

電子化文書の 画像圧縮ガイドライン

JIIMA標準化委員会 副委員長 (JIS担当) こぼこ 小箱 まさひこ 雅彦

紙文書の電子化の中でも画像圧縮は、保管容量の削減やネットワーク負荷を低減するために必要不可欠な技術です。ただし、過度な圧縮はe-文書法や電帳法における技術要件である「見読性」を損なう可能性もあるため、圧縮率と見読性のバランスを取るための要件を明確にすることが必要です。JIS委員会では「画像圧縮に関するもう少し具体的なガイドラインが必要」との要望から、文字の見読性をポイントにしたガイドラインの作成に着手しました。

画像圧縮

圧縮の方式には、“可逆圧縮”と“非可逆圧縮”の二つの方式があります。

- ・可逆圧縮：データの損失が全く起こらない圧縮方式であるが、一般的に圧縮率は低い。
- ・非可逆圧縮：データを完全には復元できない圧縮方式であるが、圧縮率は高い。

電子化における画像圧縮は、ファイルサイズを削減する目的で非可逆圧縮が多く使われています。可逆圧縮では画質劣化の心配はありませんが、非可逆圧縮では、ファイルサイズを小さくするほど画像品質（見読性）が劣化するため注意が必要となります。

本ガイドラインでは非可逆圧縮を対象に、圧縮における注意点を示していきます。

(1) 課題と目標

ファイルサイズの削減と画像品質（画質）のバランスが圧縮のポイントであり、以下の課題が存在します。

- ・圧縮する文書の種類（内容）によって、出力されるファイルサイズが異なる。
- ・画質の評価は主観的なものであり、良否判断が難しい。

これら課題を踏まえ、電子化に関わる利用者の参考になることを目指して検討を進めています。

(2) 圧縮方式

カラー画像の圧縮に対応し、規格化と普及が進んでいる圧縮方式として、JPEGおよびJPEG2000を対象にしました。

- ・JPEG：JIS X 4301 (ISO/IEC 10918、ITU-T T.81)
- ・JPEG 2000：JIS X 4350 (ISO/IEC 15444)

(3) 評価画像

原稿の地色を真っ白にする画像補正を適用すると圧縮率は高くなりますが、例えば文書の「真正性」が損なわれるため、原稿の階調が再現される設定で画像を採取して圧縮を行いました。評価には以下のチャートを使用しています。

- ・JIIMAチャート：JIS Z6014 モノクロのチャート。
文字の再現性に着目。
- ・JBMIAチャート：JIS X6933 カラーチャート。
図表中の文字に着目。

ガイドライン（注意事項）

(1) 画質の定量的評価（数値化）

画像を定量的に評価できれば、画質の良否を具体的に示すことができますが、原稿内容（文字の大きさや、図柄）によって数値が相違することがあるため、画質は主観的な評価に委ねることがほとんどです。

しかし圧縮に関しては、原画像と圧縮後の画像の差異を計測することで、劣化度合いを推測することが可能であるため、数値評価を補助的な値として参照することを試みました。

① 評価方法

- ・PSNR (Peak Signal-to-Noise Ratio)

非可逆圧縮によって発生する差異（ノイズ）と元画像の比率で、単位はdB（デシベル）で表される。この値が大きい

ほど差異は少なく、元の画像に忠実であることになる（同一の場合は ∞ ）。

・SSIM (Structural SIMilarity)

PSNRと同じく原画像との比較であるが、人の視覚特性を考慮した数値比較を行っており、主観評価と客観評価（計算結果）の一致性はPSNRより高い傾向にあるとされています。

しかし、計算に用いるパラメータ値によりSSIM値が変化するため、対象とする画像におけるパラメータ値の妥当性を評価したうえで運用する必要があります。

② 数値目安

ポイント

圧縮後の画像：PSNRで30dB以上を目安とする

・汎用の圧縮ソフト（圧縮の強さはデフォルト設定）

表1は汎用のソフトで、圧縮の強さにデフォルト値を適用した際の評価値です。

これ以上の強い圧縮を適用すると、文字の可読性は低下しており、サイズと画質がバランスされたところは、PSNRで約30dB以上、SSIMで約0.90以上が目安になると考えられます。

	PSNR [dB]				SSIM			
	JIS Z6014チャート		JIS X6933チャート		JIS Z6014チャート		JIS X6933チャート	
	200dpi	300dpi	200dpi	300dpi	200dpi	300dpi	200dpi	300dpi
PDF作成ソフト	31.9	33.0	31.7	31.9	0.94	0.92	0.91	0.90
ファインリングソフト	29.4	30.2	29.7	30.2	0.92	0.90	0.86	0.86
文書管理ソフト	29.4	30.5	31.6	31.9	0.94	0.92	0.91	0.89

表1 汎用圧縮ソフトの画質評価例

PSNR	SSIM	主観評価
40~ ∞ [dB]	0.98以上	元の画像と圧縮画像の区別がつかない
30~40 [dB]	0.90~0.98	拡大すれば劣化がわかるレベル
30以下 [dB]	0.90以下	明らかに劣化がわかる

