

裸眼立体ディスプレイの分類と測定

FPDの人間工学シンポジウム2009

2009年3月6日(金) 成蹊大学

(株)東芝 平 和樹

Copyright 2009, Toshiba Corporation.

立体ディスプレイ標準化に関連する動き

- **ISO/TC 159/SC 4/WG 2**

- HMD(virtual displays)利用の際における生体影響を最小限にするためのガイドライン
 - ISO 9241-303 Annex E "Virtual display - Performance objectives" describes requirements assuming head-mounted display technology.

— 裸眼立体ディスプレイの人間工学的要求に関するテクニカルレポート (TR)

- “Ergonomic requirements for autostereoscopic (3-D) displays”

- **IEC/TC 110**

- “3Dディスプレイ測定法” Measuring methods for 3D displays” 韓国NP提案

- **SEMI/FPD**

- スコープの拡大(3D display)と台湾FPD/TCにおける3D display Metrology TF設立

- 米学会SID下におけるICDM/3D stereo subcommittee

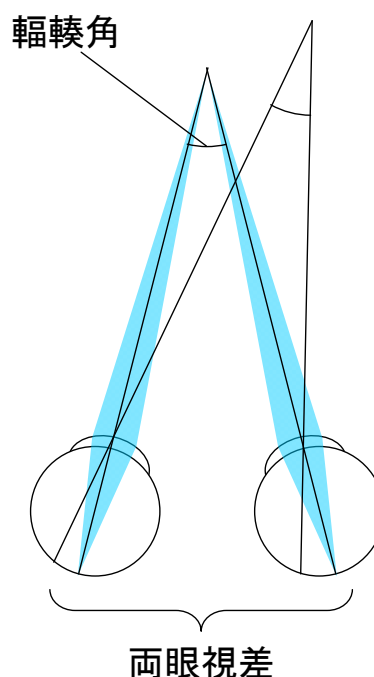
- 3D@Home/ST4”3D displays”

ISO/TRの作成方針

- 昨年10月に開催された第56回ISO/TC 159/SC 4/WG 2東京会議において、VFSD(立体ディスプレイにより誘起される視覚疲労、Visual Fatigue induced Stereoscopic Displays)の問題を基本にTRドラフトを作成する方針が確認された。
- VFSDの要因
 - 調節と輻輳の不一致
 - 眼間の網膜像における差異
 - 空間的あるいは時間的に過大な視差変化

立体知覚のための奥行き手掛かり

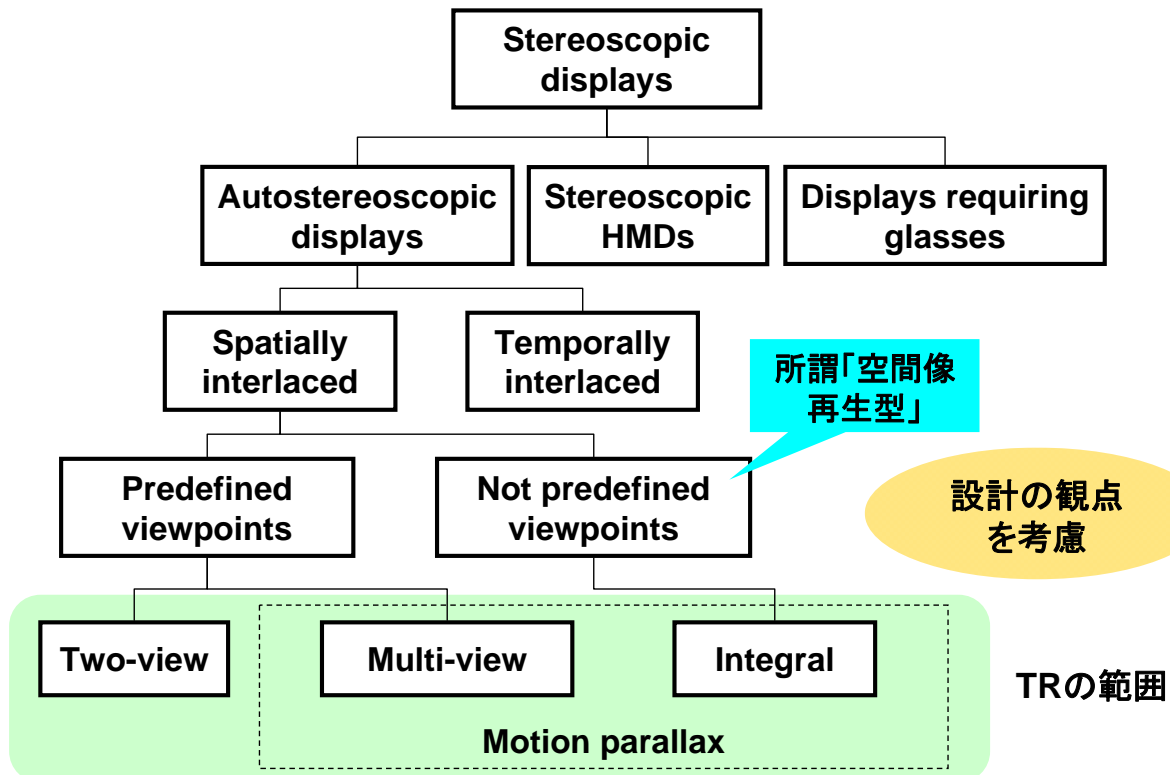
- 両眼視
 - 両眼視差
 - 輻輳作用
- 単眼視
 - 調節作用
 - 運動視差
 - 像の明るさ
 - 大きさ(視野、網膜像)
 - コントラスト、空気透視
 - ...



裸眼立体ディスプレイの分類

- 何に基づき分類するか？
 - 立体表示方式・技術
 - ディスプレイの構造・構成
 - 利用できる立体知覚効果
 - 立体ディスプレイの表示特性
 - ...

