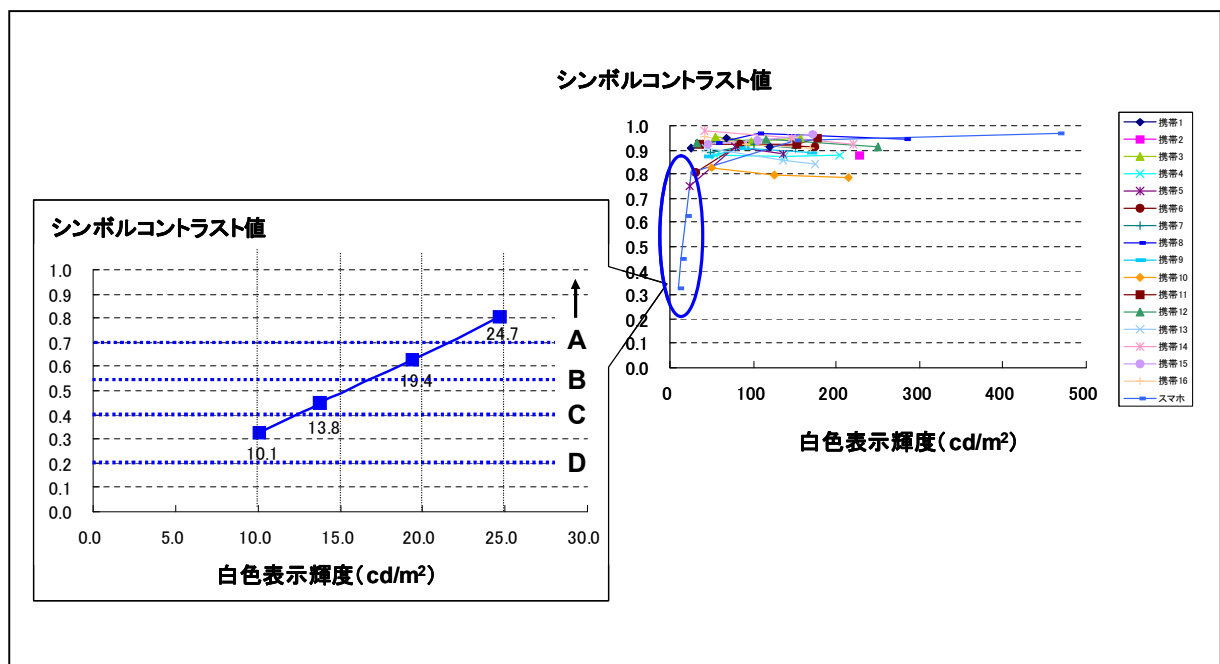


図 4. 7 スマートフォンのシンボルコントラスト値と白色表示輝度との関係

④ モジュールの伸縮 (水平) と白色表示輝度

携帯電話及びスマートフォンのモジュールの伸縮 (水平) と白色表示輝度 (cd/m^2) の関係を図 4. 8 に示す。

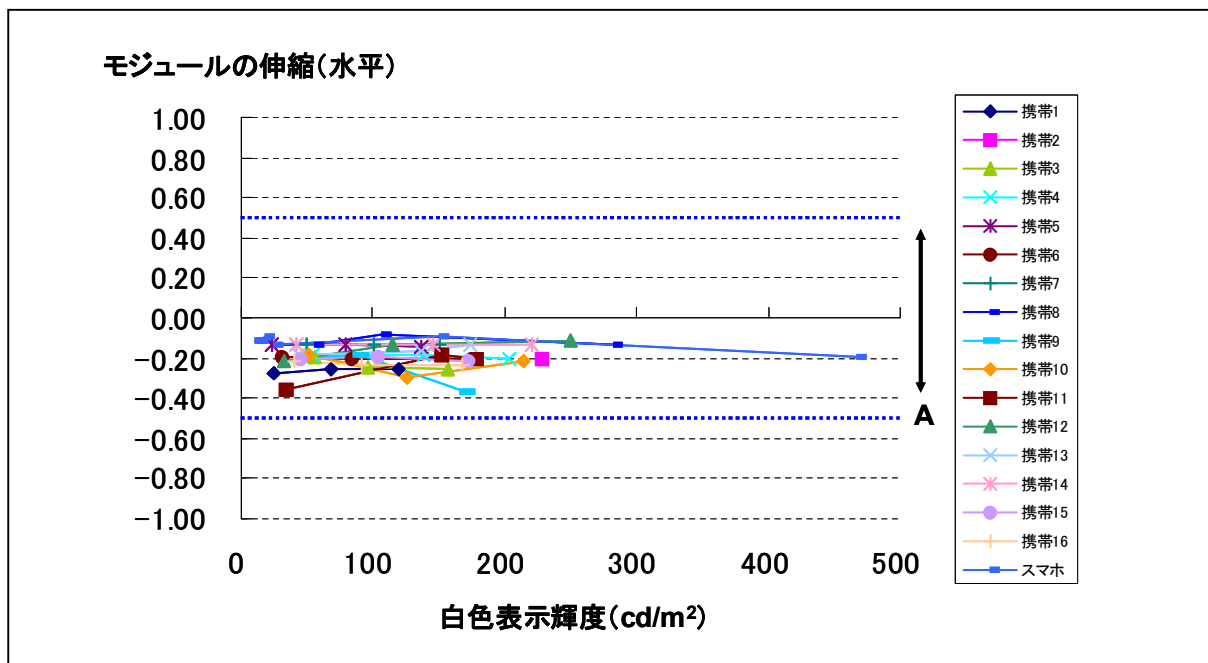


図4. 8 モジュールの伸縮（水平）と白色表示輝度との関係

モジュール伸縮（水平）値について、同一機種においては明るさの設定によるばらつきはあまり見られない。また、全ての明るさ設定、全ての機種でグレードAであった。

なお、携帯電話より暗い明るさが無段階に設定ができるスマートフォンでも読取れる限界の輝度値 10cd/m^2 以上であれば、携帯電話同様に、明るさによるばらつきはあまり見られず、グレードAであった。この結果から、モバイル機器のディスプレイにおいて、モジュール伸縮（水平）はグレードの低下は少ないため、品質評価パラメタとして考慮する必要性は小さいと言える。

⑤ モジュールの伸縮（垂直）と白色表示輝度

携帯電話及びスマートフォンのモジュールの伸縮（垂直）と白色表示輝度（ cd/m^2 ）の関係を図4. 9に示す。

モジュール伸縮（垂直）値について、同一機種においては明るさの設定によるばらつきはあまり見られない。また、全ての明るさ設定、全ての機種でグレードAであった。

なお、携帯電話より暗い明るさが無段階に設定ができるスマートフォンでも読取れる限界の輝度値 10cd/m^2 以上であれば、携帯電話同様に、明るさによるばらつきはあまり見られず、グレードAであった。この結果から、モバイル機器のディスプレイにおいて、モジュール伸縮（垂直）はグレードの低下は少ないため、品質評価パラメタとして考慮する必要性は小さいと言える。