表2 圧縮画像の数値目安

- ・表2で示す数値は出力画像を主観的に評価したものであり、評価する原稿に依存するため、目安として捉えてください。
- ・SSIMは計算に用いるパラメータ値が一義的に定められていないため、当ガイドラインではPSNRを画像圧縮の評価指標としました。

(2) 圧縮率

① 圧縮の強さは中程度が目安

P24にJPEGおよびJPEG2000の圧縮強さを変えた文字画像サンプルを示します。

先の数値目安で行った汎用ソフト（デフォルト値）での確

認およびP24サンプルから、文字が可読できるJPEGの圧縮設定は「中」が目安であると判断します。

またJPEG2000は、「中よりやや強い」圧縮の適用が可能です。

② 圧縮率（ファイルサイズ）

同じ原稿サイズ、解像度および圧縮設定でも、原稿に記載された内容によりファイルサイズは大きく変化します。文字の多い原稿はファイルサイズが大きくなり、余白の多い原稿はファイルサイズが小さくなります。また、使用するソフトによっても圧縮率は異なります。

ポイント

- ・圧縮の強さ：中程度を目安とする（200dpi）
- ・圧縮率：原画像に対するファイル容量の目安
 JPEG : 1/10 ~ 1/30 程度
 JPEG 2000 : 1/15 ~ 1/50 程度

300dpiの場合にはもう少し強い圧縮を適用しても、文字の可読性は200dpiに比べて損なわれ難いため、もう少し圧縮率を高くすることができます。

③ JPEG2000の圧縮率

JPEG2000はJPEGより一般に圧縮率は高く、JPEGより小さいファイルサイズでも同等の画質が得られます。P23のグラフはPSNRが同じになるように圧縮した際のファイルサイズ比較であり、JPEG2000はJPEGに対し3割~5割程度ファイルサイズが削減されています。

ただし、JPEG2000はJPEGより複雑な処理を行うため、処理時間（圧縮/解凍）はJPEGより遅く、3~5倍の時間を要します。採用においては、ファイルサイズと生産性とのバ

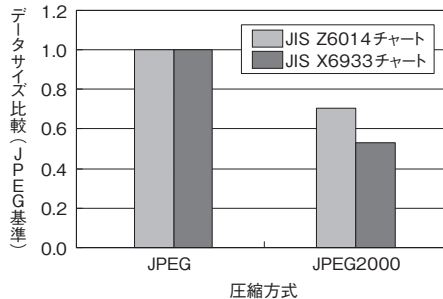
圧縮率：圧縮前のデータサイズと、圧縮後のデータサイズの比率。高い圧縮率とは、圧縮前のファイルサイズに対し、圧縮後のファイルサイズが大幅に縮小されていることを指します。また圧縮率を高めることを強い圧縮を適用すると表現します。

JPEG：静止画像の圧縮方式の一つであり、ファイルフォーマットではありません。

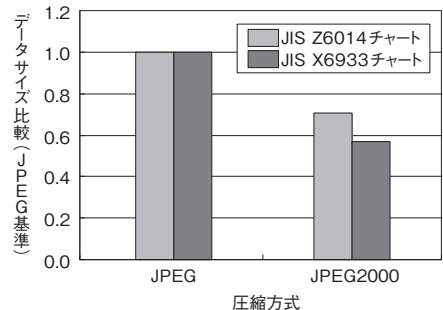
PDF：複数の画像を束ねるフォーマットとしてPDFがよく使われています。PDFに変換する際に画像ファイルは、白黒二値画像はCCITT G4圧縮、カラーやグレースケール画像はJPEG圧縮され、PDFファイルに格納されるのが一般的です。

PDF作成ソフトには圧縮の強さを設定できるものがありますので、必要に応じて設定を調整してください。

200dpi：同等PSNR画質でのデータサイズ比較



300dpi：同等PSNR画質でのデータサイズ比較



確認ソフト

- ・JPEG：cjpeg
- ・JPEG 2000：JasPer version 1.900.1

ランス（コスト）を考慮する必要があります。

(3) 文字の大きさ と 解像度

圧縮の強さは可読性に影響を及ぼしますが、解像度も可読性に大きく影響を及ぼします。

ファイルサイズの抑制と可読性をバランスするには、再現したい文字サイズを目安に読み取りの解像度および圧縮の強さを調整することを推奨します。

ポイント

電子化(圧縮)を前提とする文書の文字サイズは、7ポイント以上を推奨する。

- ・文字サイズ7ポイント以上：
 - 200dpiで圧縮の強さ「中」
 - ・文字サイズ7ポイント未満：
 - 300dpiで圧縮の強さ「中よりやや強め」
- (ポイントは写植文字の大きさの単位で、1ポイント=0.3514mm)

200dpiで読み取る方がファイルサイズおよび読み取り時間を削減することができます。

スキャナの読み取り解像度を上げることで、細かい文字でも確認することはできますが、その文書は人にとって読みにくいものとなります。

人にとって優しい文書は、電子化（圧縮）にとっても優しい文書といえると思います。

(4) 文字の色

JPEGは視覚的に感度の低い情報を間引く方式を採用しています。そのため、淡い文字は変換によって解像度の情報が失われやすい傾向にあります。また淡い色は元来、圧縮しなくても視覚的なコントラストが低いため見読性が低く、重要な情報は濃い文字で記載する必要があります。