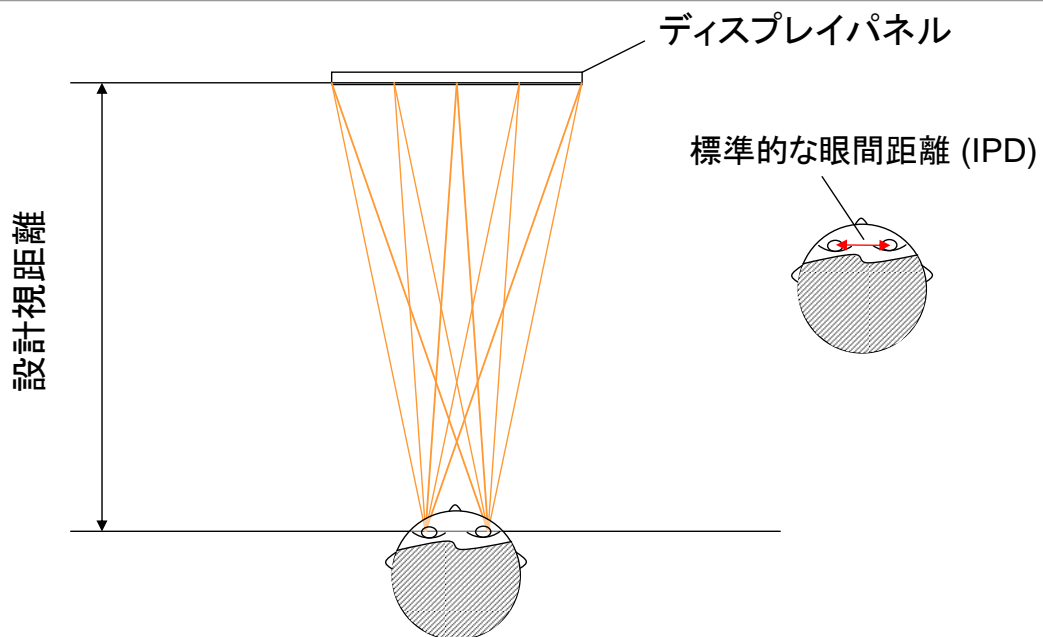
立体ディスプレイの分類(ISO/TR日本案)



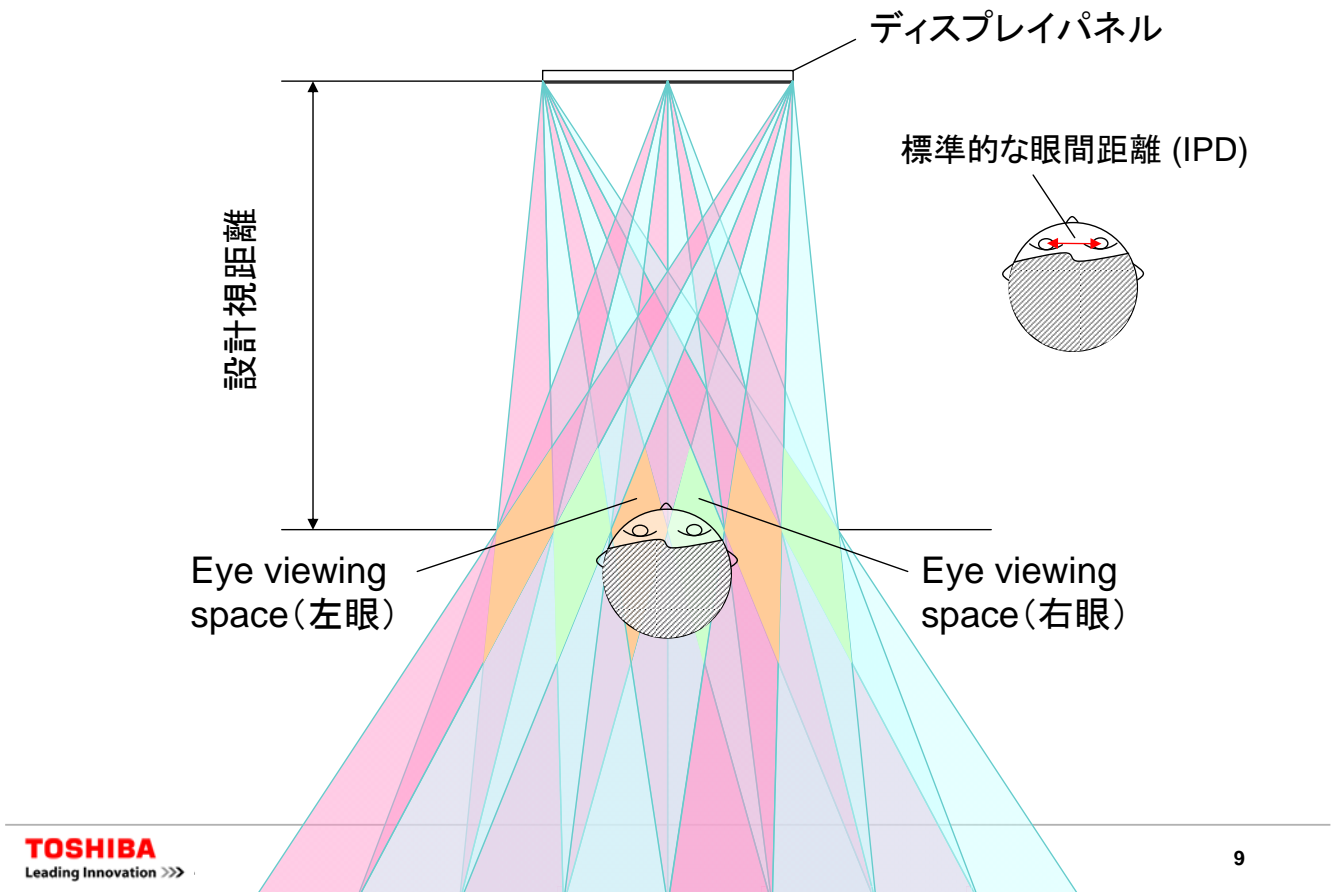
各種裸眼立体ディスプレイの特徴

- 2眼式 (Two-view)
 - 最も基本的(シンプル)な方式、コンテンツ準備が**簡便**
 - **高精細**かつ**鮮明**な立体像
 - 運動視差が無い、狭い視域
 - 通常の設計では視域と逆視領域の広さは同じ
- 多眼式 (Multi-view)
 - 2眼式に比べ表示解像度が低下、しかし
 - **運動視差**が知覚可能(離散的/連続的)
 - 視域を広げ逆視領域を狭めることが可能
 - 通常的设计では2眼式と同様な視点が存在
 - 設計方法、コンテンツ生成は一般に2眼式の拡張(視点を増やす)で対応
- インテグラル式 (Integral)
 - 表示解像度が多眼式と同様に低下
 - **連続的な運動視差**且つ視域内において**均一な表示特性**
 - 立体視のベストポイント(視点)は無いが広い視域
 - 縦方向視差の付与など

