

画像提示の一貫性

Consistent Presentation of Images

R. Horn, Research Scientist
(robert.horn@agfa.com)

G. Claeys, Technology Manager
(geert.claeys@agfa.com)

Agfa Healthcare

日本語訳: JIRA DICOM委員会
三嶋 晶

グレースケール画像提示の問題:

グレースケール画像の表示・印画・印刷にあたっては、ディスプレイや出力媒体が異なると画像出力結果の見かけが一致しないことがしばしばある。

The appearance of grayscale images displayed on different types of softcopy display devices or printed on different types of hardcopy output devices has often been inconsistent.

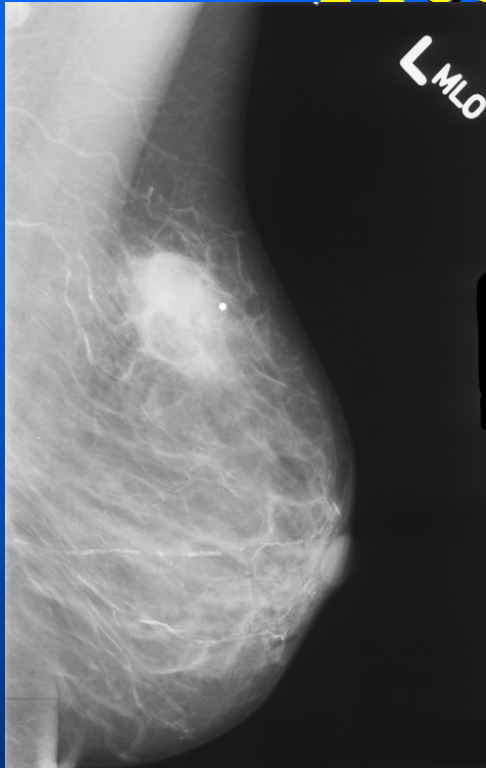
グレースケール画像の一貫性の課題

The Grayscale Consistency Problem:

- あるデバイスで最適となる画像パラメタ(ウィンドウ・レベルなど)を選び、他のデバイスにそのパラメタを適用しても、見かけは異なるものになる
 - Optimal image viewing parameters (e.g. window/ level) selected on one device appear different when displayed on a different device
- デバイス性能およびデバイス特性は多種多様だ-同じ階調幅のグレースケールなのに、デバイスが違えば再現されないか、または知覚されないことがある
 - Device capabilities/ characteristics vary - the same number of gray levels cannot be rendered or perceived on different devices
- ディスプレイ表示時と印画・印刷時とで、画像が異なる見え方をする
 - Displayed images look different from printed images
- などなど
 - ...other

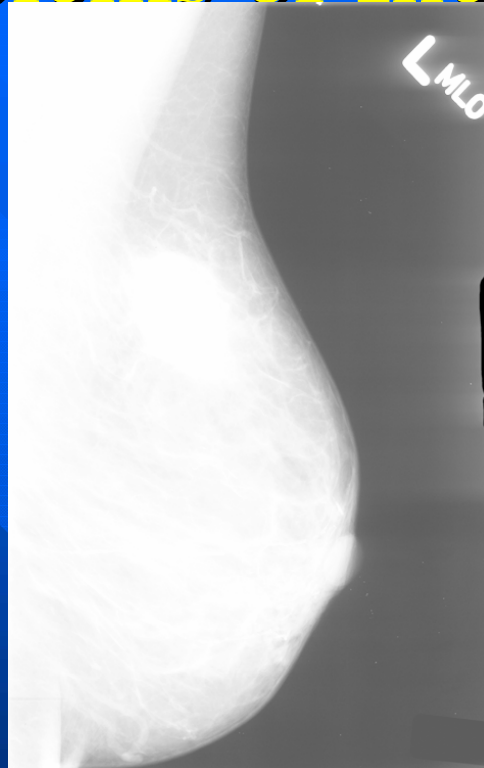
一貫性を保てない理由(わけ)

Problems of Inconsistency



mass visible

見える



mass invisible

見えない

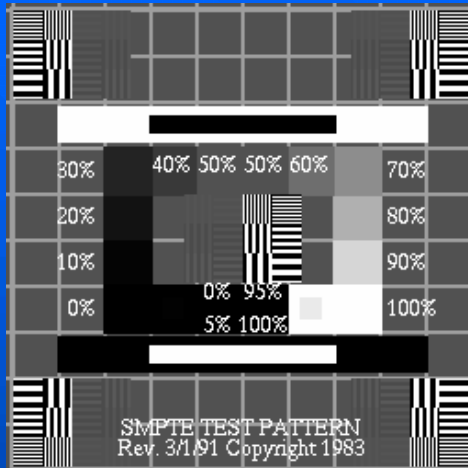
- あるディスプレイデバイスで選択したVOIだけでも
 - VOI chosen on one display device
- 別のディスプレイを備えたシステムで表示したら
 - Rendered on another with different display
- 肝心な部分がさっぱり見えなくなってしまった
 - Mass expected to be seen is no longer seen

Slide Provided by David Clunie, Quintiles Intelligent Imaging

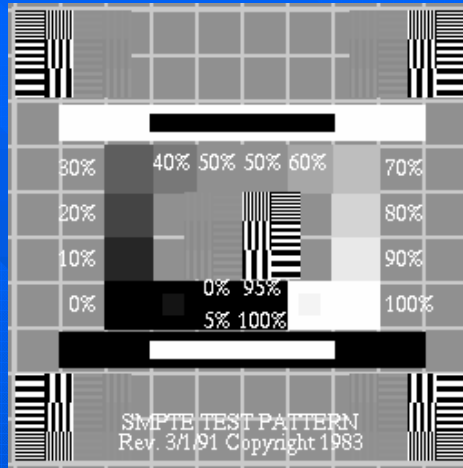
一貫性を保てない理由(わけ)

