

Imagine! The Stereoscopic 3D Games!!

～ゲームデザインから立体視を考えよう



「*）」の項目は、
スライド最後の
参考文献リストを
ご参照ください。

(株)バンダイナムコゲームス
第1スタジオ 技術サウンドディビジョン
技術部 開発サポート課 石井源久

Imagine! The Stereoscopic 3D Games!!

～ゲームデザインから立体視を考えよう

• 担当業務

(株)バンダイナムコゲームス
第1スタジオ 技術サウンドディビジョン
技術部 開発サポート課 石井源久

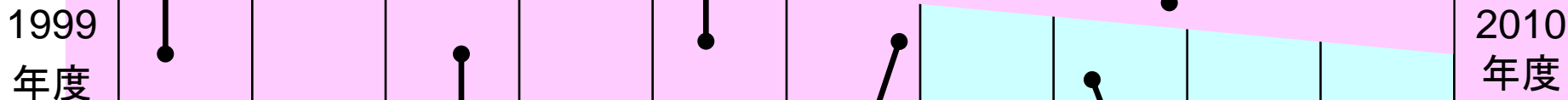
2000/7、レンチキュラ・パノラマグラム
方式リアルタイム立体視システム
2000年型試作発表



2004/7、フラクショナル・ビュー(nFV)方式発表



2008/1、ソウルキャリバーIV
nFV方式立体視バージョン
(試作) 発表



2002、同上、2002年型
試作発表



2005/9/29
バンダイ・ナムコ、
経営統合

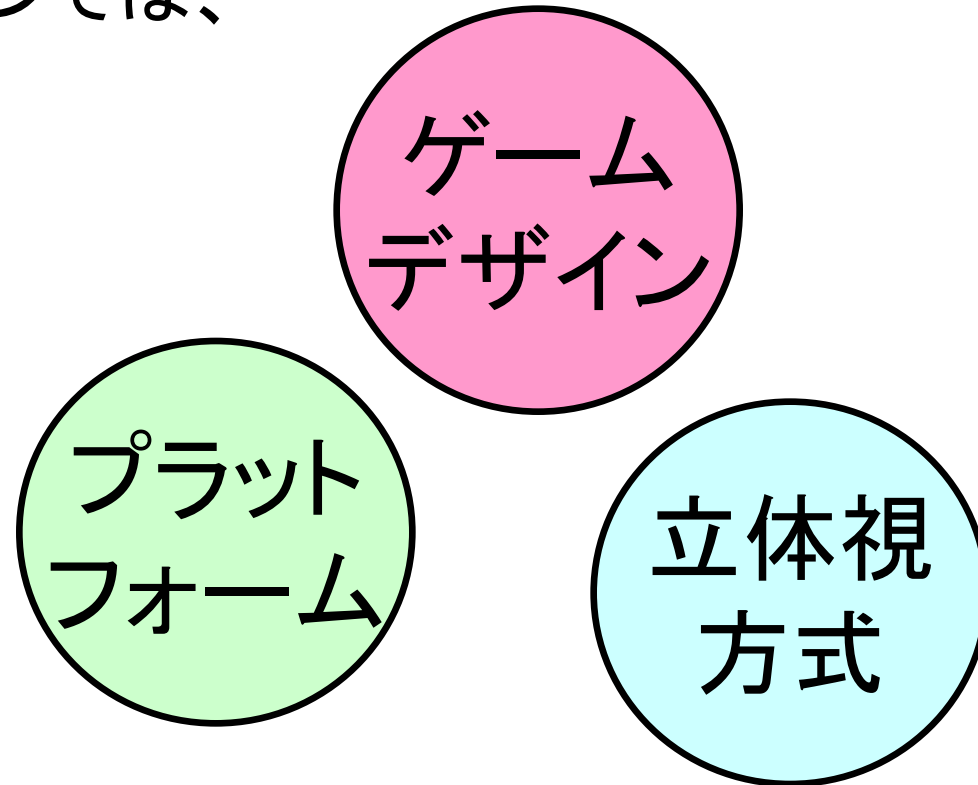
2006/3/31
(旧)ナムコが社名変更し、
バンダイナムコゲームス
設立。

□ … 立体視関連業務

2006年度～2009年度
内製ライブラリ
(NUライブラリ)
開発に参加

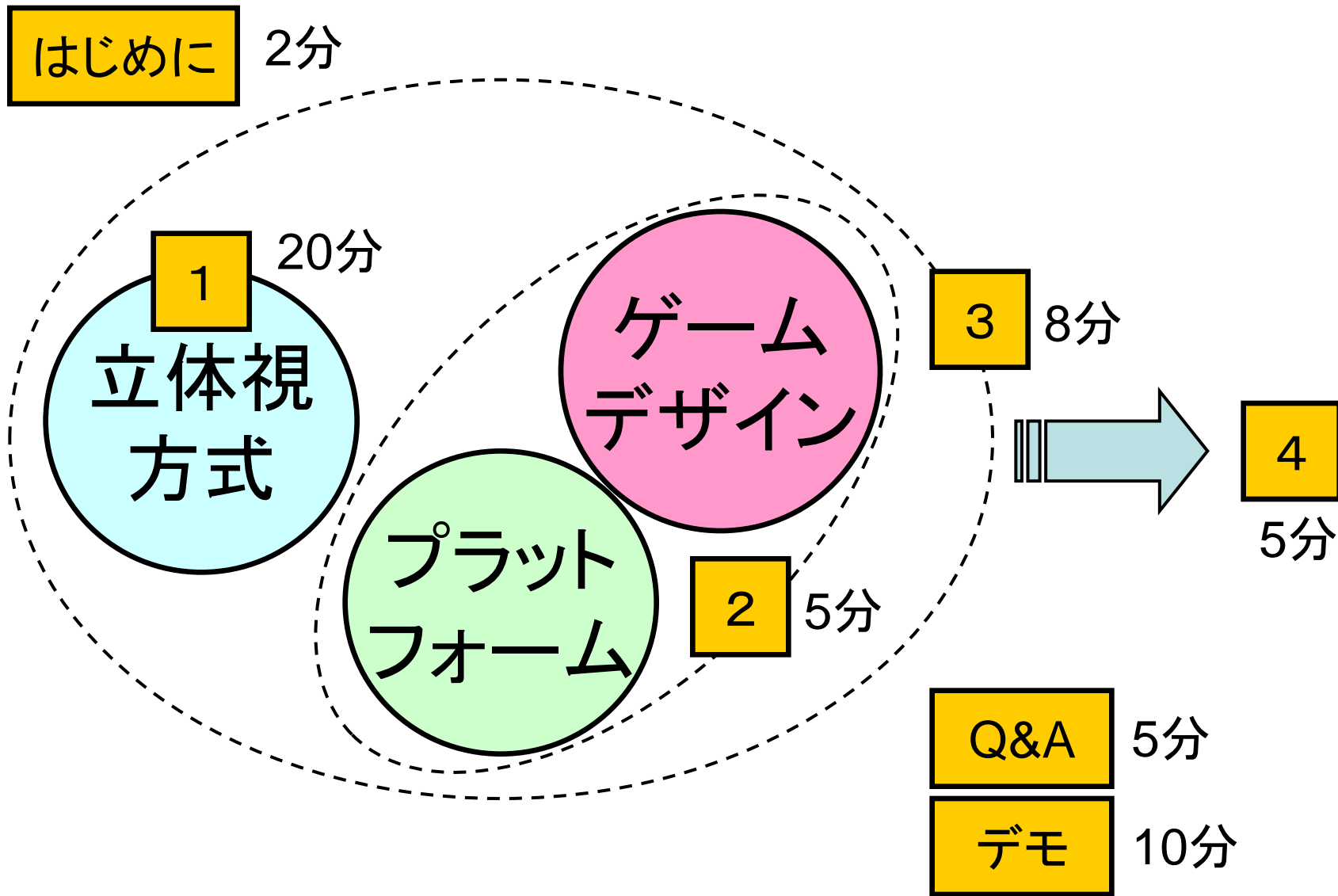
はじめに

- このセッションでは、



...の、関係を検討します。

もくじ



かつては...