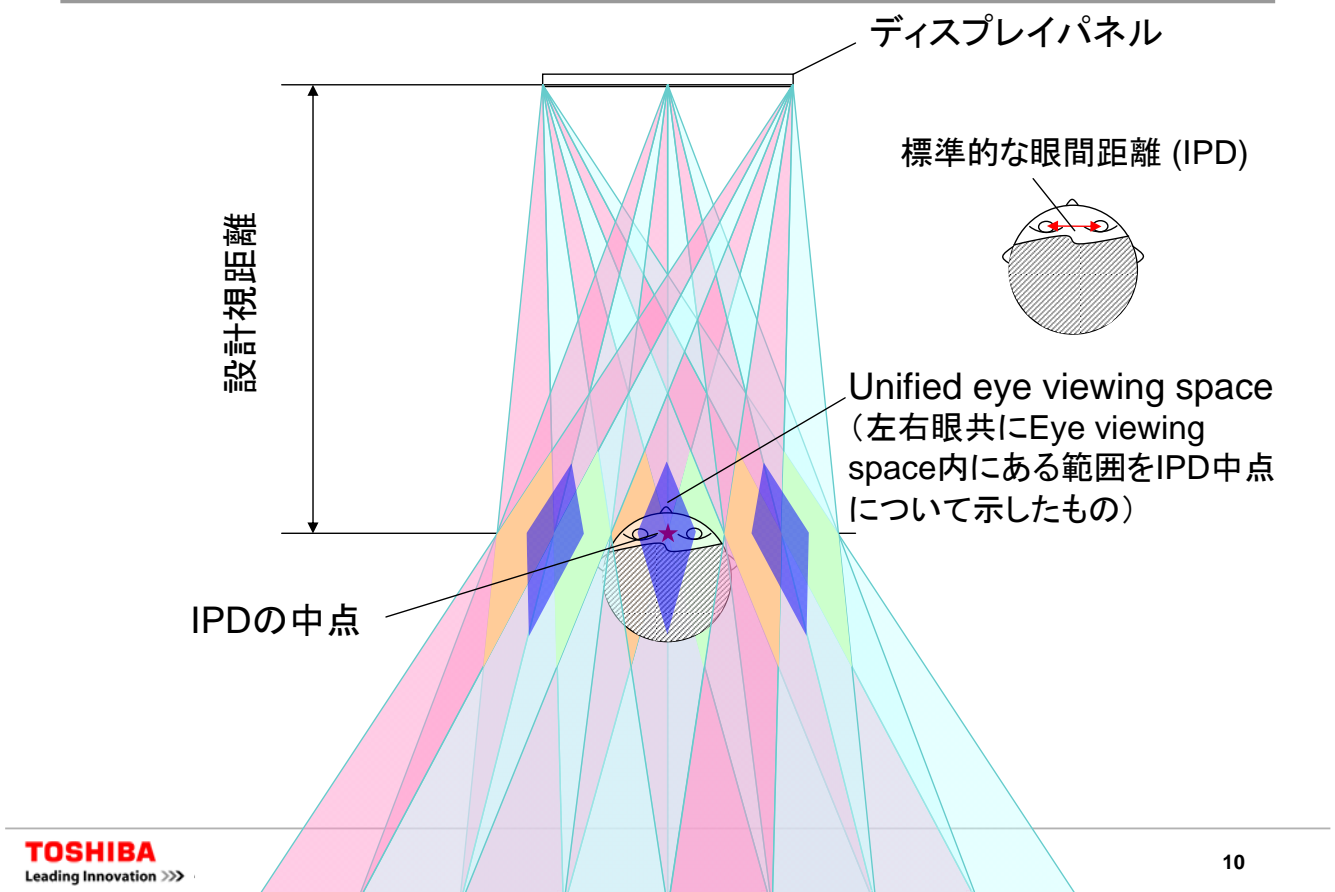
2眼式における標準的な設計



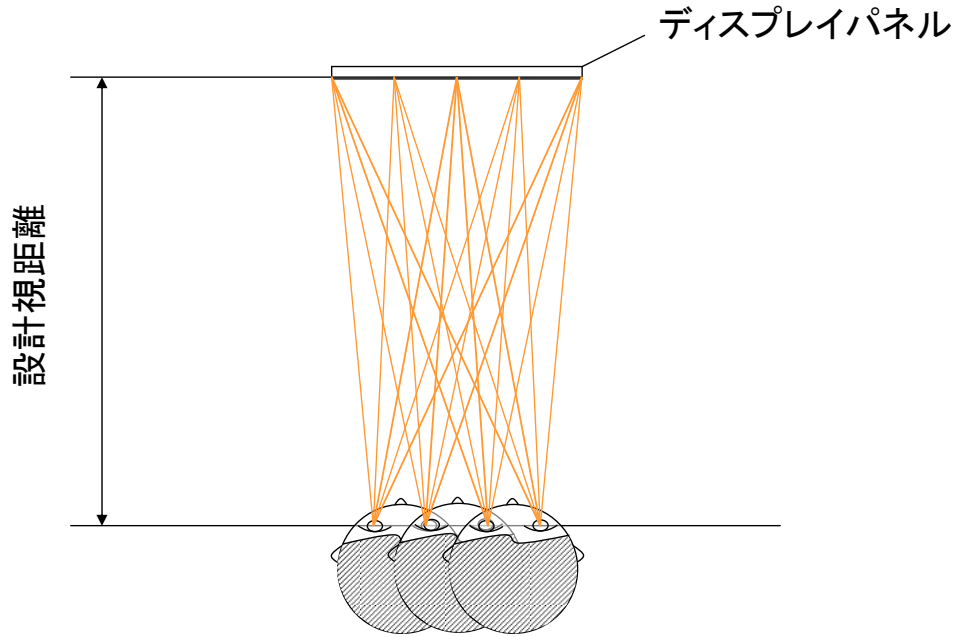
2眼式における標準的な設計



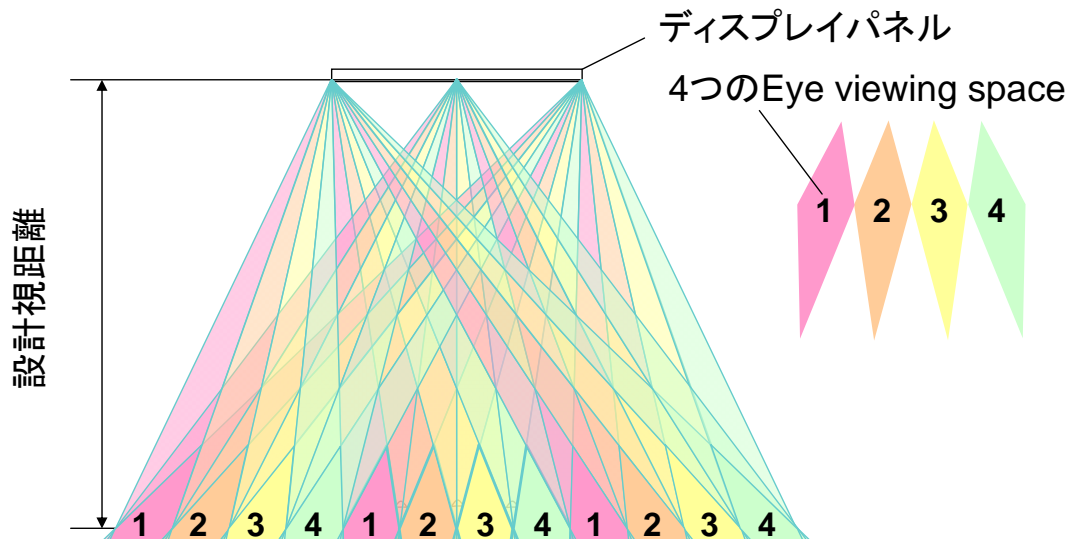