Problems of Inconsistency

0.5

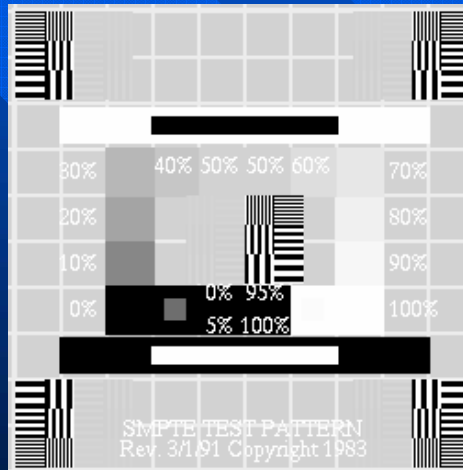
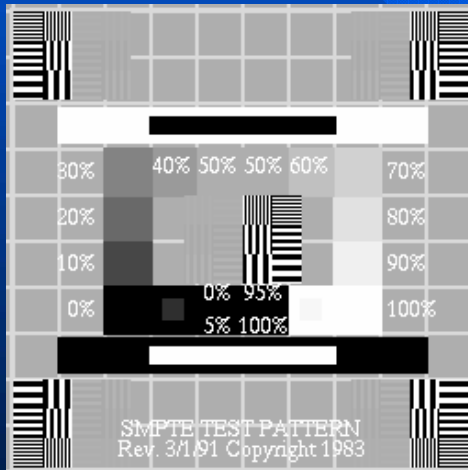


1.0

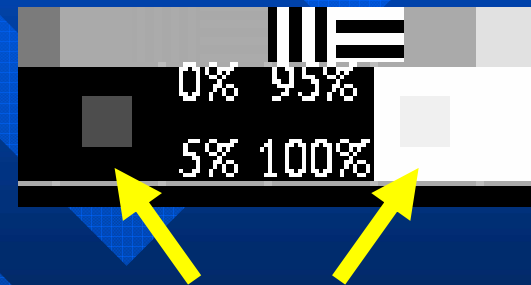


- 表示階調の全域が、全てのディスプレイで見える、、、わけではない。
- Not all display levels are perceivable on all devices

1.5



3.0

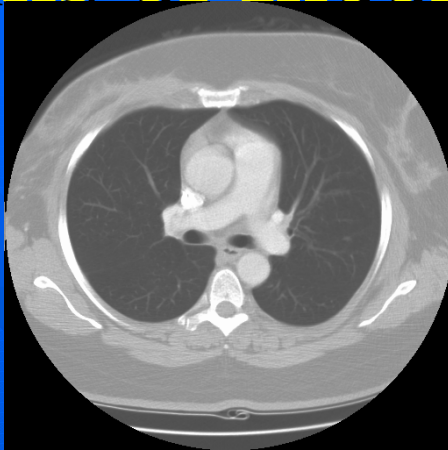
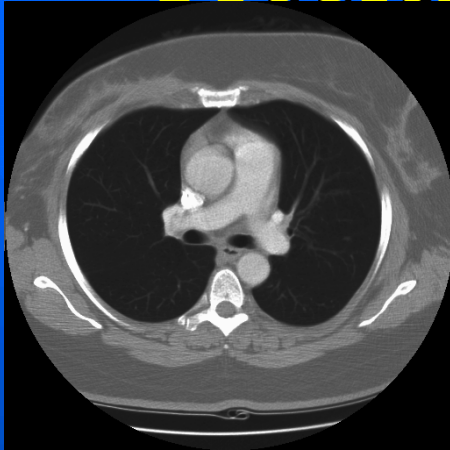


Slide Provided by David Clunie, Quintiles Intelligent Imaging

一貫性を保てない理由(わけ)

Problems of Inconsistency

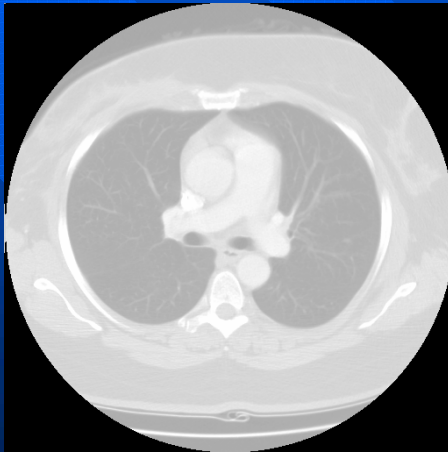
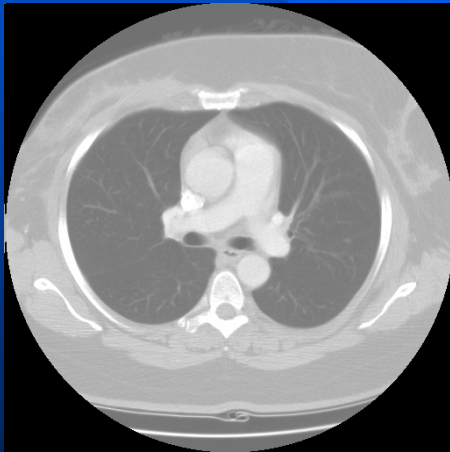
0.5



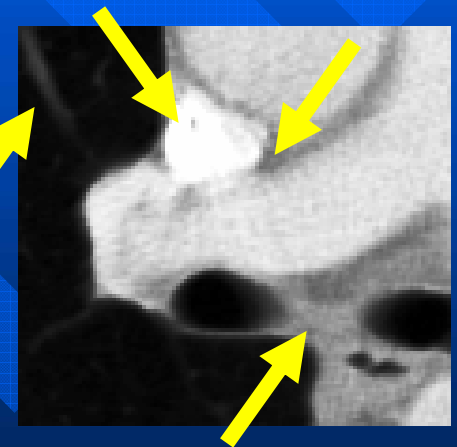
1.0

•表示階調の全域が全部のディスプレイにて可視となるとは限らない

1.5



3.0



Slide Provided by David Clunie, Quintiles Intelligent Imaging

一貫性を保てない理由(わけ)