プラット
フォーム

立体視
方式

ゲーム
A

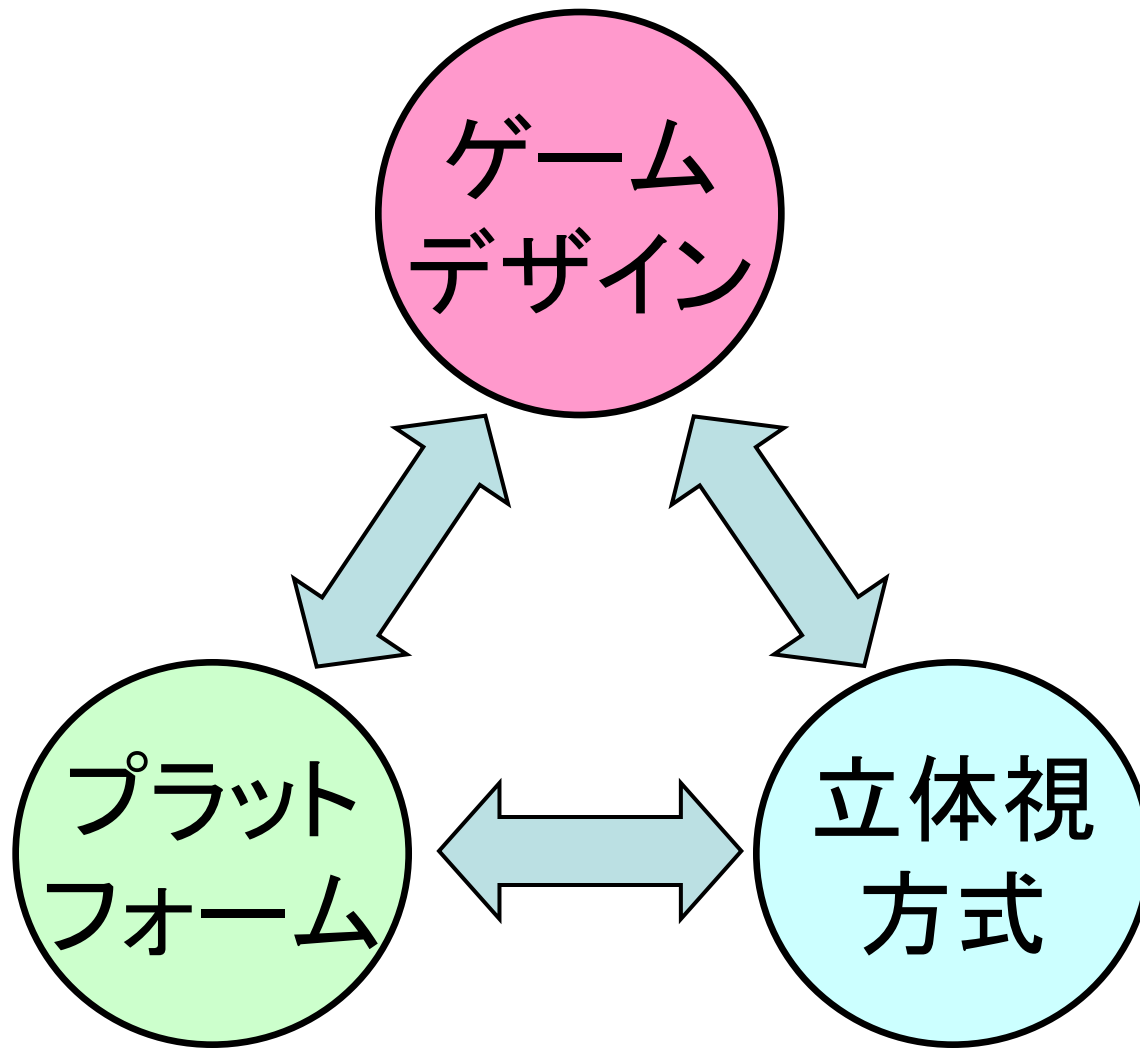
ゲーム
B

ゲーム
C

ゲーム
D

- どんなゲームでも、
同じプラットフォーム、
同じ立体視方式で