2眼式における標準的な設計



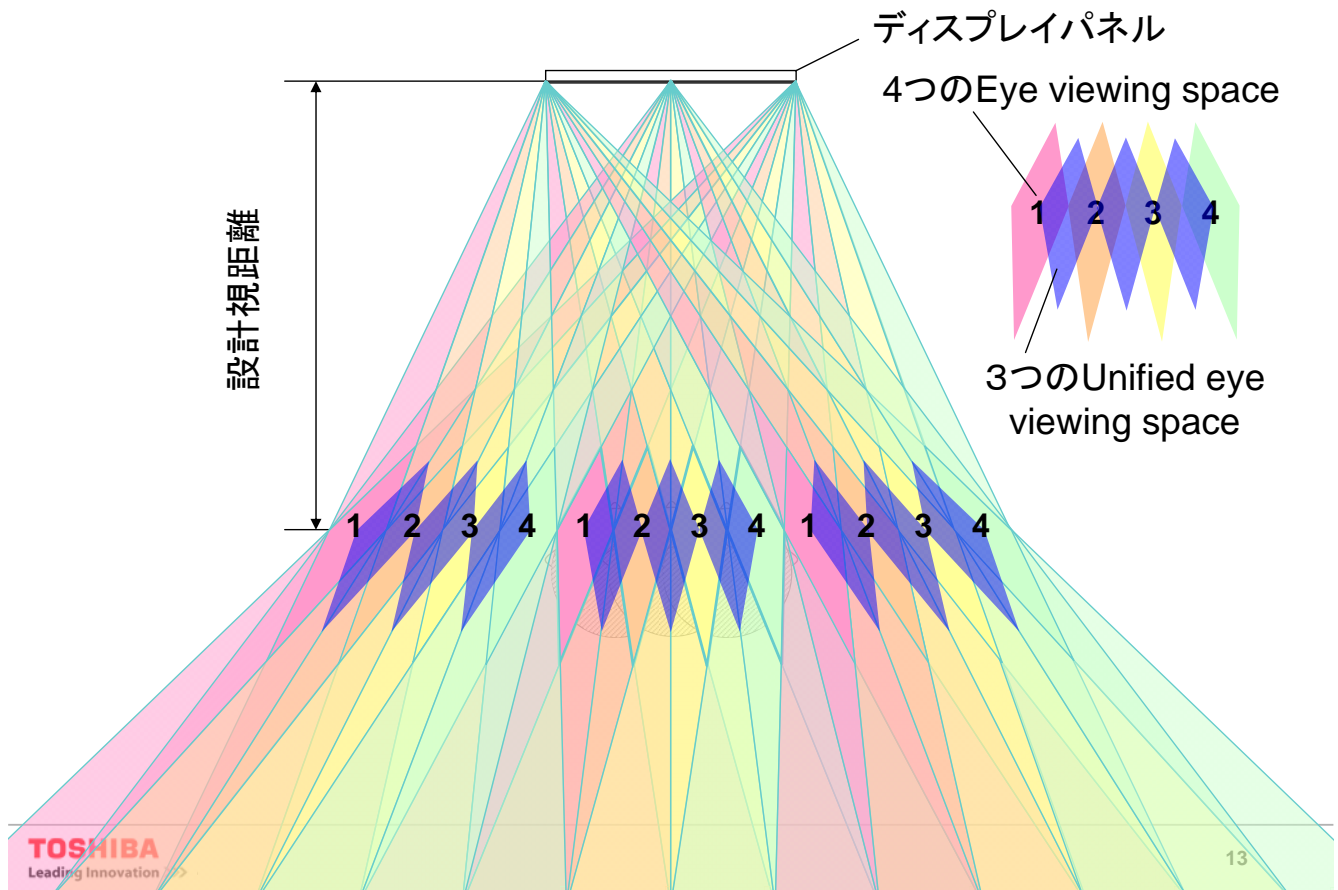
多眼式(4眼)における設計



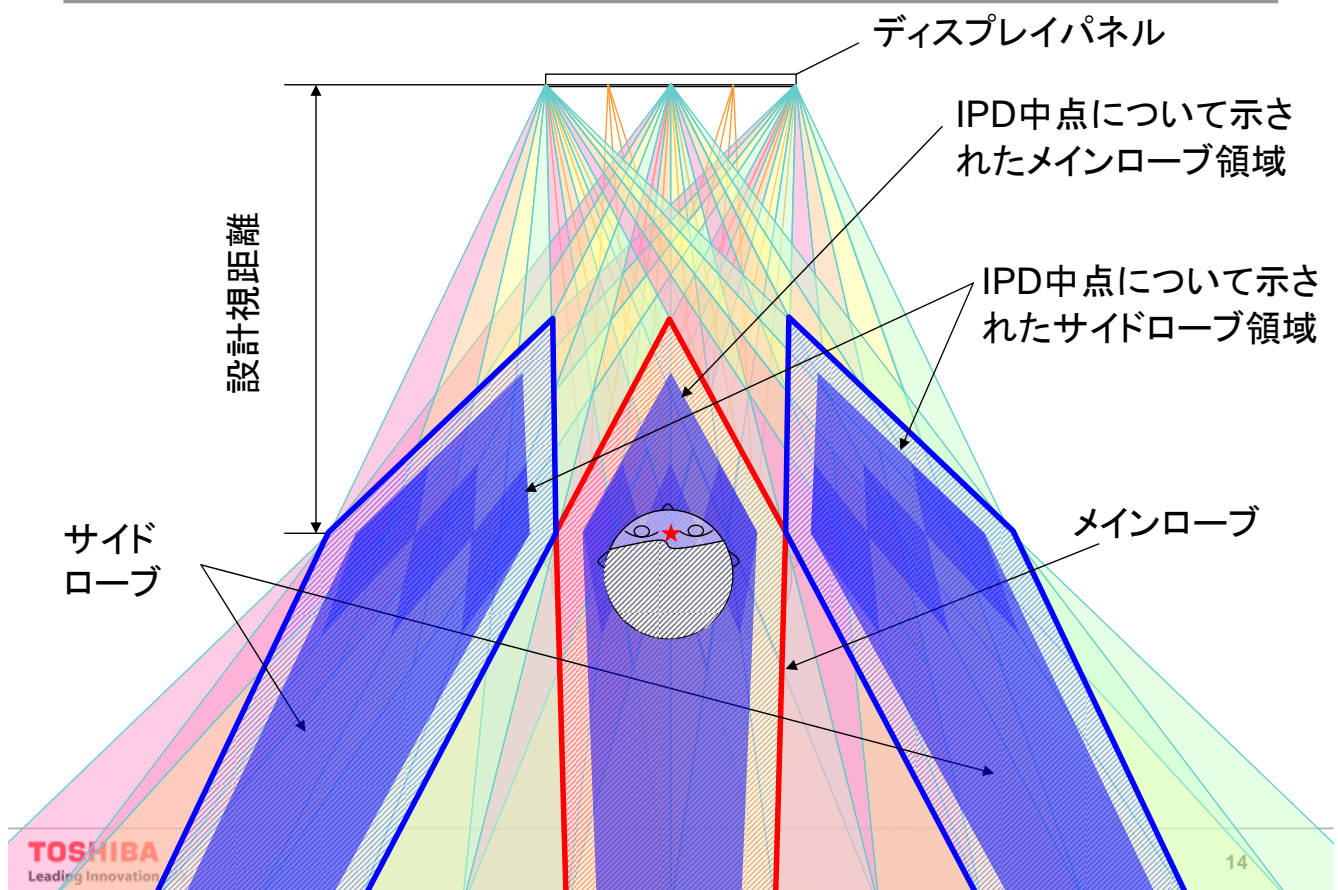
多眼式(4眼)における設計