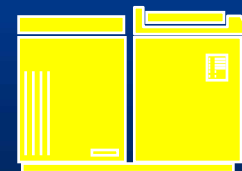
Problems of Inconsistency



デジタル モダリティ

•印刷した画像とディスプレイに表示
した画像は異なる

Printed images don't look
like displayed images



レーザ プリンタ

Slide Provided by David Clunie, Quintiles Intelligent Imaging

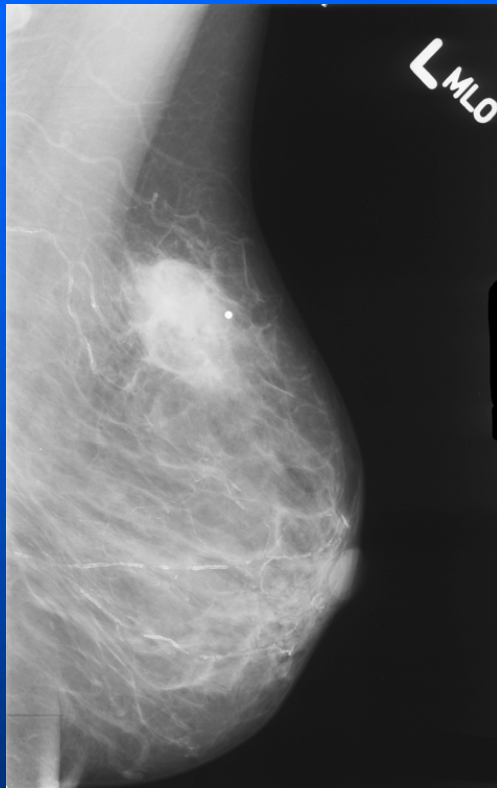
画像の一貫性を保てない原因

Causes of Inconsistency

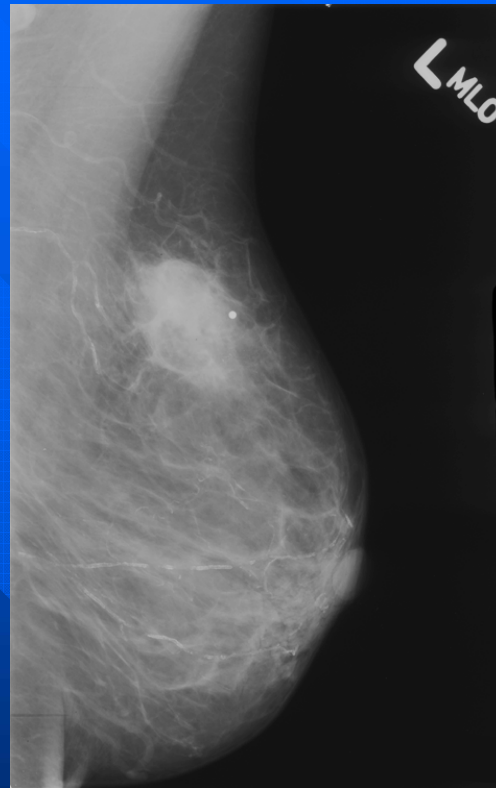
- デバイスのガモット
 - 輝度および濃度の最大・最小値
 - Gamut of device
 - » Minimum/maximum luminance/density
- デバイスの特性曲線
 - デジタル入力の輝度・濃度へのマッピング
 - 曲率
 - 線形性
 - Characteristic curve
 - » Mapping digital input to luminance/density
 - » Shape
 - » Linearity
- 環境光で見るか、照明光で見るか
 - Ambient light or illumination

画像の一貫性を保てない原因

Causes of Inconsistency



1.0



.66

- 画像提示デバイスが再現可能な最大輝度はそれぞれに異なる
 - Display devices vary in the maximum luminance they can produce
- CRTディスプレイで見た場合と、光源ボックスでフィルムを見た場合とを比べれば判りやすい
 - Display CRT vs. film on a light box is an extreme example

Slide Provided by David Clunie, Quintiles Intelligent Imaging

標準ディスプレイ実現のために

Towards a Standard Display

- ディスプレイ性能は異なるから、絶対輝度は利用出来ない
 - Can't use absolute luminance since display capabilities different
- 特性曲線の形状は異なるから、相対輝度を利用出来ない
 - Can't use relative luminance since shape of characteristic curves vary
- ソリューション: コントラストに対する人間の視感度特性をもっと知ろう-輝度レベルが異なれば、コントラストへの感度も異なる
 - Solution: exploit known characteristics of the contrast sensitivity of human visual system - contrast perception is different at different levels of luminance

人間の視覚系

Human Visual System

- モデル化されたコントラスト知覚
 - ターゲットを画像特性と仮定
 - 測定結果でモデルを確定
 - バートンモデル
- グレイスケール標準ディスプレイ関数:
 - 入力: Just Noticeable Differences (JNDs)・弁別閾(差異を検知出来る最小刺激差)
 - 出力: 絶対輝度
- Model contrast sensitivity
 - assume a target similar to image features
 - confirm model with measurements
 - Barten's model
- Grayscale Standard Display Function:
 - Input: Just Noticeable Differences (JNDs)
 - Output: absolute luminance

プリンターツール校正機器

Printer Calibration Tools (Densitometer)



ディスプレイ校正機器

Display Calibration Tools (Photometer)