ポイント

重要な情報は濃い文字で記載する

(5) グレースケール読み取り

カラー読み取りが必須でない原稿においては、グレースケールで読み取りを行って圧縮を適用することも、ファイルサイズの削減において効果的な方法です。白黒の二値化画像に比べるとファイルサイズは相当大きいのですが、小さい文字の可読性は良くなります。

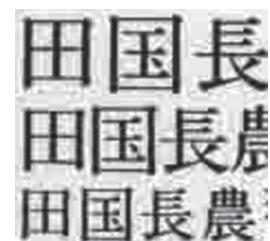
(6) ノイズ

圧縮率を高めると、原画像にはないノイズが現れます。

ただし、これらノイズが現れるのはかなり圧縮率を高くした時に起きることが多く、文字の可読性が損なわれている可能性も高いため、圧縮の設定を見直す必要があります。



ブロックノイズ



モスキートノイズ

おわりに

今回のガイドラインで示す値は、使用した原稿サンプルや圧縮ソフトが少ないため、該当しないケースもあると思います。しかし「何らかの目安があった方が検討しやすい」との意見から、値を示すようにしました。

ネットワークに占める画像データの比率の高まりから、今

後も画像圧縮は電子化における重要技術であることになり たいと考えています。
 はなく、現在取り組んでいるガイドラインを充実させていき

オリジナル	
田国長農	14
田国長農警	12
田国長農警田	10
田国長農警田国	8
田国長農警田国長	7
田国長農警田国長農	6
田国長農警田国長農警	5
11,359KB	

圧縮(画質)	強い(画質:劣る) ←	中(画質:中)	→ 弱い(画質:良好)		
JPEG		田国長農警 田国長農警田 田国長農警田国 田国長農警田国長 田国長農警田国長農 田国長農警田国長農警	田国長農警 田国長農警田 田国長農警田国 田国長農警田国長 田国長農警田国長農 田国長農警田国長農警	田国長農警 田国長農警田 田国長農警田国 田国長農警田国長 田国長農警田国長農 田国長農警田国長農警	
容量 [KB]		379	491	752	1,390
PSNR [dB]	輝度	29.1	31.5	34.8	40.3
SSIM	輝度	0.92	0.94	0.95	0.97

圧縮(画質)	強い(画質:劣る) ←	中(画質:中)	→ 弱い(画質:良好)		
JPEG2000	田国長農警 田国長農警田 田国長農警田国 田国長農警田国長 田国長農警田国長農 田国長農警田国長農警	田国長農警 田国長農警田 田国長農警田国 田国長農警田国長 田国長農警田国長農 田国長農警田国長農警	田国長農警 田国長農警田 田国長農警田国 田国長農警田国長 田国長農警田国長農 田国長農警田国長農警	田国長農警 田国長農警田 田国長農警田国 田国長農警田国長 田国長農警田国長農 田国長農警田国長農警	
容量 [KB]	249	483	718	951	1,416
PSNR [dB]	29.1	35.3	38.6	40.4	43.3
SSIM	0.91	0.95	0.96	0.96	0.98

圧縮画像 200dpi (JIS Z6014 チャート)

オリジナル	
田国長農	14
田国長農警	12
田国長農警田	10
田国長農警田国	8
田国長農警田国長	7
田国長農警田国長農	6
田国長農警田国長農警	5
25,551KB	

圧縮(画質)	強い(画質:劣る) ←	中(画質:中)	→ 弱い(画質:良好)		
JPEG		田国長農警 田国長農警田 田国長農警田国 田国長農警田国長 田国長農警田国長農 田国長農警田国長農警	田国長農警 田国長農警田 田国長農警田国 田国長農警田国長 田国長農警田国長農 田国長農警田国長農警	田国長農警 田国長農警田 田国長農警田国 田国長農警田国長 田国長農警田国長農 田国長農警田国長農警	
容量 [KB]		733	964	1,508	2,870
PSNR [dB]	輝度	30.0	32.3	35.2	39.9
SSIM	輝度	0.90	0.91	0.93	0.96

圧縮(画質)	強い(画質:劣る) ←	中(画質:中)	→ 弱い(画質:良好)		
JPEG2000	田国長農警 田国長農警田 田国長農警田国 田国長農警田国長 田国長農警田国長農 田国長農警田国長農警	田国長農警 田国長農警田 田国長農警田国 田国長農警田国長 田国長農警田国長農 田国長農警田国長農警	田国長農警 田国長農警田 田国長農警田国 田国長農警田国長 田国長農警田国長農 田国長農警田国長農警	田国長農警 田国長農警田 田国長農警田国 田国長農警田国長 田国長農警田国長農 田国長農警田国長農警	
容量 [KB]	527	1,120	1,667	2,210	3,298
PSNR [dB]	31.8	36.8	38.9	40.6	43.4
SSIM	0.90	0.93	0.94	0.96	0.98

圧縮画像 300dpi (JIS Z6014 チャート)