よいのか？

これからは...



1. 立体視的方式

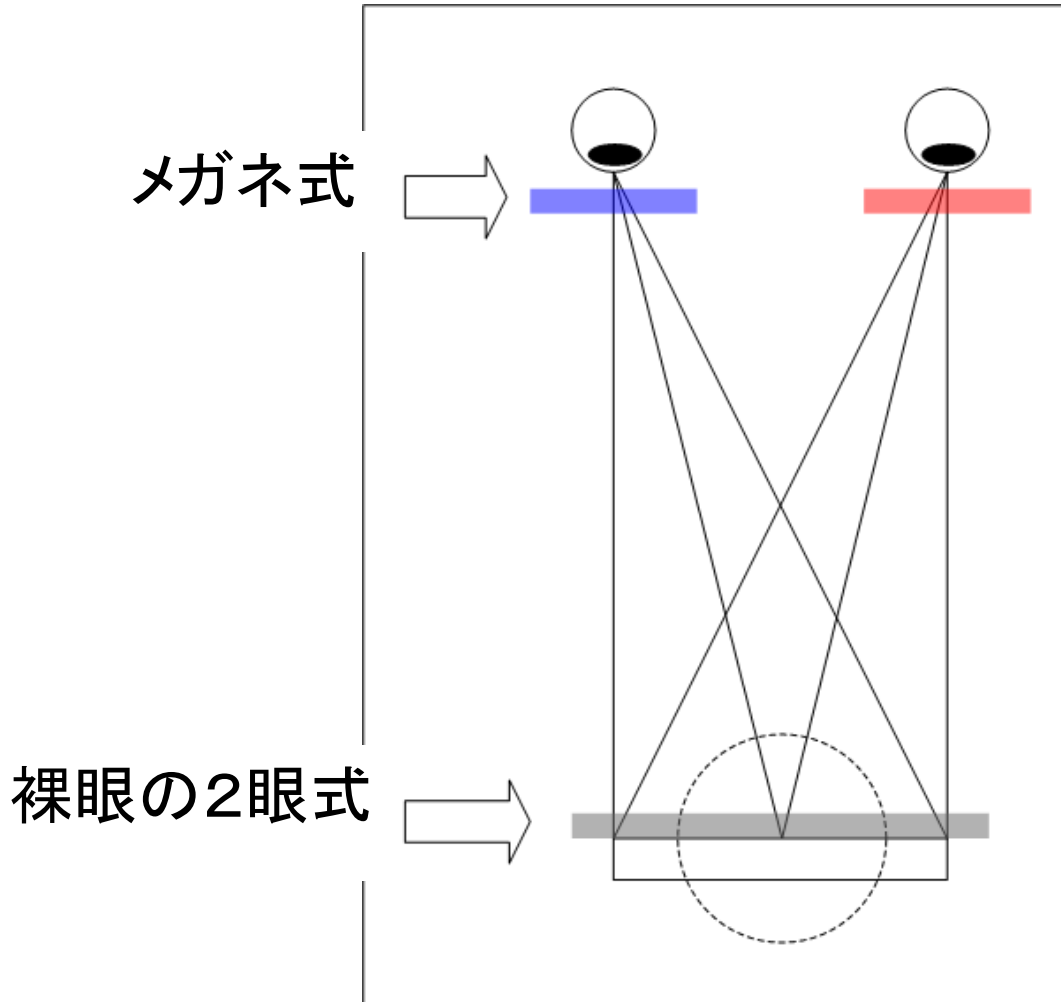
- すごたくさんあります。
 - メガネ式か裸眼式か
 - 2眼式か多眼式か空間像方式か
 - その他