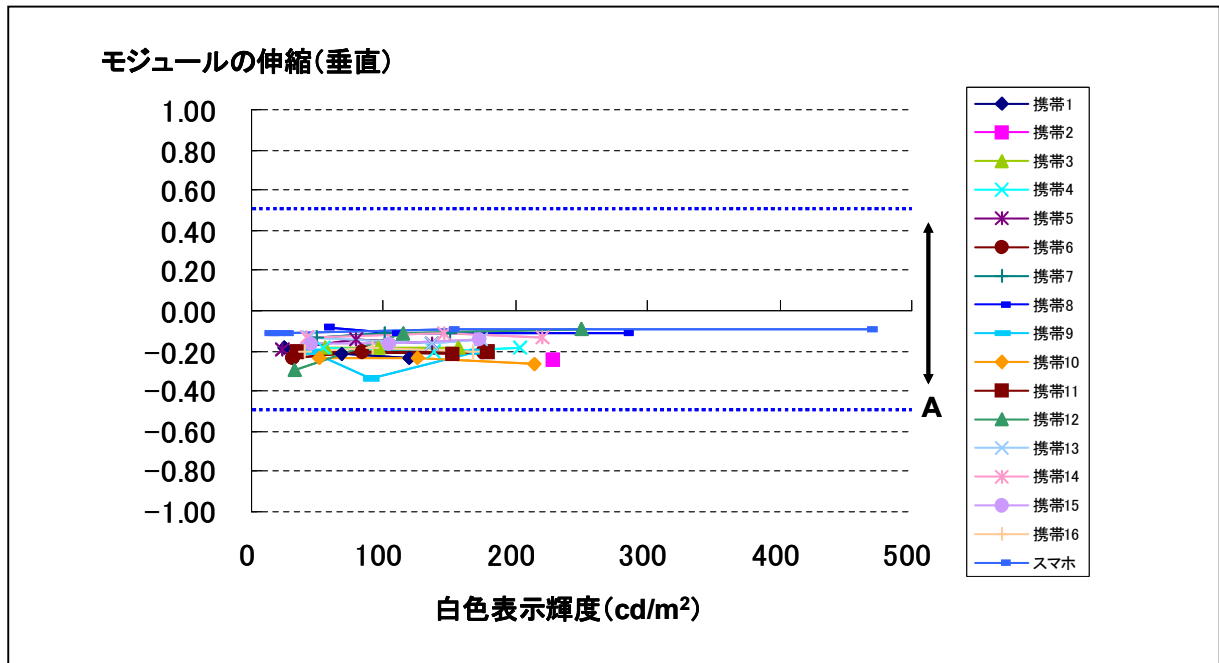


図4. 9 モジュールの伸縮(垂直)と白色表示輝度との関係

⑥ 軸の非均一性と白色表示輝度

携帯電話及びスマートフォンの軸の非均一性と白色表示輝度の関係を図4. 10に示す。

軸の非均一性について、全ての明るさ設定、全ての機種で 0.00 (1 機種のみ 0.01) であり、品質評価項目としては、考慮不要であると考える。

なお、携帯電話より暗い明るさが無段階に設定ができるスマートフォンでも読取れる限界の輝度値 10cd/m² 以上であれば、携帯電話同様に、0.00 であった。

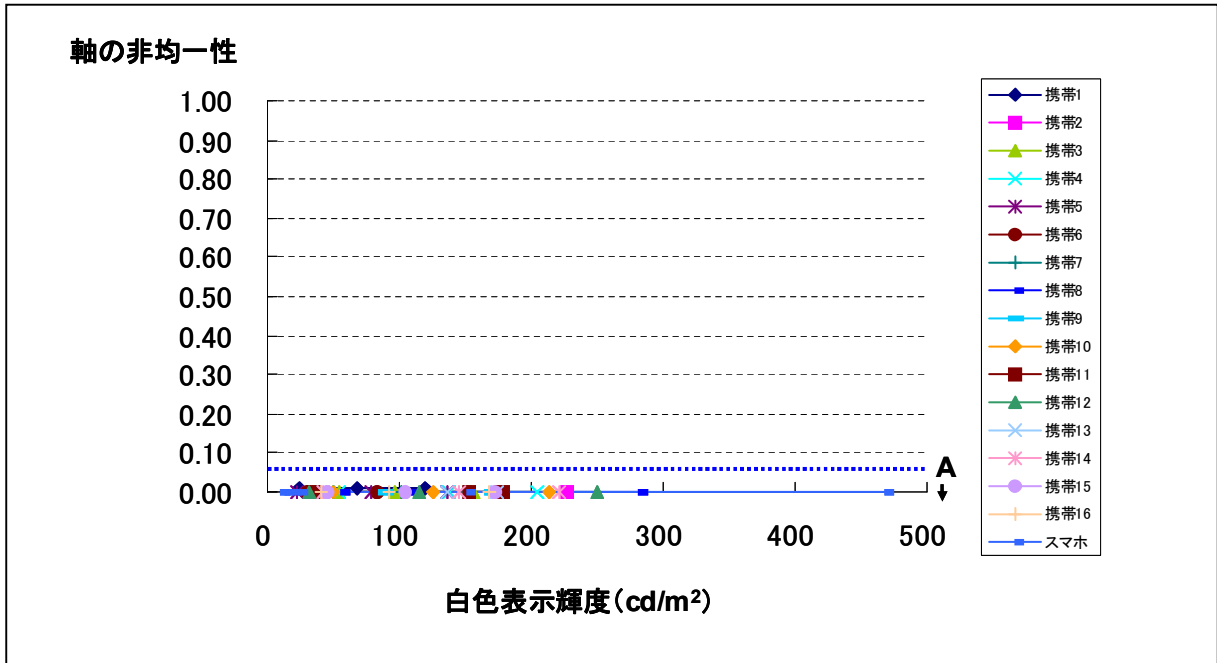


図4. 10 軸の非均一性と白色表示輝度との関係

⑦ 未使用誤り訂正と白色表示輝度

携帯電話及びスマートフォンの未使用誤り訂正と白色表示輝度の関係を図4. 11に示す。

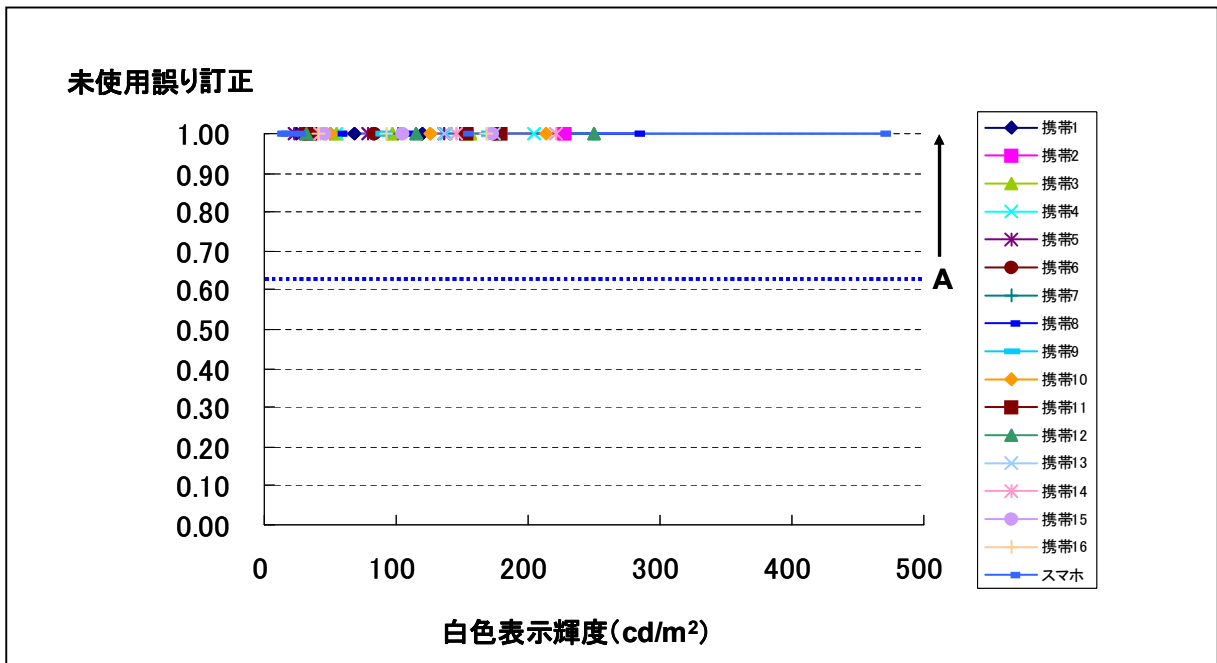


図4. 11 未使用誤り訂正と白色表示輝度との関係

未使用誤り訂正について、全ての明るさ設定、全ての機種で 1.00 であり、品質評価項目としては、考慮不要であると考えます。

なお、携帯電話より暗い明るさが無段階に設定ができるスマートフォンでも読取れる限界の輝度値 10cd/m² 以上であれば、携帯電話同様に、1.00 であった。

⑧ クワイエットゾーンノイズ（水平） QTNH と白色表示輝度

携帯電話及びスマートフォンの軸のクワイエットゾーンノイズ（水平） QTNH と白色表示輝度の関係を図4. 12に示す。

同一機種においては明るさの設定によるグレード(値)のばらつきは、ほとんどなく一定であり、機種により、グレードA～Cの分布となった。

しかし、全ての機種において読取りは良好であり、グレード判定基準の見直しが必要と思われる。0.25 以下（又は 0.30 以下）をグレード A とするか、国際標準原案検討時に提案を行う。

なお、携帯電話より暗い明るさが無段階に設定ができるスマートフォンでも読取れる限界の輝度値 10cd/m² 以上であれば、携帯電話同様に、明るさによるばらつきはあまり見られず、グレード A であった。