多眼式(4眼)における設計

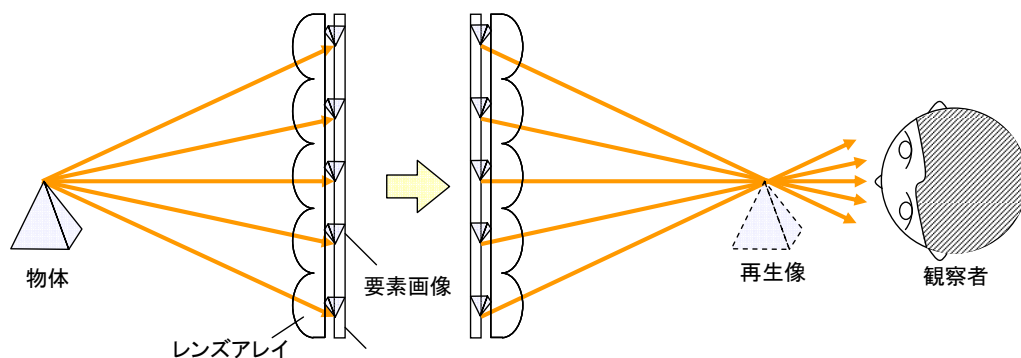


多眼式(4眼)における設計



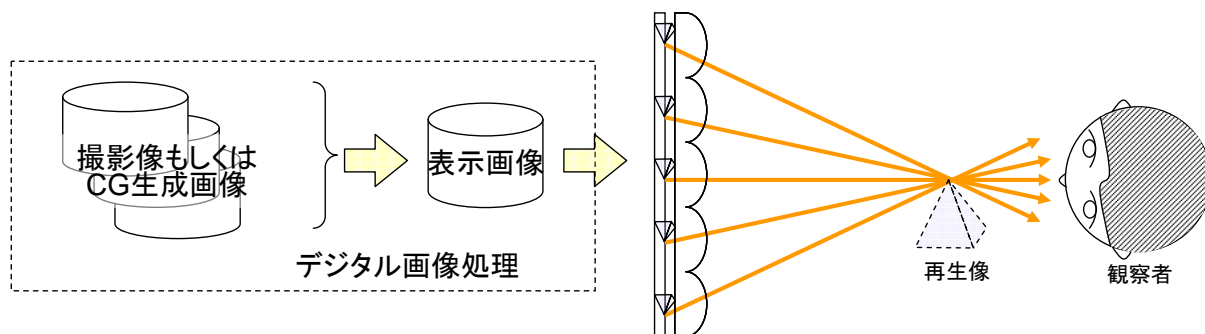
インテグラル方式(Integral)

•インテグラルフォトグラフィ(IP)