	2眼	多眼	空間像
メガネ式	○	—	—
裸眼式 (メガネなし式)	○	○	○

まず、2眼式

- 左右像の振り分けをどうするか？



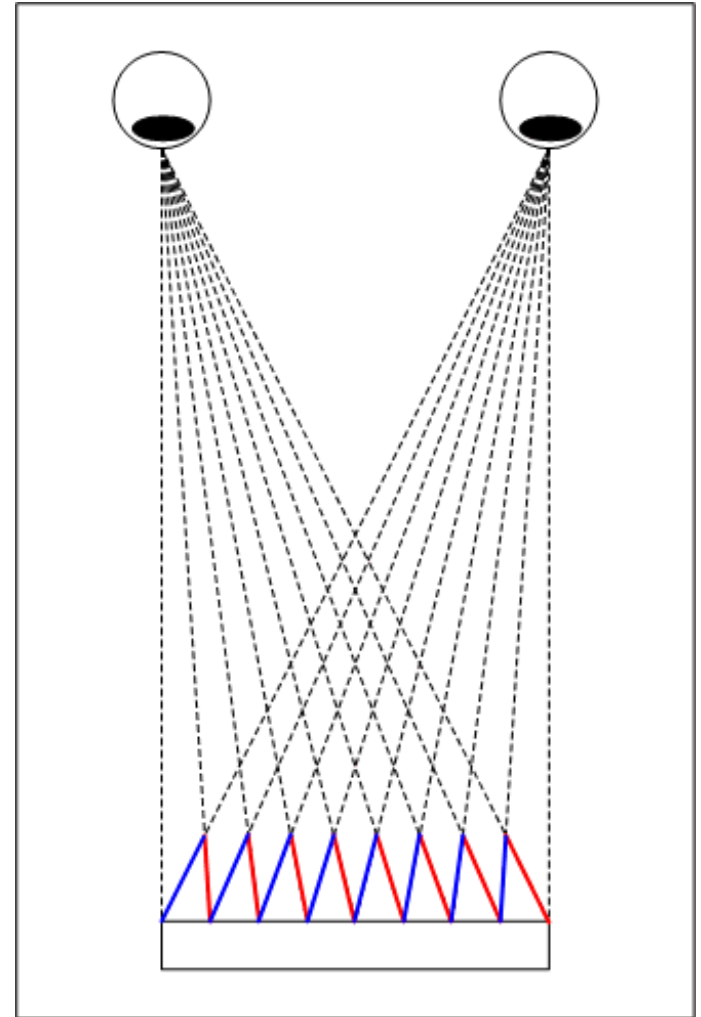
用語	
視差	<p>両眼視差... 左右の眼が離れていることによる、左眼用画像と右眼用画像の違い</p> <p>運動視差... 眼を動かしたときの、見え方の違い。単眼でも観察できる。 (2眼式の場合、運動視差はない)</p>
クロストーク	<p>視差の違いが混ざって見えること。 消え残り。</p>

2眼式(メガネ式)

- 時分割式 (シャッターメガネ方式)
 - いわゆる「アクティブ型」
 - 今年、国内各社から発売された家庭用3Dテレビ
 - (片眼60Hz以上が推奨されている。)
- 偏光式
 - いわゆる「パッシブ型」
 - (直線偏光式と円偏光式がある。)
- 分光式
 - アナグリフ(赤青メガネ)等
 - (プロジェクタならフルカラーも可能。)