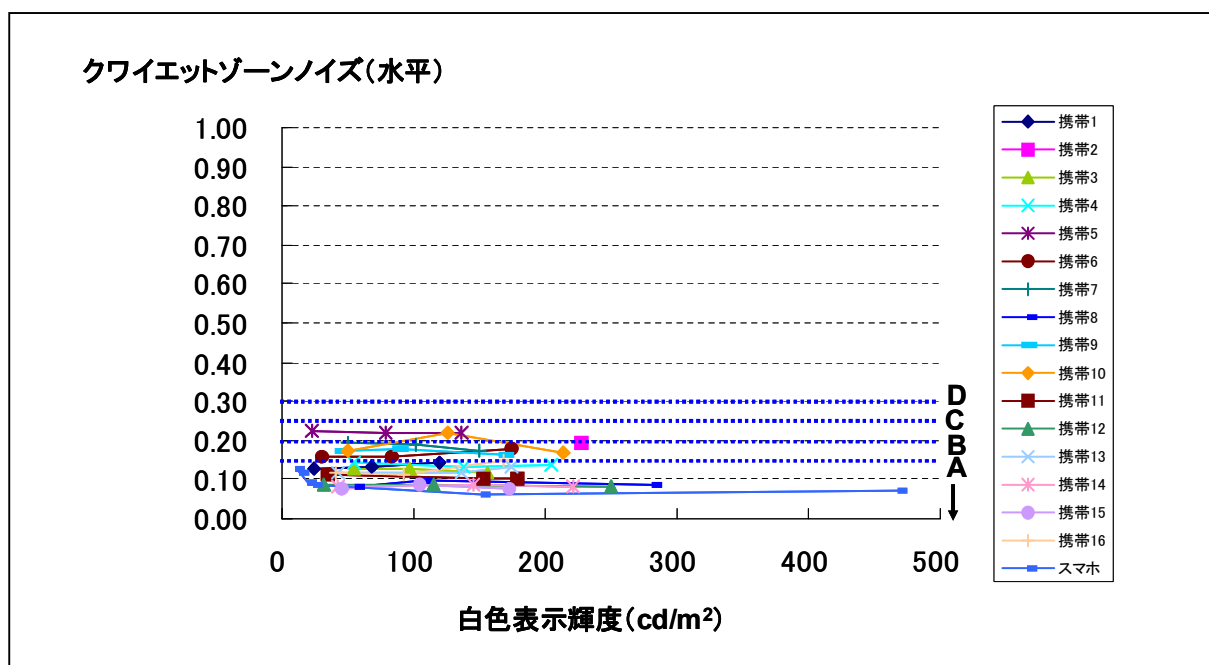


図4. 12 クワイエットゾーンノイズ（水平） QTNH と白色表示輝度との関係

⑨ クワイエットゾーンノイズ（垂直） QTNV と白色表示輝度

携帯電話及びスマートフォンの軸のクワイエットゾーンノイズ（垂直） QTNV と白色表示輝度の関係を図4. 13に示す。

同一機種においては明るさの設定によるグレード(値)のばらつきは、ほとんどなく一定であり、機種により、グレードA～Cの分布となった。

しかし、全ての機種において読取りは良好であり、グレード判定基準の見直しが必要と思われる。0.25 以下（又は 0.30 以下）以下をグレード A とするか、国際標準原案検討時に提案を行う

なお、携帯電話より暗い明るさが無段階に設定ができるスマートフォンでも読取れる限界の輝度値 10cd/m² 以上であれば、携帯電話同様に、明るさによるばらつきはあまり見られず、グレード A であった。

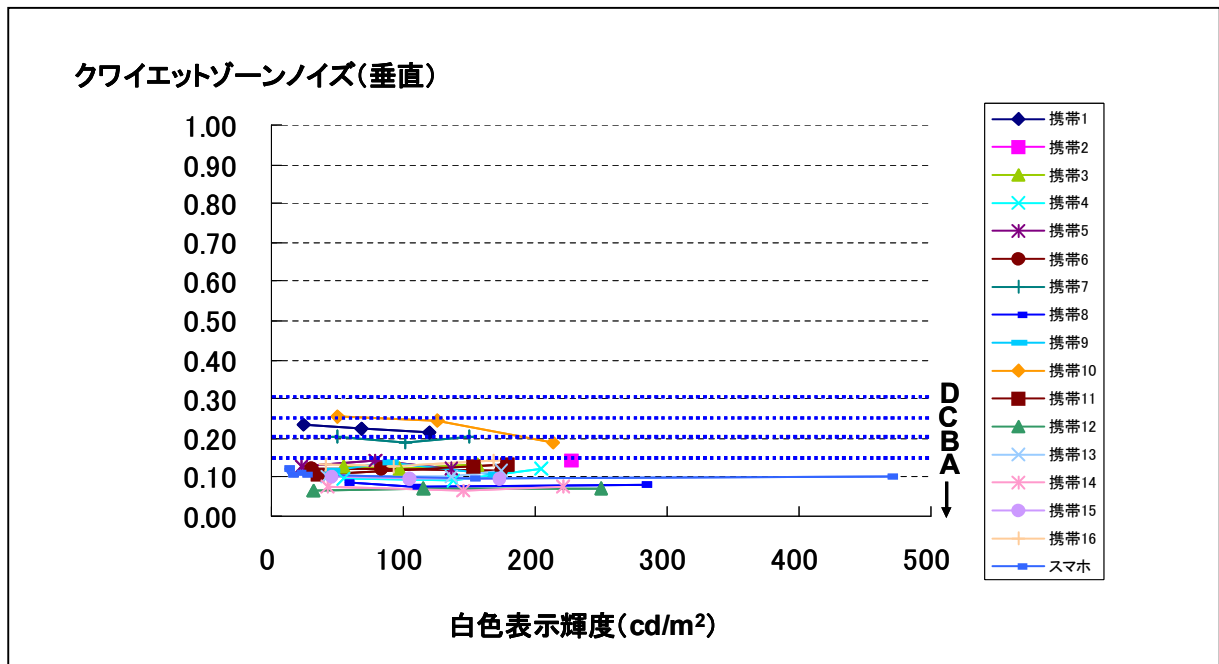


図4. 1 3 クワイエットゾーンノイズ（垂直）QTNV と白色表示輝度との関係

4. 4. 1. 3 携帯電話の画面輝度調査

携帯電話（スマートフォン 1 機種）のディスプレイの明るさを変化させて、白色表示部分及び黒色表示部分の輝度がどの程度変化するかを測定した。ディスプレイの明るさは、低(L)、中(M)、高(H)の3段階で測定した。