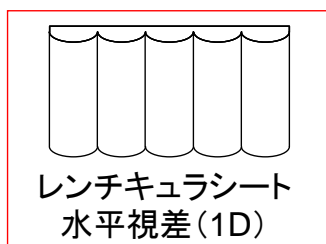
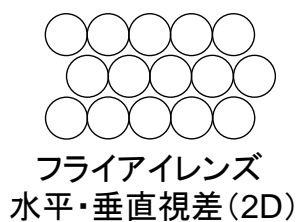


インテグラル方式(Integral)

•デジタル画像処理によるIP



•1次元(1D)インテグラル



✓立体表示効果と表示解像度とのバランス

インテグラル方式の特徴・特性

• インテグラルフォトグラフィに起源 (IP)

– 1908年Lipmannにより提案された撮影・表示技法

- レンズアレイ(フライアイレンズ)が一般的に用いられるが、レンチキュラー構成も縦方向視差を省いた簡略法とされる。原理的にはピンホール、バリヤも適用可

– 構造は多眼式とほとんど同じ

- 結像関係はフィルム面(画素位置)と再生像間(観察者の視点位置ではない)。一般に、レンズ焦点距離は固定されているため被写界深度の関係からフォーカスエラーが発生する

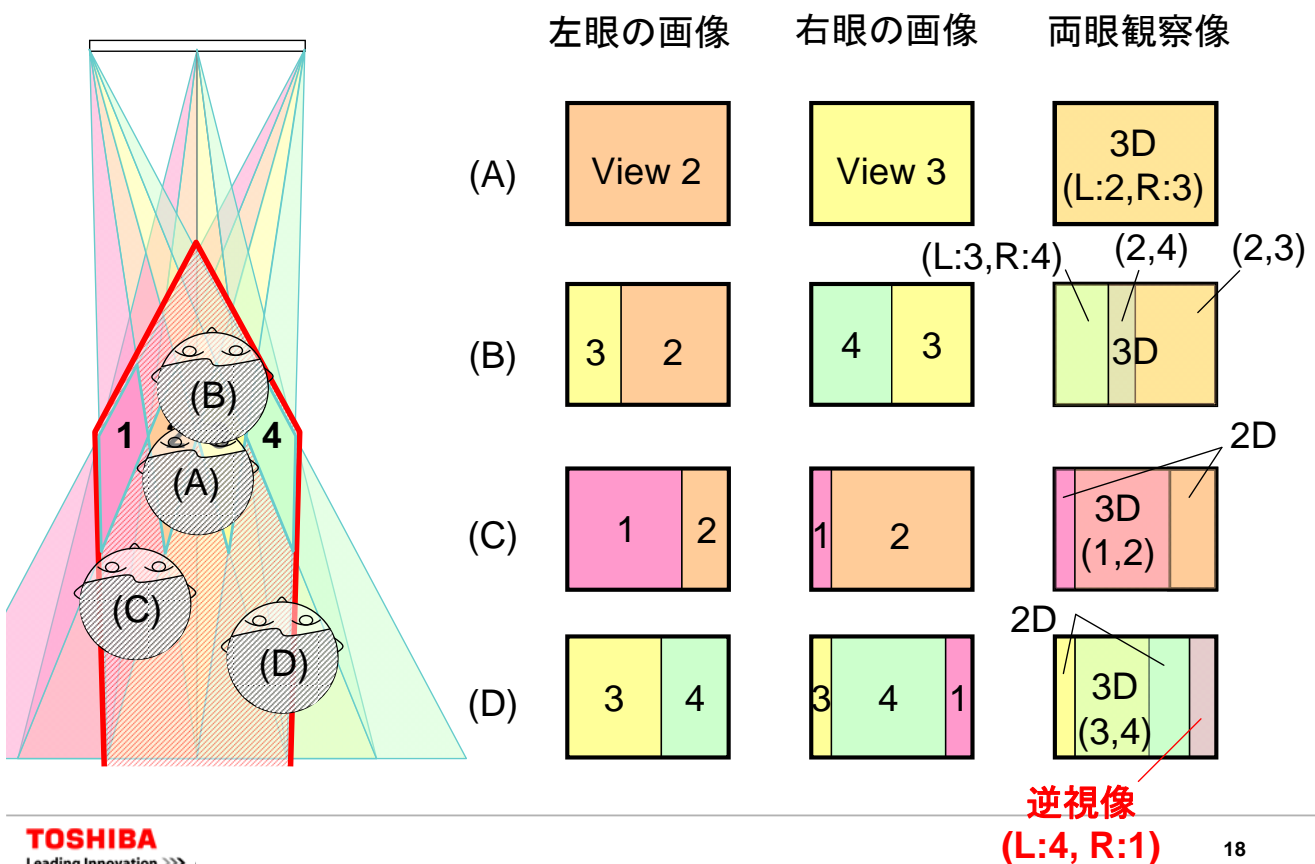
• 現代の技術(デジタル画像処理技術など)の適用を考えた場合、

– フィルムの代わりにマトリクス型ディスプレイを利用

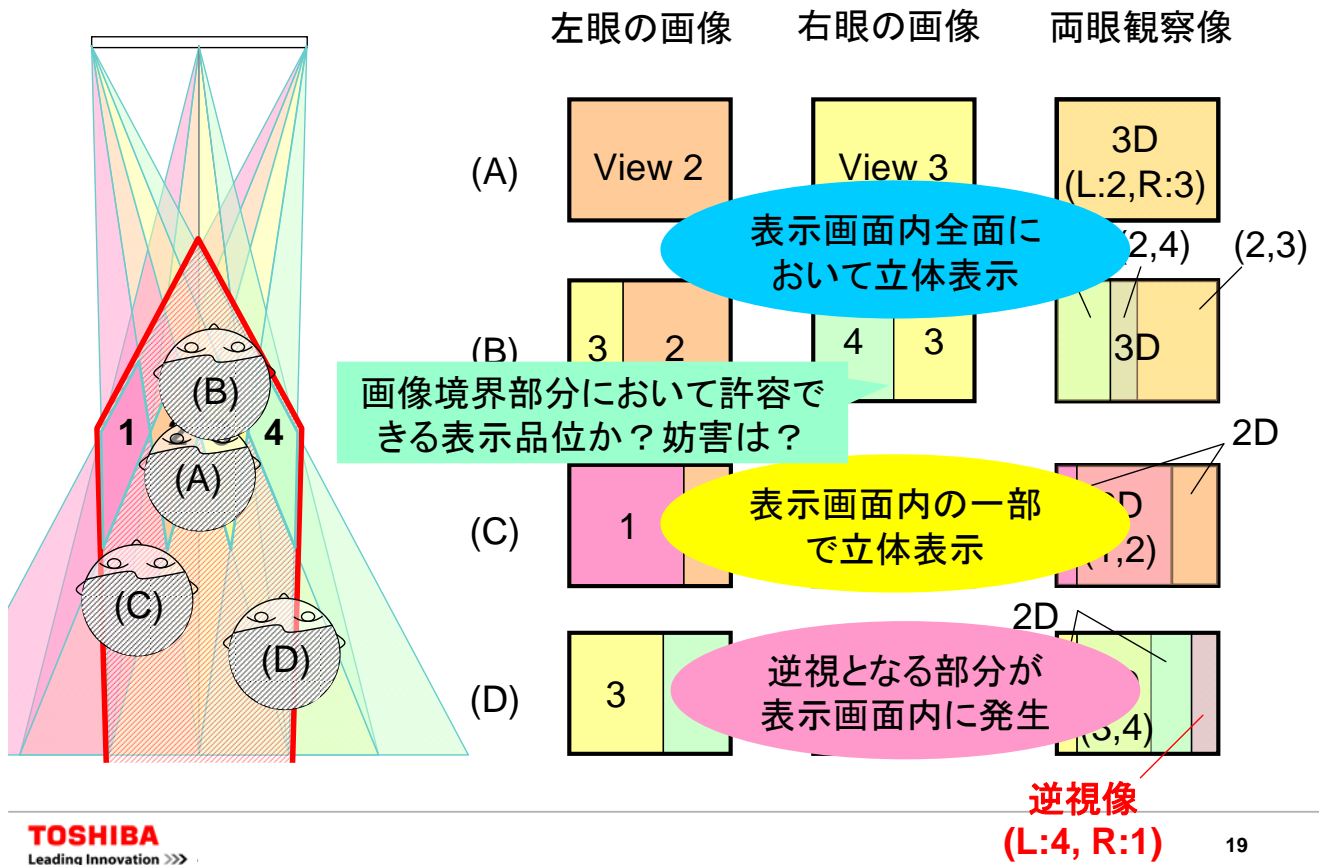
- 高精細LCDを利用しても表示解像度は不足気味(フォーカスエラーよりも解像度低下の支配的要因となっている)
- 要素画像の画素への割付けはフィルムと異なり調整可能