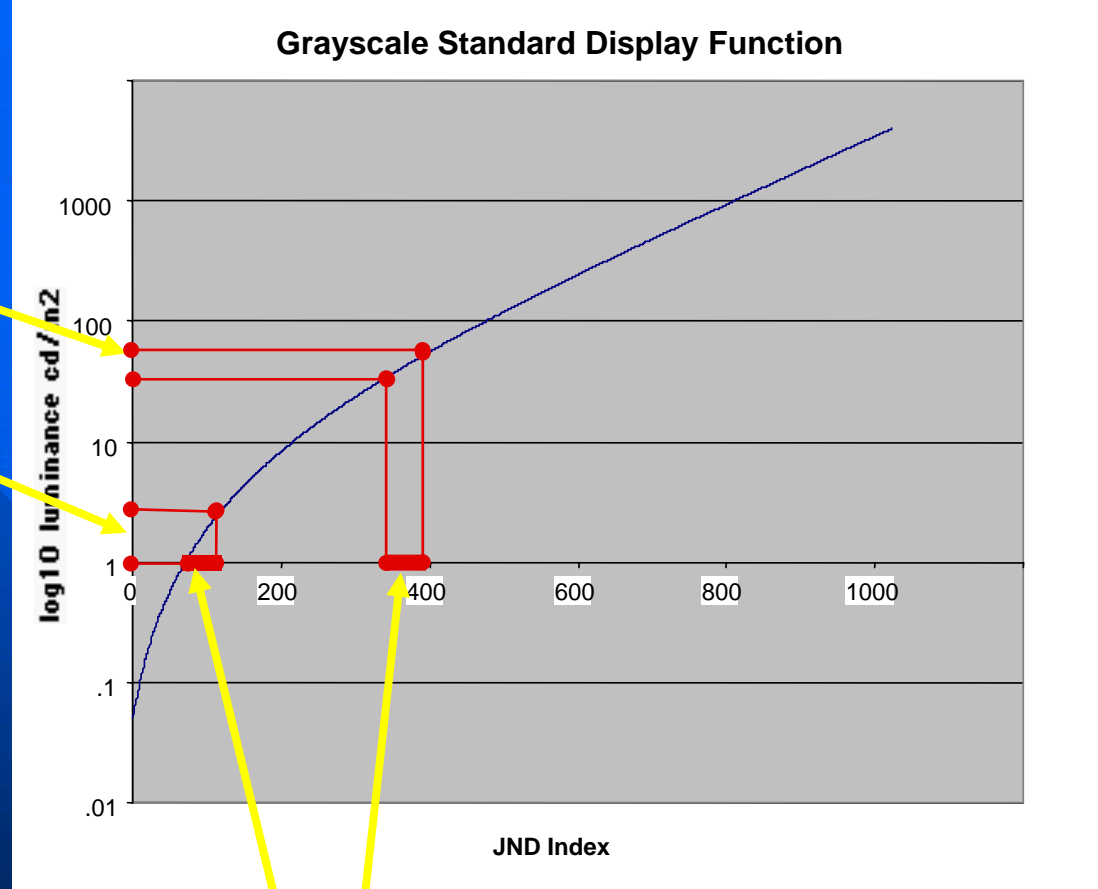


Slide Provided by Jerry Gaskill, Image Smiths Inc.

視覚でおこなわれる線形化

Percentual Linearization

絶対輝度差
は異なるが



同程度のコントラスト差として知覚される

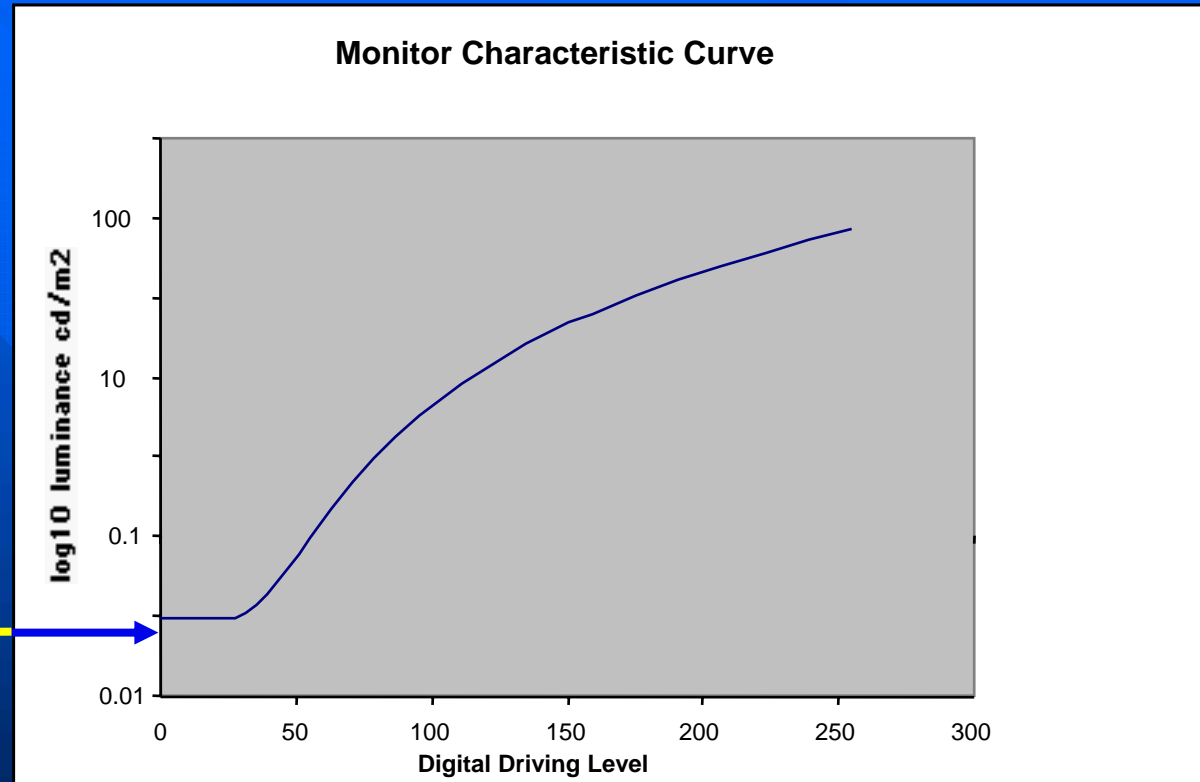
Slide Provided by David Clunie, Quintiles Intelligent Imaging