① 白色表示部分の輝度

携帯電話及びスマートフォンのディスプレイの白色表示部分の輝度測定結果を図4. 1 4に示す。

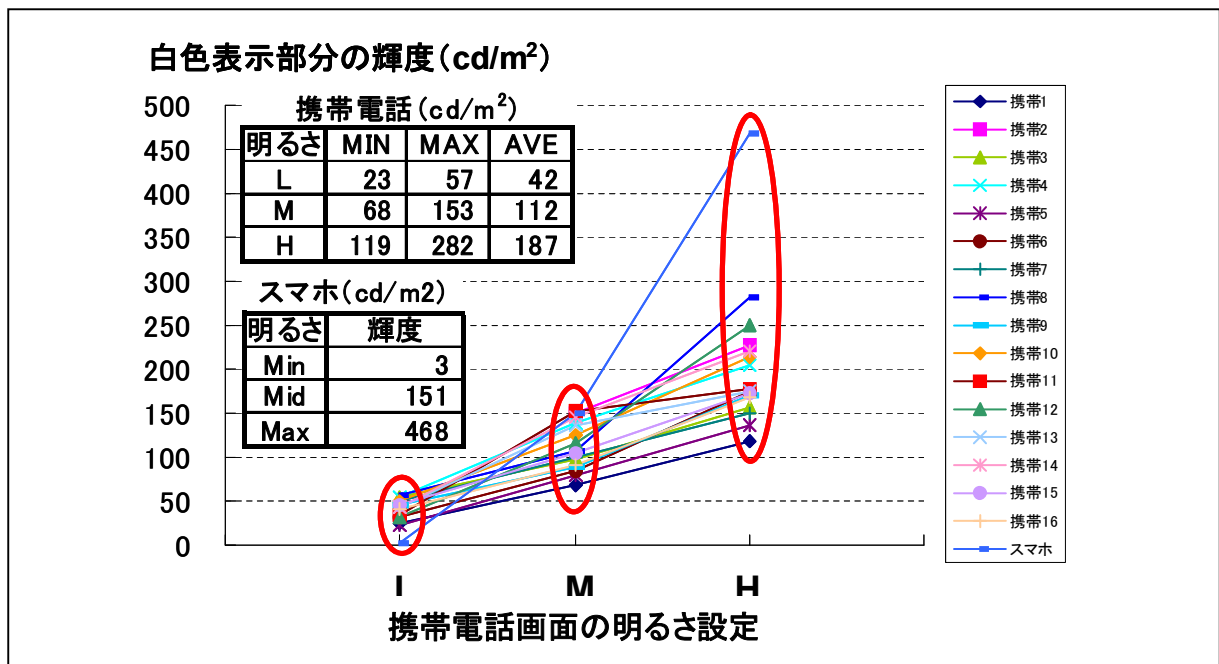


図4. 1 4 白色表示部分の輝度測定結果

白色表示部分（全サブピクセル点灯）の輝度値は、画面の明るさ設定が低で 20~60cd/m²、中で 70~150cd/m²、高で 120~280cd/m²であった。なお、スマートフォンでは無段階に明るさ設定が可能であり、機種によって差があると思われるが、測定した機種では、最小で 3cd/m²、最大で 468cd/m²まで設定が可能であった。

② 黒色表示部分の輝度

携帯電話及びスマートフォンのディスプレイの黒色表示部分の輝度測定結果を図 4. 1 5 に示す。

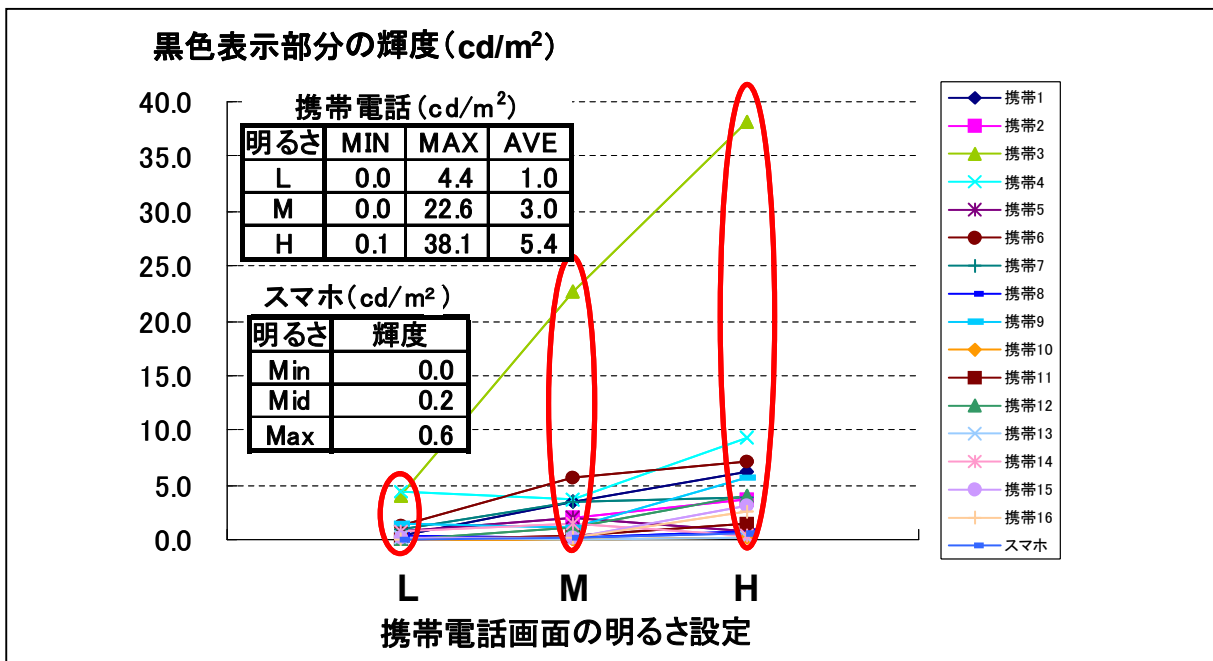


図 4. 1 5 黒色表示部分の輝度測定結果

黒色表示部分は全てのサブピクセルが消灯しているので理論的には輝度値 0 であるが、測定時に背景の白色表示部の光が入った影響か、画面の明るさが高くなるに従い、輝度値が高くなった。また、1 機種のみ輝度値が他機種と比較して高いもの（携帯 3）が見られた。

③ 白色表示部分と黒色表示部分の輝度差

モバイル ORM の表示品質に大きな影響を与える、白色表示部分と黒色表示部分の輝度差を図 4. 1 6 に示す。他機種と比較して黒色表示部の輝度値が高かった機種（携帯 3）も輝度差で見ると、むしろ他機種よりも小さい値であった。

平均値を見た場合、ディスプレイの明るさ設定を高くすると、輝度差も 41 cd/m²、109 cd/m²、182 cd/m²と増加する。輝度差が大きい程、読取り易くなるため、ディスプレイの設定を明るくするほど、読取りが良好になると言える。

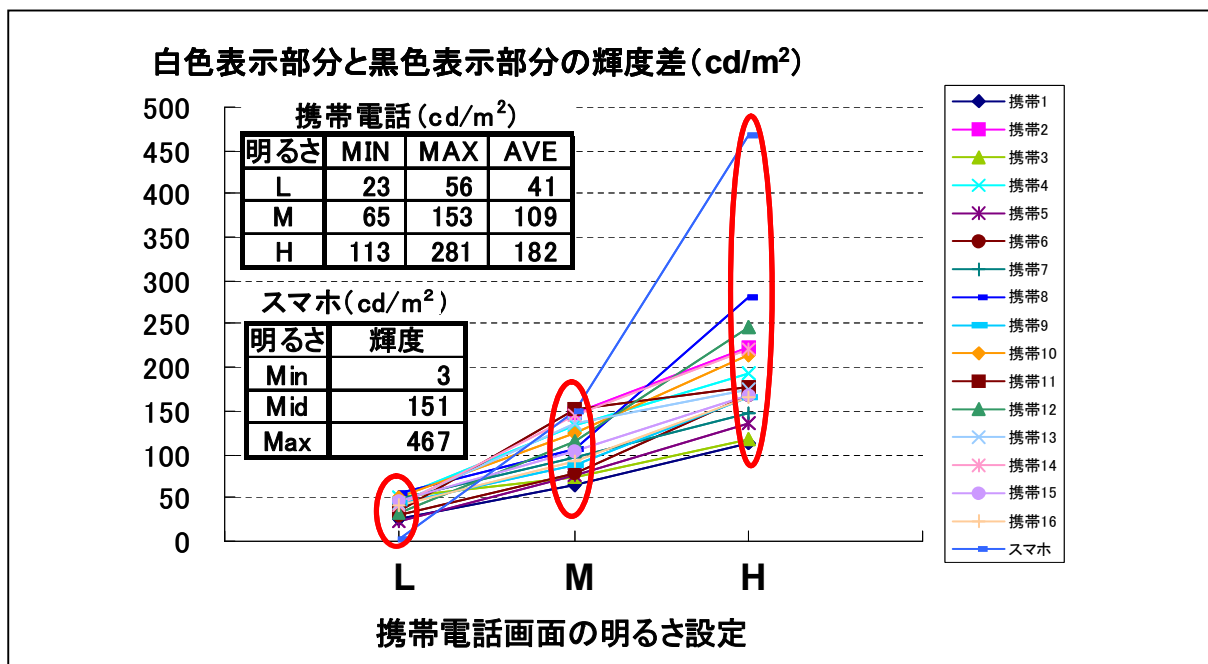


図4. 16 白色表示部分と黒色表示部分の輝度差

4. 4. 1. 4 携帯電話の画面輝度調査の補足

当初、輝度だけでなく色度の調査も計画し、データは取得した。但し、機種間の数値の差が大きかったこと及び、同一機種で同じ色サンプルを測定した場合でも、色度の測定結果のばらつきが大きい場合があったため、今回の報告では詳細の報告は割愛する。原因として、センサの受光部の開口径に対する色サンプルの大きさの設定が適切ではなかったのか、そもそもディスプレイの色表現方法に起因するかが考えられる。色によっては、ばらつきの少ないデータが取得できたため、前者が原因とは考えにくい。再度測定を試みるかどうかも含め、今後の検討課題とする。