光線によるサンプリングと視域(ローブ範囲)をどう扱うか

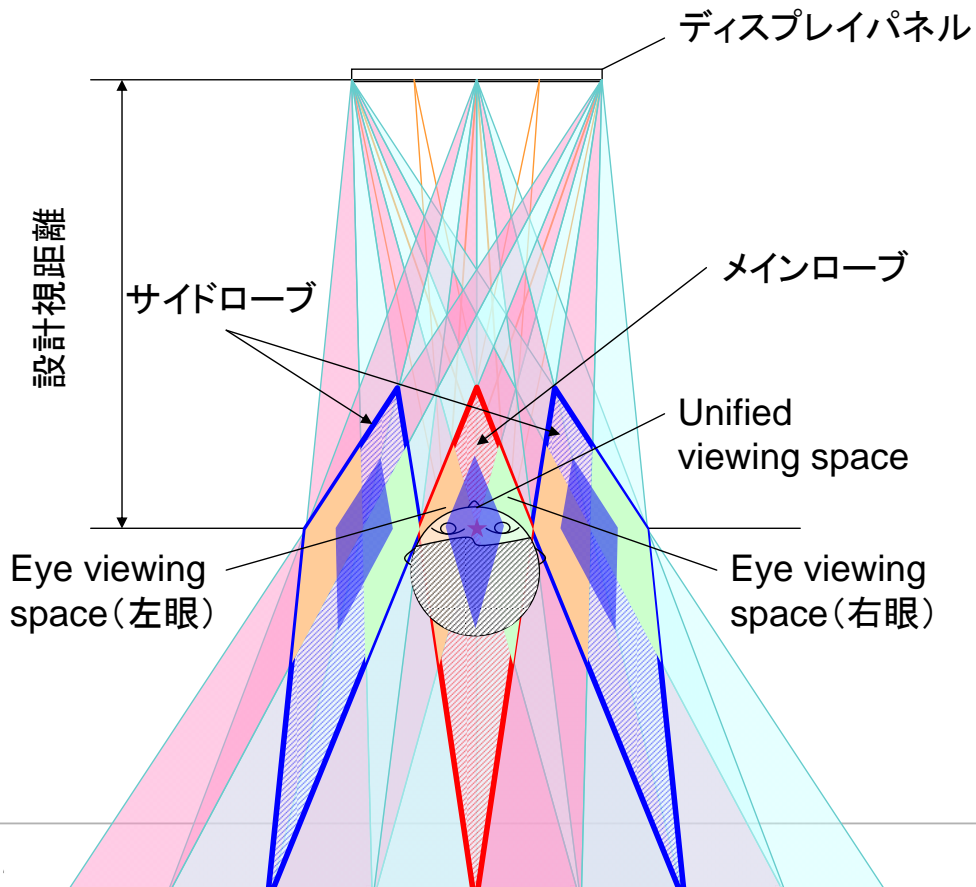
考察①: 視認位置と画像の関係～多眼式(4眼)の場合



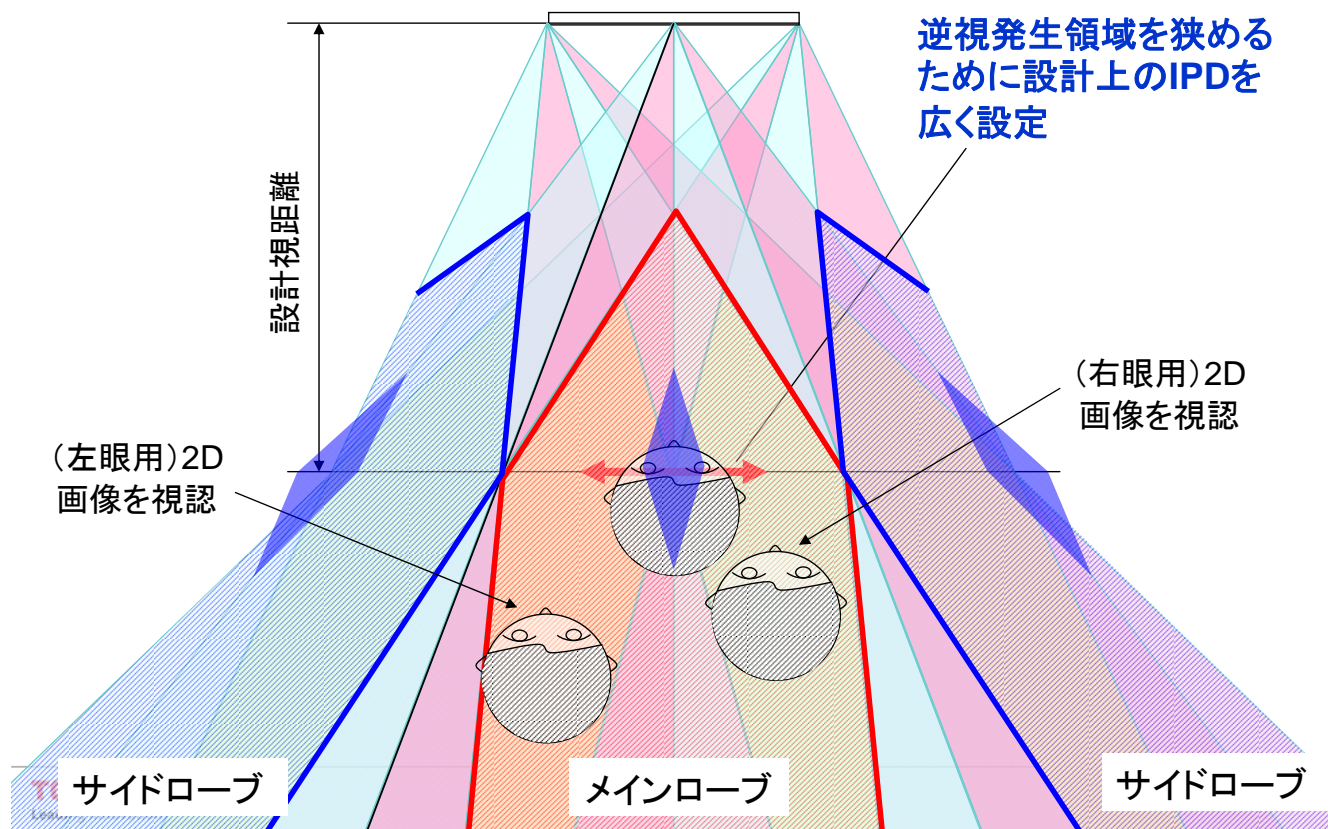
考察①: 視認位置と画像の関係～多眼式(4眼)の場合



考察②: 2眼式におけるローブ領域と立体視可能範囲～標準的な設計の場合



考察②:2眼式におけるローブ領域と立体視可能範囲～他の設計事例

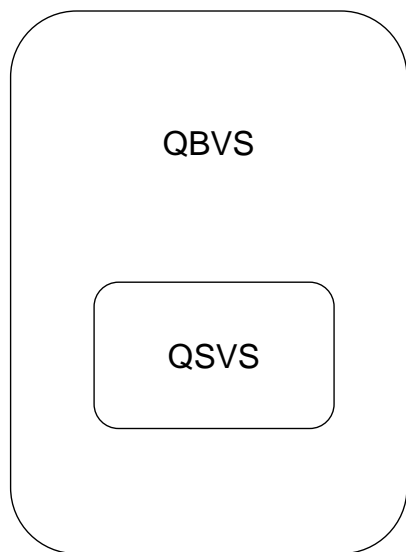


QBVSとQSVS

- 立体視可能な空間として、QBVS (Qualified Binocular Viewing Space) と QSVS (Qualified Stereoscopic Viewing Space) の概念を提案
 - QBVS: VFSD (立体ディスプレイに誘起される視覚疲労) の無い状態で **両眼視** により画像を許容できる品位で視認できる観察空間
 - QSVS: QBVS の条件を満たした上で、画面領域全体での立体表示品位を保証
 - ISO/9241 Part 302: “Terminology for electronic visual displays” において、Virtual Display の用語として QVS (qualified viewing space) が規定されている

QBVS・QSVS評価のための測定項目案

立体視のためのQVS
(Qualified viewing space)