モニタ特性曲線

Monitor Characteristic Curve



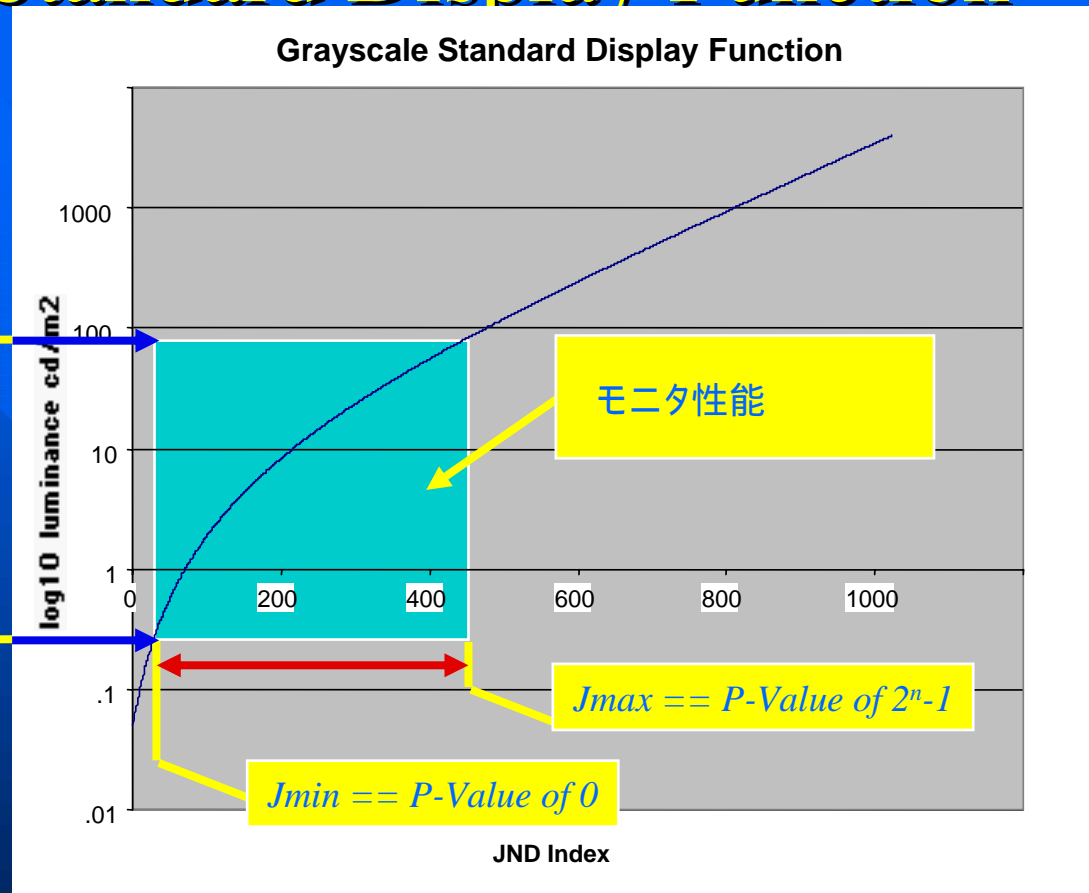
照明光



Slide Provided by David Clunie, Quintiles Intelligent Imaging

標準ディスプレイ関数

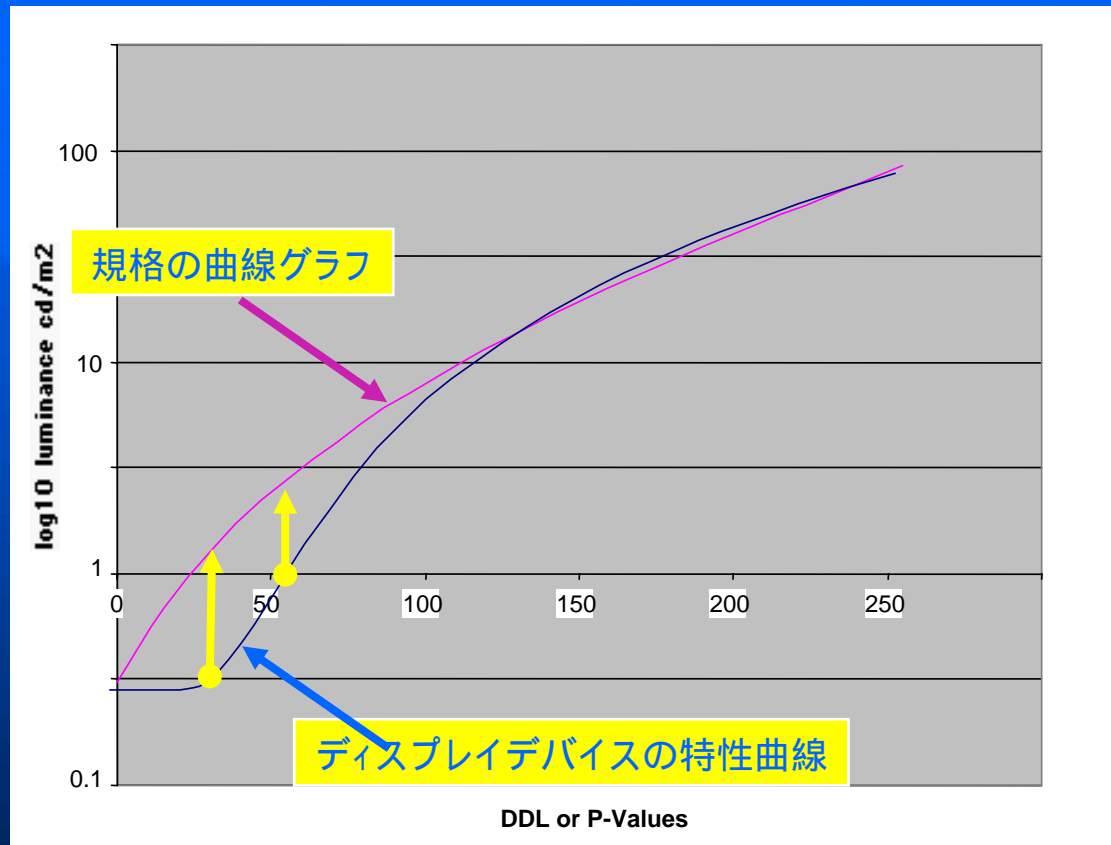
Standard Display Function



Slide Provided by David Clunie, Quintiles Intelligent Imaging

ディスプレイデバイスの較正と規格化

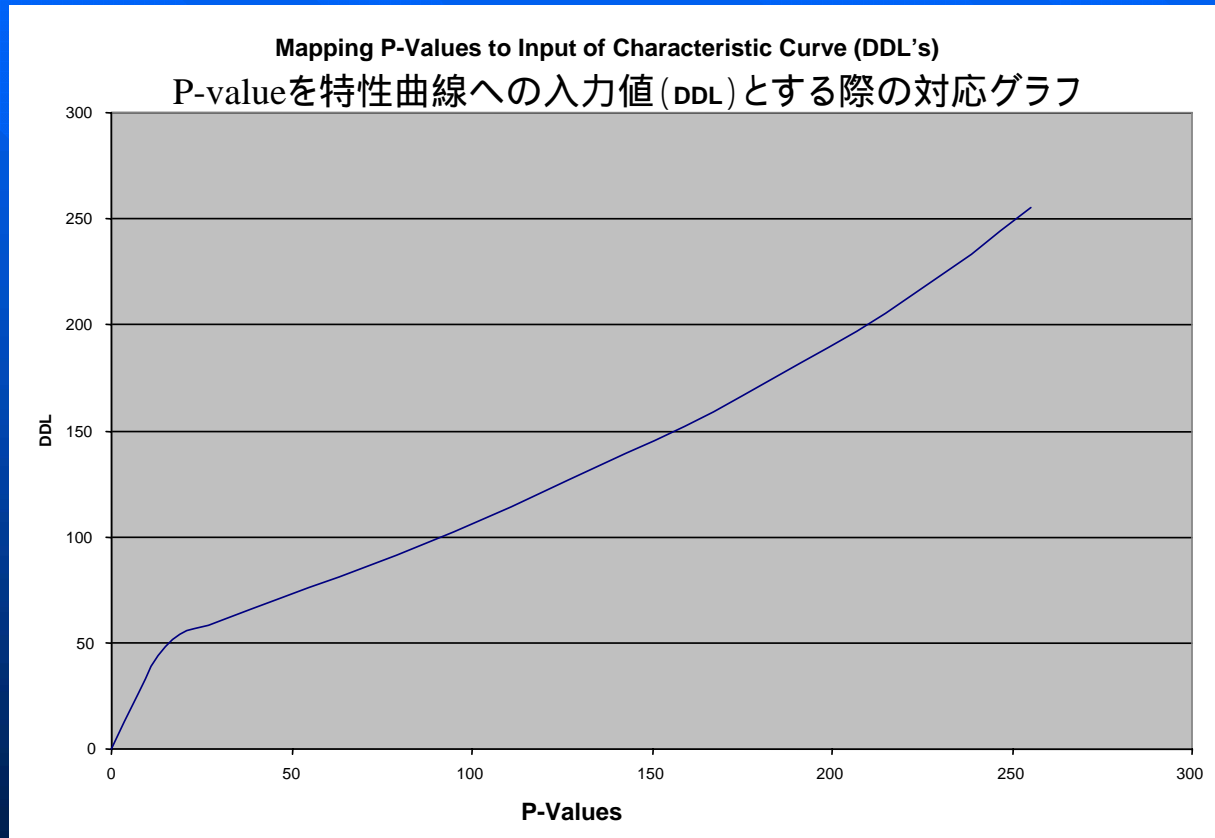
Standardizing a Display



Slide Provided by David Clunie, Quintiles Intelligent Imaging

ディスプレイデバイスの規格化

Standardizing a Display



Slide Provided by David Clunie, Quintiles Intelligent Imaging

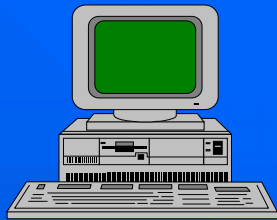
画像提示の一貫性を実現するために DICOM規格で定義されたもの

To Achieve Consistent Presentation of Images,
the DICOM Standard Defines:

- 表示LUTを備えたプリントマネジメント - 整形済み印
画出力における画像提示一貫性を制御する目的
- Basic Print Management with Presentation Look Up
Table, for controlling the consistent appearance of
preformatted images on printed output
- グレースケールソフトコピー提示ステート - softcopy
ディスプレイでの画像表示一貫性制御する目的
- Grayscale Softcopy Presentation State, for controlling
the consistent appearance of images on softcopy display

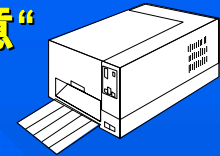
Basic Print Management Meta SOP クラス

Basic Print Management Meta SOP Class



Print (SCU)

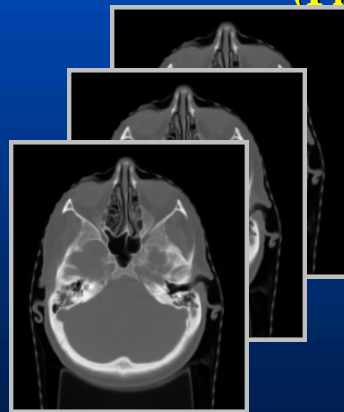
Association Negotiation - “Contract Agreement”
アソシエーション・ネゴシエーション “規約への同意”



Print (SCP)

Agreed set of SOP Classes and Transfer Syntaxes
(*Basic Print Meta SOP Class*)