白色表示部及び黒色表示部の輝度値の測定結果で、表示品質の判定ができたため、色の問題をどう扱うかは、次年度以降の課題とする。

4. 4. 2 MBR (携帯電話のカメラで読む二次元シンボル) の品質評価

目的：携帯電話に内蔵されたカメラでの、MBR1 (雑誌・新聞サイズ) 読取り試験を実施し、国際標準原案に、その結果を反映させる。

4. 4. 2. 1 MBR 試験方法：

① PCS テストチャートによる仰角測定

- ・使用テストチャート：
 - － PCS 値：0.9 及び 0.6 の 2 種類
 - － モジュール寸法：0.3mm
- ・仰角測定方法：携帯電話を治具に固定し、QR コードの仰角を変えながら読み取れる角度を測定 (図 4. 17 参照)

② 反射率差テストチャートによる仰角測定

- ・使用テストチャート
 - － 反射率差：RD01, RD06, RD11, RD13 の 4 種類 (表 4. 2 参照)
 - － モジュール寸法：0.34mm
- ・仰角測定方法：携帯電話を治具に固定し、QR コードの仰角を変えながら読み取れる角度を測定 (図 4. 17 参照)

表 4. 2 反射率差チャートの特性一覧

| | RD01 | RD05 | RD11 | RD13 |
|------|------|------|------|------|
| 反射率差 | 47% | 47% | 60% | 60% |
| Rmax | 80% | 57% | 80% | 70% |
| Rmin | 33% | 10% | 20% | 10% |

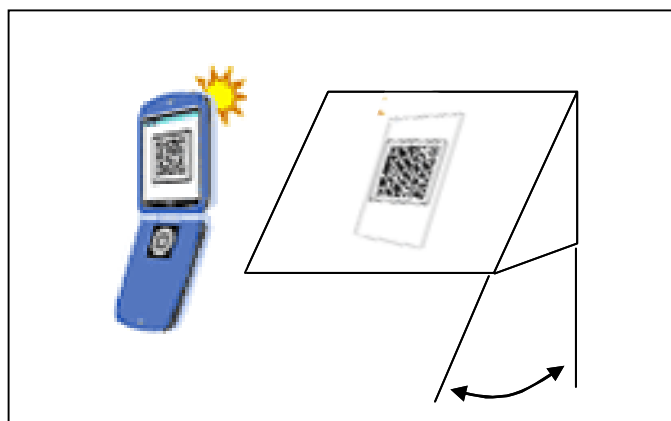


図 4. 17 仰角測定方法

4. 4. 2. 2 MBR 評価結果

①PCS チャートでの読取り限界角度（上側）

上側（図4. 18 参照）の読取り限界角度の測定結果を示す（図4. 19 参照）。

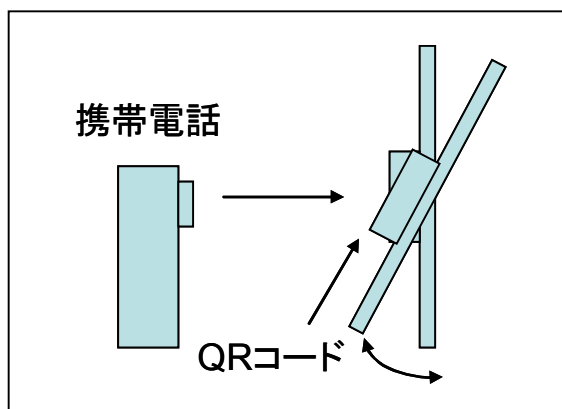


図4. 18 上側読取り限界角度測定図

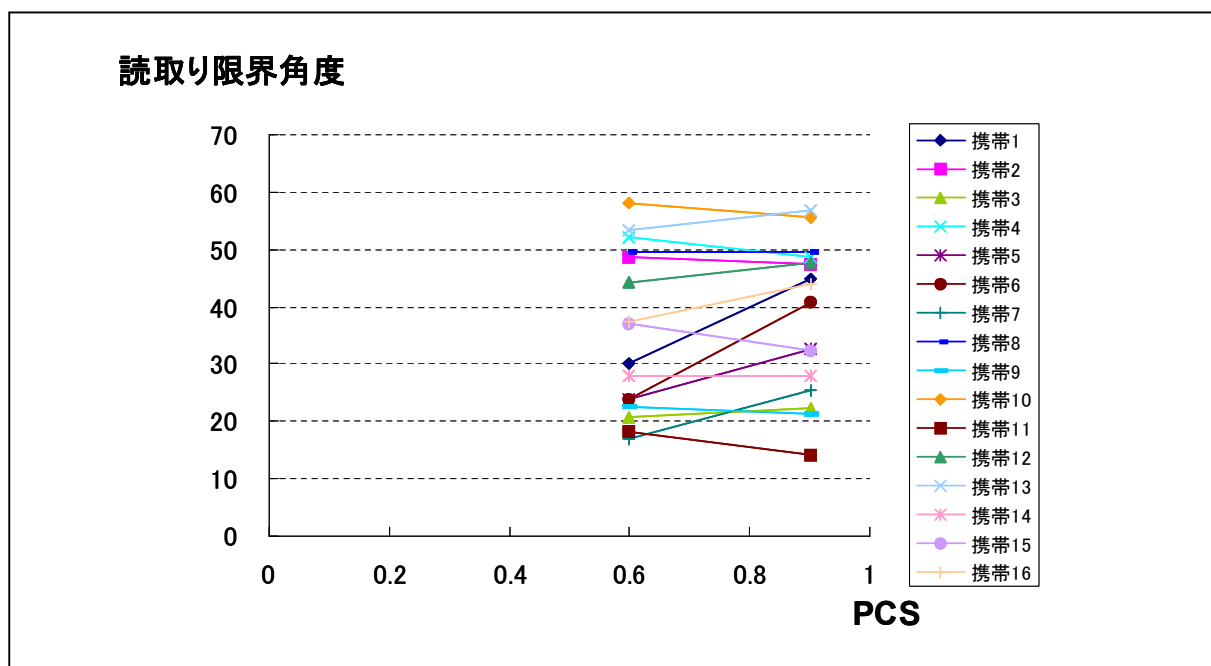


図4. 19 携帯電話のカメラでの PCS チャートの読取限界角度(上側)