測定項目

- ✓逆視像
- ✓均一性(立体表示特有のモアレ)、黒帯
- ✓クロストーク
- ✓眼間輝度差
- ✓眼間コントラスト
- ✓眼間色度差
- ✓立体像の時間的安全性
- ✓...

測定配置に関する比較

| | 方位分布測定 | 画面内分布測定 |
|----------|---------------------------|-----------------------|
| 測定デバイス | フォトメータ、フーリエ光学系 | イメージングフォトメータ (カメラ) |
| 測定項目 | 輝度、コントラスト、色度 | ← |
| 測定プロファイル | 観察空間への 光出射方位分布 | 画面内の輝度・色度分布 |
| 測定ポイント | ディスプレイパネルの 面内位置 | 観察空間内の位置 |
| 評価・解析 | ローブ解析によるQBVS QSVS測定・評価 | 代表的な観察位置からの 視認性評価 |

両方の測定配置共に完全ではないが相補的な関係といえる

まとめ

- **ISO/TRのスコープにおいて、2眼、多眼、インテグラル方式の3分類を提案**
 - 裸眼立体ディスプレイの分類は様々な設計バリエーションの存在に配慮していく必要がある。
 - 設計時に視点を仮想的に設定するか否かの考え方がポイント
- **立体視観察可能空間として、QBVS、QSVSの概念を提案**
 - 逆視の生じる観察空間を排除することがまず必要
 - 逆視像、クロストーク、均一性、眼間の輝度、コントラスト、色度の差異、時間的安定性などが計測項目として挙げられている
 - QVS、QBVSの具体的測定・解析方法について現在検討・議論中