4つのSOPクラスから構成されるBasic Print Meta SOP Class
フィルムセッション、フィルムボックス、イメージボックス、プリンター
Basic Print Meta SOP Class consist of four SOP Classes
(Film Session, Film Box, Image Box, and Printer)



N-Create (create film sheet, format printer)



N-Set (place images on film sheet)



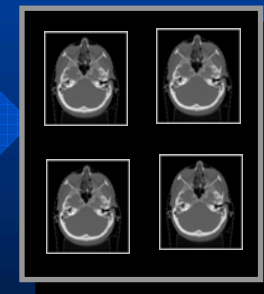
N-Action (request to print the film sheet)



N-Event-Report (status of the printer)



Film Sheet

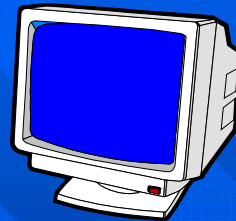
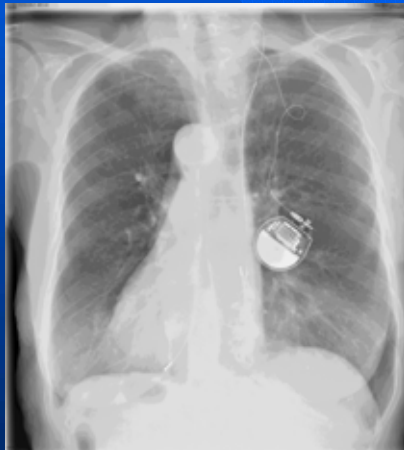


Slide Provided by Don Van Syckle, Merge Technologies Inc.

例：放射線医が胸部X線画像を反転して...

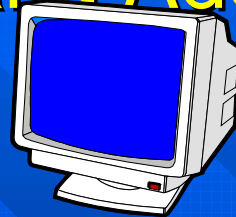
Example: A Radiologist “Flips”

Chest XRAY Image on Softcopy Display



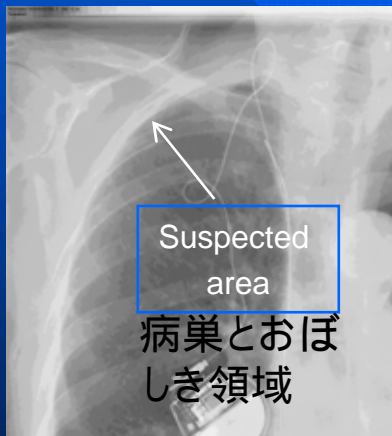
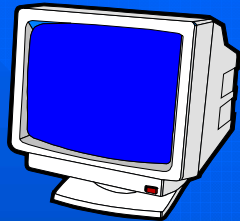
例の続き：胸部X線画像の右上部を拡大しコメントを付記する...

Example Continued: Radiologist Magnifies Chest XRAY Image, Pans to Upper Right Hand Quadrant and Adds an Annotation



例(続き): 内科医が元画像を見ると Example Continued: Referring Physician Views the Original Image...

Radiologist:



Referring Physician:



Radiologist Should Store the Viewing Parameters Using GSPS!

放射線医は自分の使った表示時のパラメタをGSPSを利用して保存すべきだ！

GSPS : Gray Scale Presentation State

グレースケール画像ソフトコピー表示ステート

注: ソフトコピー = デジタルファイルでのコピー

Grayscale Softcopy Presentation State:

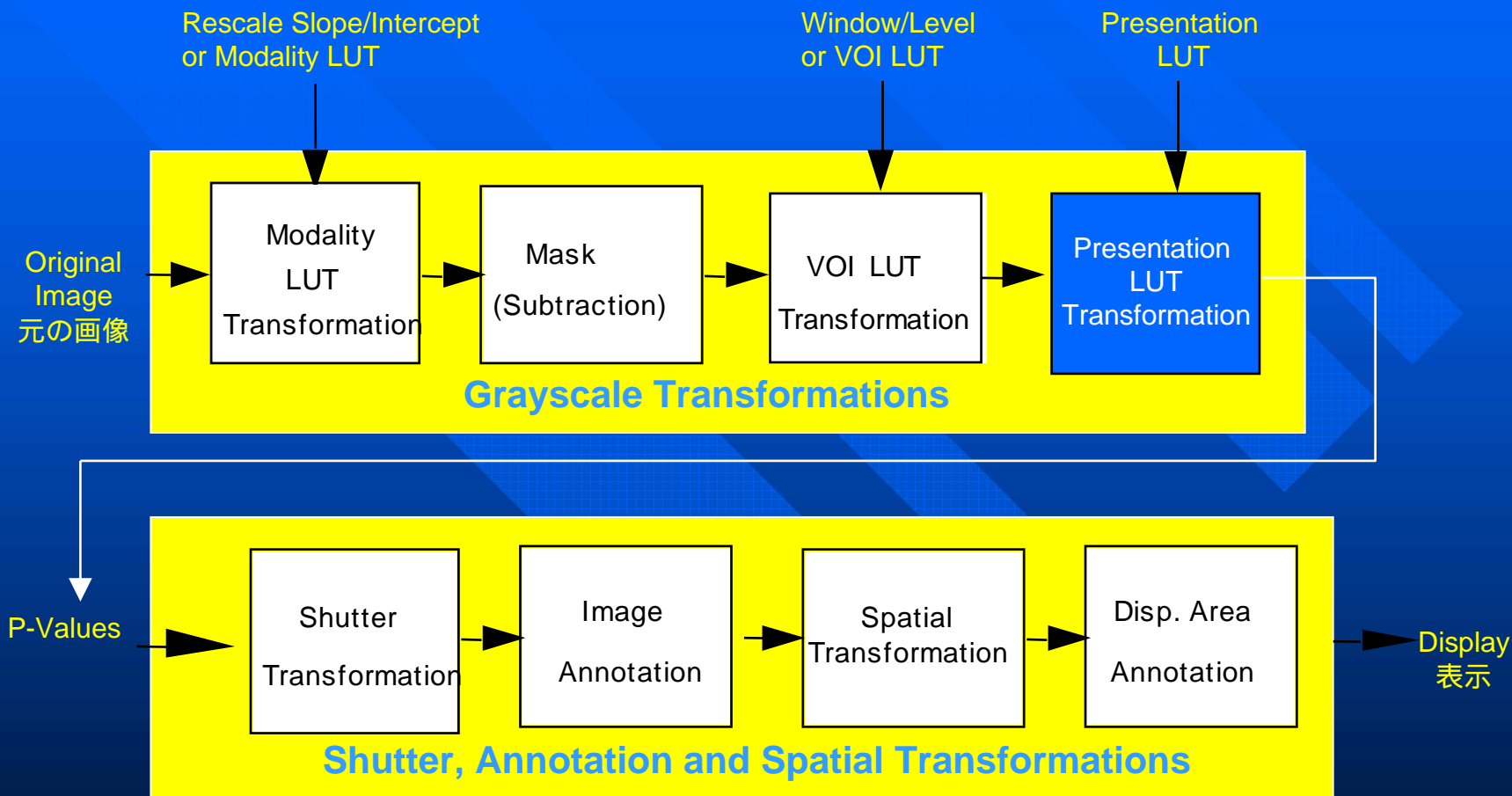
- 画像提示設定パラメタを含む複合オブジェクト
 - Composite object containing the image display settings parameters
- 一枚または複数の画像/画像シリーズ/フィルタにリンクした複合オブジェクト; 同一の検査インスタンスUIDをもつもの (同一のストレージSOPクラス)
 - Composite object links to one or more images (Series, filters); stored using same Study Instance UID (same Storage SOP Class!)
- 通常のストレージサービスを用いる; クエリ/取得サービスを用いる
 - Uses regular Storage services (C-STORE); uses Query/Retrieve services
- GSPS SOPインスタンスは不変である: 変更には新規のSOPインスタンスUIDが必要となる
 - GSPS SOP Instances are immutable: changes require a new SOP Instance UID
- 注: GSPSの生成ならびに特定の摘要については、DICOM規格外ではあっても、IHEにて規定されているものもある (例: Virtual Image Set Split).
 - Note: generation and specific application of GSPS is outside the scope of DICOM, but not outside the scope of IHE (e.g. Virtual Image Set Split)