②PCS チャートでの読取り限界角度（下側）

上側（図4. 20 参照）の読取り限界角度の測定結果を示す（図4. 21 参照）。

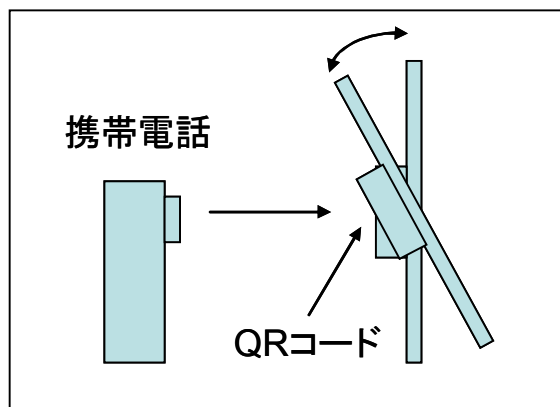


図4. 20 下側読取り限界角度測定図

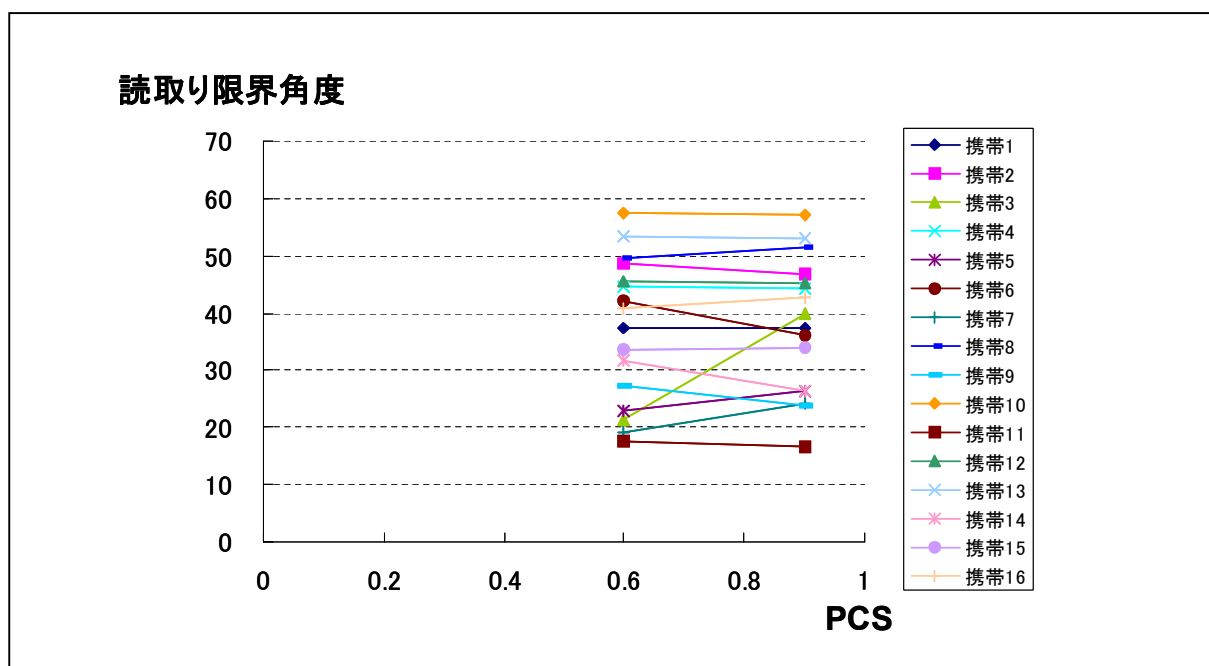


図4. 21 携帯電話のカメラでの PCS チャートの読取限界角度(下側)

PCS 値が高くなるに従い、読取り限界角度が大きくなると想定したが、機種により、その傾向にばらつきがあった。

理論的には、上側と下側の測定で同じ結果になると想定されるが、それに近い結果であった。また、実際には、屋外で、また携帯電話カメラの角度を変えて QR コードを読取るが、今回は、シミュレーション的に室内で QR コード側の角度を変えながら画像の歪みによる読取りへの影響を調査したため、実際の使用条件にどこまで近似できたかという課題はある。

③反射率差チャートでの読取り限界角度（上側）

上側（図4. 18 参照）の読取り限界角度の測定結果を示す（図4. 22 参照）。

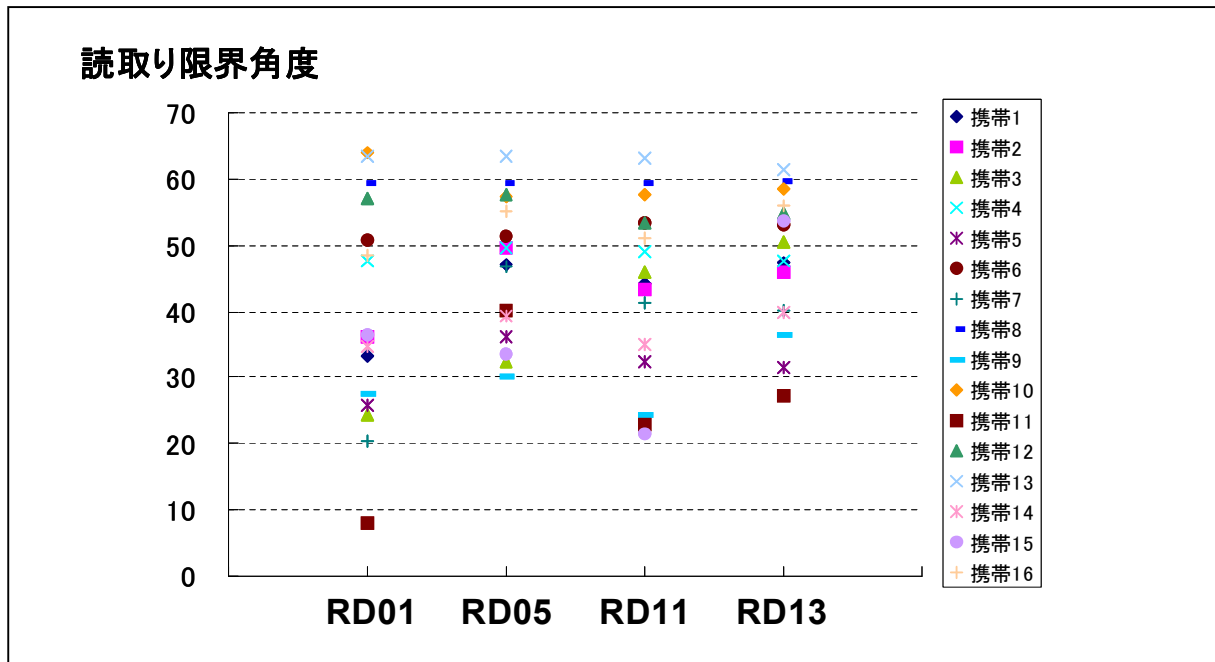


図4. 22 携帯電話のカメラでの反射率差チャートの読取限界角度(上側)

④反射率差チャートでの読取り限界角度（下側）

下側（図4. 20 参照）の読取り限界角度の測定結果を示す（図4. 23 参照）。

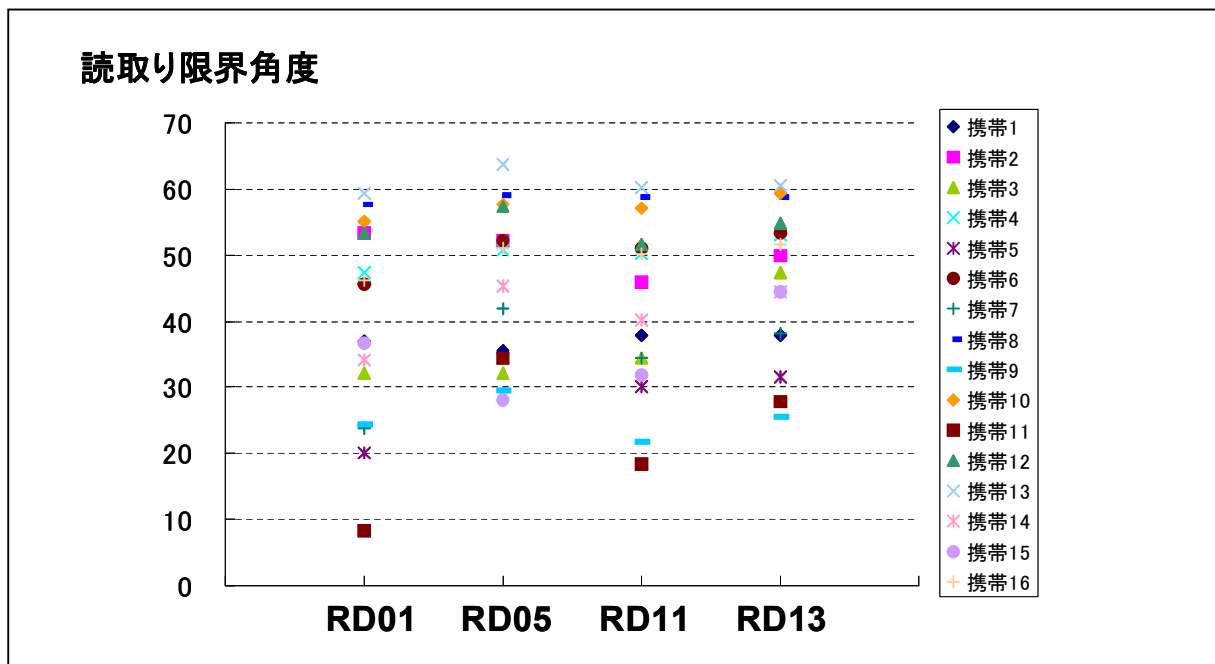


図4. 23 携帯電話のカメラでの反射率差チャートの読取限界角度(下側)

反射率差が大きくなるに従い、読取り限界角度が大きくなると想定したが、機種により、その傾向にばらつきがあった。

理論的には、上側と下側の測定で同じ結果になると想定されるが、それに近い結果であった。また、同じ反射率差でも、反射率値の小さい方が読取り限界角度が大きくなる傾向が見られた。

4. 4. 3 携帯電話内蔵カメラでの MBR 画像取得結果

第3回モバイル ORM 標準化委員会でのコメント「実際に携帯電話のカメラでどのような画像になっているのか、画像を見て考察した方が良いのではないか」に対応するために、複数機種で、MBR 画像を取得した。

画像取得に用いた携帯電話

(1) 941SC

(2) L-04B

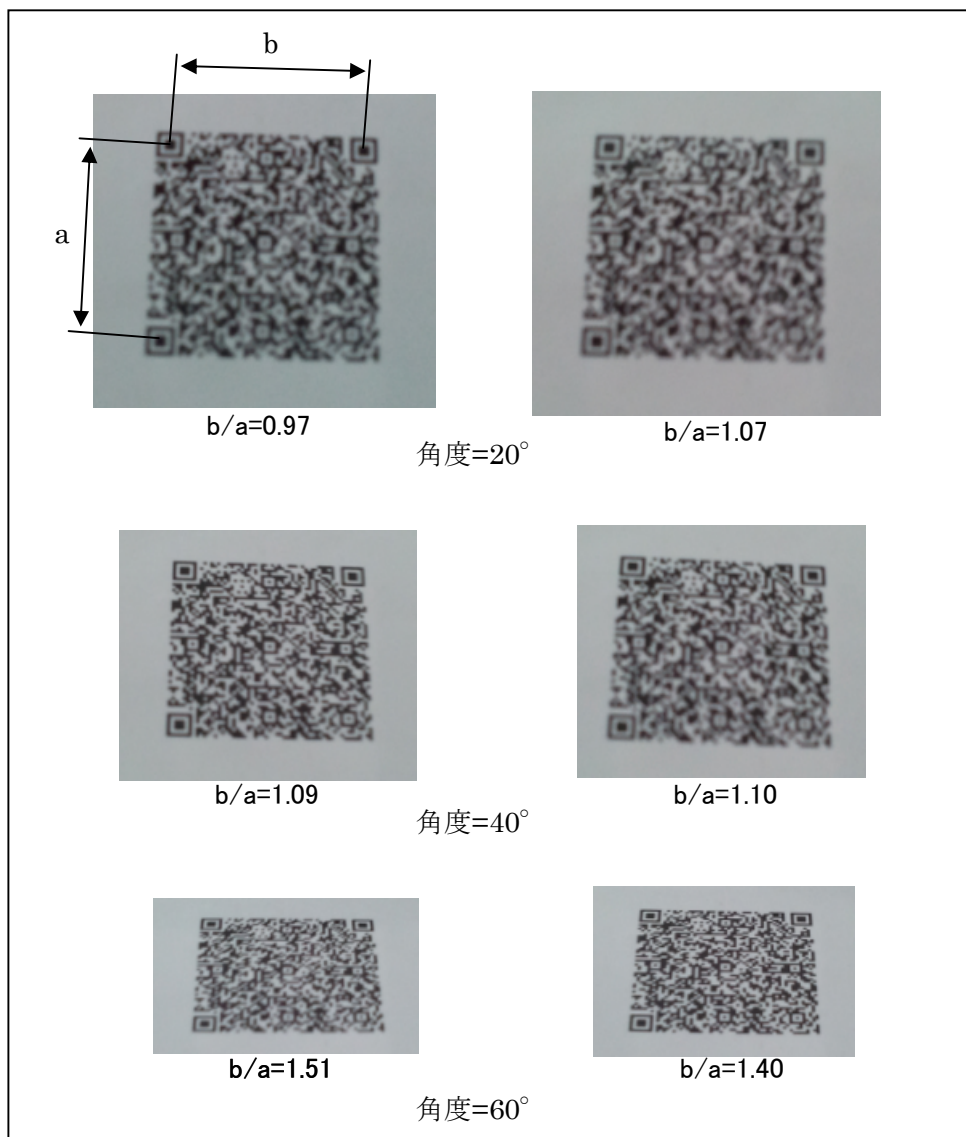


図 4. 2 4 941SC での MBR 取得画像

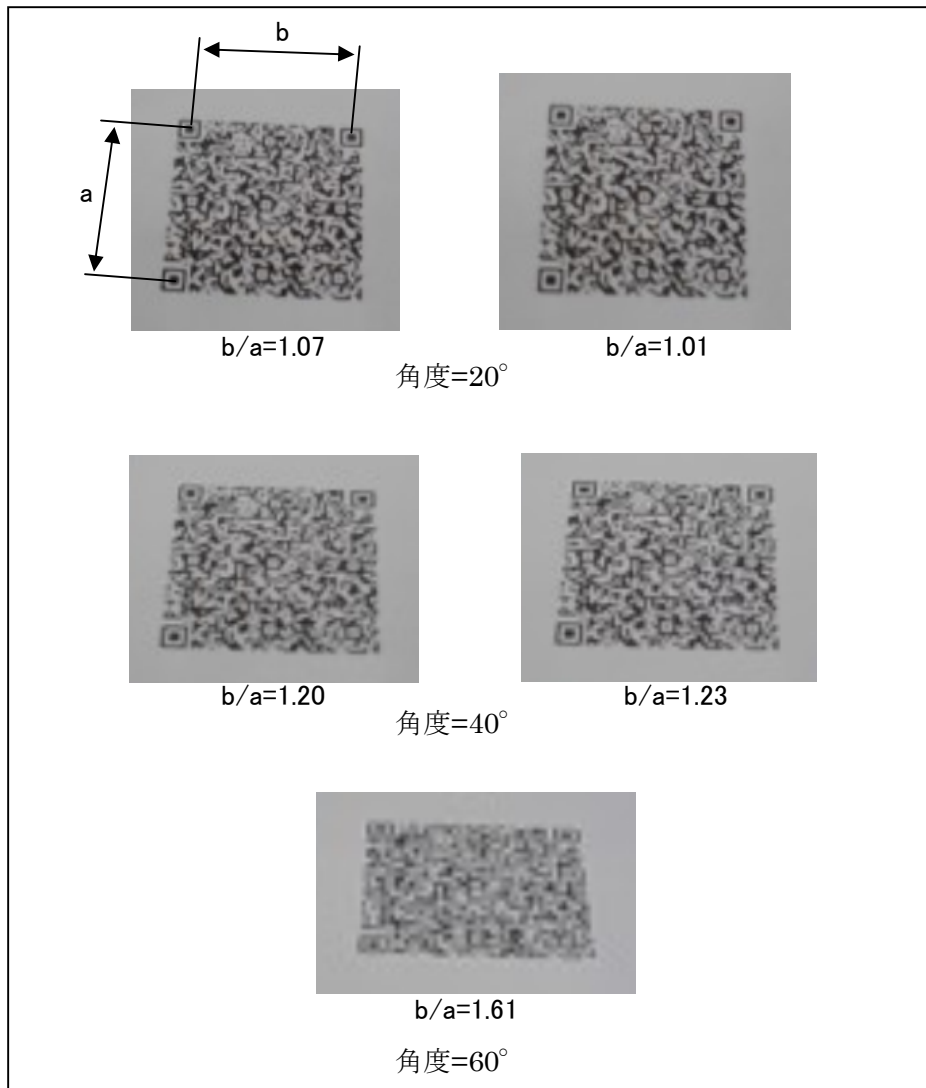


図 4. 2 5 L-04B での MBR 取得画像

図の中の「角度」は、テストチャートの面と携帯電話のカメラの面が平行の状態を 0° とした場合の角度を示す。カメラのレンズ特性により、傾けていくと正方形の QR コードは台形に歪む。 20° 程度の傾きでは b/a の値は、ほぼ 1 であるが、 40° 、 60° と傾きを大きくすると、 b/a の値は 941SC の場合、1.1、1.5 と増加する。L-04B の場合、1.2、1.6 と増加する。数値の違いは、携帯電話に内蔵するカメラのレンズ特性の差によると思われる。

傾きを大きくすると、 b/a が 1 を超えて増加することから、 a (台形の高さ) の値の変化が b (台形の上辺の長さ) の値の変化よりも大きいことを示している。QR コードの場合、このような歪みを補正するためのアライメントパターン (位置合せパターン) が配置されているため、読取装置側で図形の歪みを補正することが可能である。読取性能を向上させるためには、携帯電話の読取りソフトウェアにもこの補正機能を搭載することが望ましい。

いくつかの携帯電話では、写真撮影モードとバーコード読取りモードでレンズの設定を変えている。具体的にはバーコード読取りモードでは写真撮影モードと比較して、被写体との距離が同じでも、より大きな画像が取得できる光学設定としている。また、バーコード読取りモードでは、各種補正機能 (台形、コントラスト等) を働かせている可能性がある。これらは、メーカー各社の