GSPS Module Table:

IE	Module	Usage
Patient	Patient	M
Study	General Study	M
	Patient Study	U
Series	General Series	M
	Presentation Series	M
Equipment	General Equipment	M
Presentation	Presentation State	M
	Modality LUT	C - Required if to be applied
	Mask	C - Required if multi-frame and to be applied
	VOI LUT	C - Required if to be applied
	Softcopy Presentation LUT	M
	Graphic Annotation	C - Required if to be applied
	Spatial Transformation	C - Required if rotation, flipping or magnification are to be applied
	Displayed Area	M
	Display Shutter	C - Required if to be applied and the Bitmap Display Shutter Module is not present
	Bitmap Display Shutter	C - Required if to be applied and the Display Shutter Module is not present
	Overlay Plane	C - Required if to be applied or the BM Displ. Shutter Module is present
	Overlay/Curve Activation	C- Required if image contains curve or overlay which is to be displayed
	Graphic Layer	C - Required if Graphic Annotation or Overlays or Curves are to be applied
	SOP Common	M

DICOM Grayscale Image Transformation Model

DICOM Grayscale Image Transformation Model



訳者注:LUT=ルックアップテーブル

色についてはどうだろう

What about color ?

- 一貫性を保つのはより難しくなる
 - 色のメトリクスだけでなく、デバイスのガモットも多岐にわたる
 - 心理的な視覚効果の影響も大きい
 - Consistency is harder to achieve
 - » Not just colorimetry (i.e. not just CIELAB)
 - » Gamut of devices much more variable
 - » Greater influence of psychovisual effects
- ICC (CMS国際標準化団体) における標準化の試み
 - Extensive standards efforts e.g. ICC
- DICOMでも近年、グレースケール提示に倣い色提示を規定した
 - 多くのディスプレイとプリンタがICCプロファイルを採用しているが、DICOMの色表示ステートをサポートした医用画像提示デバイスはごく少ない
 - DICOM recently defined color presentation in a manner very similar to grayscale.
 - » Many display and print devices already have ICC profiles, but few medical imaging devices support color presentation state.

色提示ステート

Color Presentation State

- 2005年6月にSupplement 100としてファイナルテキスト化
 - Final Text in June 2005, Supplement 100
- 色提示ステート
 - ICCカラープロファイルを基本とする
 - 色に対して一貫性を与える
 - 2枚のグレイスケール画像があって、画像を半透明化し他の画像にオーバーレイ表示する場合の規則を定める
 - Color Presentation State
 - » Based on ICC Color Profiles
 - » Provides consistent color for color images
 - » Also defines image fusion of two greyscale images, where one is displayed as a transparent color overlay on the other
- ICCプロファイルとの関連づけを定めることで、色を利用している他のオブジェクトにも一貫した色メカニズムを提供する
 - Also defined consistent color mechanisms for other objects using color, by defining a relationship to ICC profiles.

画像一貫表示を実現するためには

Consistent Presentation is Provided by

- DICOM GSDFでモニタを較正する
 - Use of DICOM GSDF for calibration of monitors
- グレースケール画像プリント時は表示LUTを利用する
 - Use of Presentation LUT for Grayscale Print
- 画像ファイルコピー時にはGSPS SOPインスタンスを新規に作成する
 - Creation of GSPS SOP Instances to capture the presentation of softcopy images.
- 保存していた画像を呼び出すときはGSPS SOP インスタンスを用いて表示する
 - Use of GSPS SOP Instances when displaying images from archives
- “IHE グレースケールCPI対応”とコンFORMANCEに明記された機器を使う
 - Devices that claim conformance to the IHE Consistent Presentation of Grayscale Images provide these functions.

ご静聴ありがとうございました
Thank You