ノウハウであり、正確な評価は困難なため、評価仕様にどのように反映させるかは検討を要す。

二次元シンボル及び携帯電話の位置関係と「角度」との関係を、代表的な数値で一覧表にまとめた(表4.3参照)。MBR3の定義は、「シンボルが約10メートルの大型グラフィックに含まれ、遠距離(最高10メートル)での読取りを想定」であるため、二次元シンボルと携帯電話の水平距離を2.5m、5m、7.5、10mとし、二次元シンボルが表示される高さも2.5m、5m、7.5、10mとして計算した。

表4.3 二次元シンボルと携帯電話のなす角度の計算例

| 距離 高さ | 2.5m | 5m | 7.5m | 10m |
|----------|-------|-------|-------|-------|
| 2.5m | 45° | 26.6° | 18.4° | 14.0° |
| 5m | 63.4° | 45° | 33.6° | 26.6° |
| 7.5m | 71.6° | 56.3° | 45° | 36.9° |
| 10m | 76.0° | 63.4° | 53.1° | 45° |

携帯電話のカメラでの読取性能(4.4.2.2参照)及びシンボルのPCS値、反射率差にもよるが、45°を超える角度での読取環境設定は避けることが望ましい。

4.5.3にMBR3のサンプルを紹介しているが、10mを越える距離からの読取りが必要な設置環境と思われるものがある。MBR3の定義を見直す必要があるため、実例を基にドラフトの修正を提案していく。

4. 5 MBR サンプル調査結果

ISO/IEC 16480 のワーキングドラフトでは、携帯電話で読み取ることを想定した 3 通りの読取条件を MBR1~MBR3 として定めている。この分類基準が、市場の実態と整合性が取れているかどうかを確認するために、実際のサンプルを収集し、この規定に従ってサンプルを分類し、考察を加えた。

現状の規定：

MBR1：

The symbol is included in reading material of approximate A4 size or less (e.g. magazine, a shelf rack) and is intended to be read at close range (~ 25 cm).

シンボルが A4 サイズ以下の素材上にあり、近距離（最高 25 センチ）での読取りを想定

例：雑誌、棚

MBR2：

The symbol is included as part of a display on the order of a meter in size (e.g. a poster) and is intended to be read at medium range (~ one meter).

シンボルが約 1 メートルのディスプレイに含まれ、中距離（最高 1 メートル）での読取りを想定

例：ポスター

MBR3

The symbol is included as part of a large graphic on the order of 10 meters in size (e.g. a billboard) and is intended to be read from far away (~10 meters).

シンボルが約 10 メートルの大型グラフィックに含まれ、遠距離（最高 10 メートル）での読取りを想定

例：広告掲示板

4. 5. 1 MBR1

MBR1：シンボルが A4 サイズ以下の素材上にあり、近距離（最高 25 センチ）での読取りを想定している。

図 4. 26～図 4. 29 に収集した MBR1 サンプルを示す。これらは、2011 年 12 月 3 日付けの朝日新聞紙面及び折込広告から抜粋した。

表 4. 4 及び表 4. 5 に収集した MBR1 サンプルのモジュール寸法、符号化されたデータ、文字数を一覧表としてまとめた。

青葉台商店会

くーぽん

知って得する情報、盛りだくさん！切り取ってお使いください。

Q&Rコードの使い方
携帯電話でQ&Rコードを読み取る。各店舗のインフォメーションや最新のサービスなどの情報が手に入ります。ぜひ、ご活用ください。

001

…営業時間 …休日 …駐車場サービス

青葉台商店会

Map 1

MAP-1 01

12月からクリスマス シューレーンがスタート!!

試作を重ね出来上がった。こんがりやのシューレーン。外側がサクッと中はふわふわ。後を引く美味。ついついもう一枚…食べてしまいます(笑) 003

こんがりや
☎045-961-2224

住台2-30-14 サンコート住台1F
⑨8:00~18:30 ⑩水・金曜日

MAP-1 02

家庭用刃物と砥石を取り扱っているお店。

包丁、ハサミ等、刃物の砥ぎ、修理のご相談に応じます。

002

村林金物店
☎045-981-8585

青葉台2-7-12
⑩10:00~18:00 ⑪水曜日

MAP-1 03

心も身体もリラックスできる ポーラエステ。

私のエステが見つかった。爽やかにしてくれる。お肌も、リラックスできる。ずっとおつきあいたいな。と、思えるエステです。

004

ポーラエステインAOKI
☎045-981-6919

緑が丘3-9
青葉台駅2分 青木ビル5F (1F 美容室)

MAP-1 04

お昼のメニューに新しく中華家庭石井当が加わりました

和風の献立メニューに中華家庭石井当は選りすぐりの内容で、例えばかにエカシューナッツ焼肉、焼豚、ライス&スープのボリュームで¥1,050 (デザート付¥1,200)ごゆっくりと二階席で中華とともにお酒を召上りしていただきたい。

005

将龍
☎045-984-3513

青葉台2-31-18
⑩11:00~14:30/17:30~20:30 ⑪木曜日

MAP-1 05

気軽に相談できる 来店型保険ショップです。

12月30日まで、自動車保険の見直しをしていただいたお客様全員に、マックカードを差し上げます。保険証券をお持ちいただいた方が対象となります。
※保険会社は問いませんが、当店でご加入の保険は対象外になります。

006

東京海上日動 超保険ショップ
☎045-988-5655

青葉台2-7-10 ISビル1,2F
⑩月~土 10:00-18:00 日・祝 予約制

MAP-1 06

きみの夢は何？

たれでも夢や憧れは持っています。かなう夢、具現化するため、もしその夢が他ものに阻害されるなら、私たちにお願いしていただくことができるかもしれません。憧れのきみの夢へ、専門家の技術と知識とあなたの夢をサポートします。只今奮闘中！

007

kinoko&fitkinoko 綾匠
☎045-981-4065

青葉台1-15-22
⑩10:00~19:00 ⑪水曜日 ⑫あり

22

大人のためのフィットネス

多彩なエクササイズマシンが完備されたスムとウォーキングに分かれるブルジョアジグジグシステムサウナなど地味に快適なクラブ環境が整ったアトリオドゥーエ。専門性の高いサービスは、フィットネスを通じて高レベルサポートが可能。今話題の高層階施設も人気。女性陣に人気の会員外利用可能なサウナも充実。

アトリオドゥーエ 青葉台
☎045-988-2255

青葉台1-2-4 ⑩火~金 9:00~23:00 土 9:00~21:00 日・祝 9:00~20:00
⑫新島町駅・本郷駅 最寄りの高層ビルナナスタ

青葉台南商店会

Map 2

MAP-2 23

クーポン持参で(12/31迄) 当店通常価格の30%OFF。

訪問から、気軽に楽しめる絵や小物、押や小物まで豊富に揃え、お正月のお支度や成人式の贈り物、レンタルするより手頃な価格で手元に残る一品もの揃えで、二十歳の記念日はいかがでしょうか。コーディネートはお任せください。

009

きらく屋
☎045-983-7379

しらとり台1-8 小池ビル1F
⑩10:00-19:00
⑪年内無休、年始1~3日休

MAP-2 24

一級建築士事務所 土地家屋調査士事務所

建築設計、施工管理業務、建築確認申請業務、土地分筆登記、建物敷地登記等の取得申請から登記の申請手続などをお手伝いいたします。土地の売買等、不動産に関することから、住宅リフォーム、賃貸マンション・駐車場などについても、お気軽にご相談ください。

010

(有)しらとり建設
☎045-981-6885

しらとり台34-7
⑨9:30~17:30 ⑩水・日・祝祭

MAP-2 25

gallery a ギャラリーa

☎045-984-3318
しらとり台1-4
⑩12:00~18:00 ⑪水曜日
http://tsuki-zo.jp/gallerya/

011

MAP-2 26

そば処 青葉台 更科

原材料にこだわり、そば粉は国内産精製そばを石臼で挽き、そばの持つ風味を大切に詰めております。そば汁は精製上本結サツメ本からとっただし汁に純粋醤油油を合わせたものです。揚げ油は太白菜油と純粋醤油。豊かな真心のこもった素朴な味をゆっくと楽しみながらお味わい下されば幸いです。

012

そば処 青葉台 更科
☎045-981-6815

しらとり台1-5
⑩11:00~21:00(20:45 LO) ⑪水曜日

図4. 26 MBR1 サンプル (1/4)