裸眼の2眼式

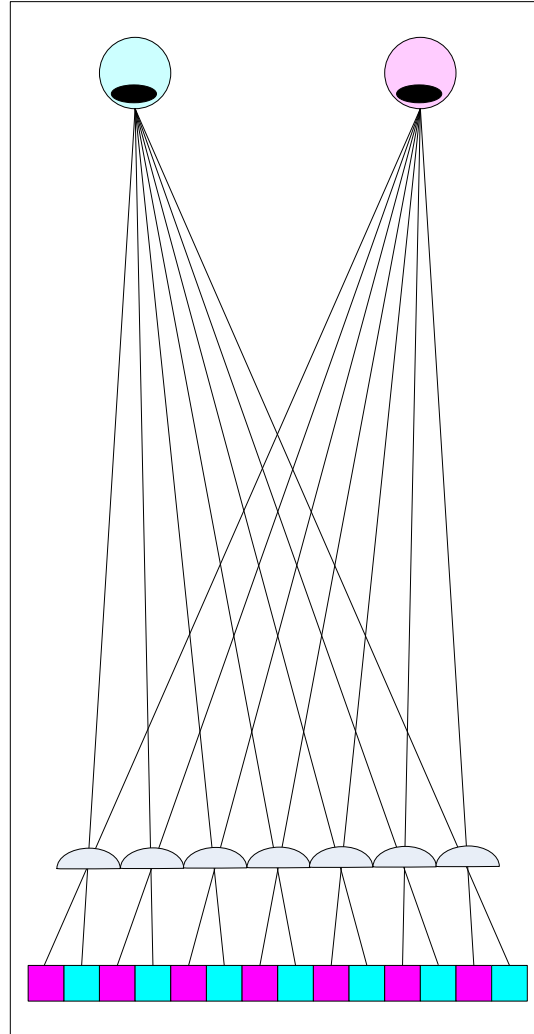
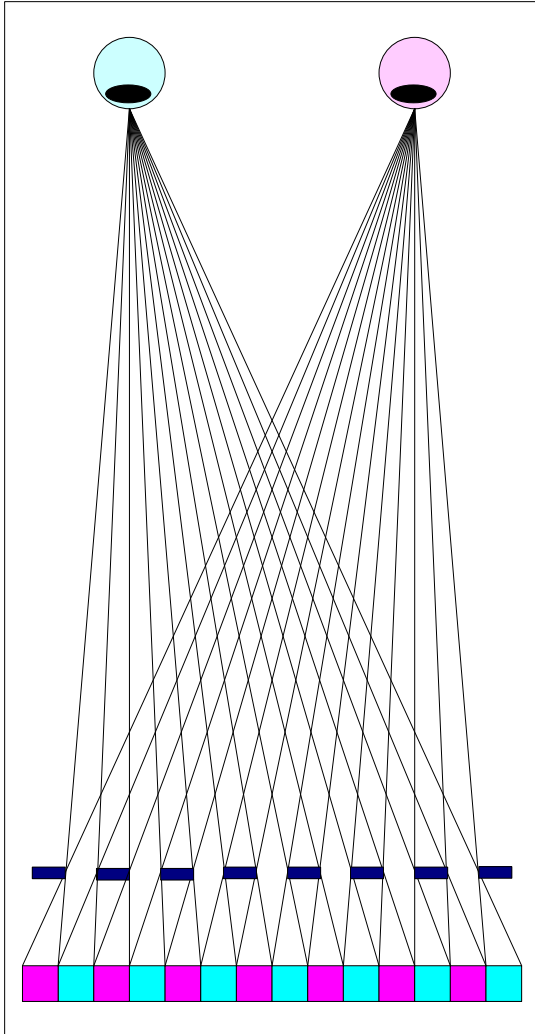
- 右眼から見えるものが左眼からは見えないように
- 左眼から見えるものが右眼からは見えないように
- ...することで、両眼視差を表現する。



- 凹凸面方式

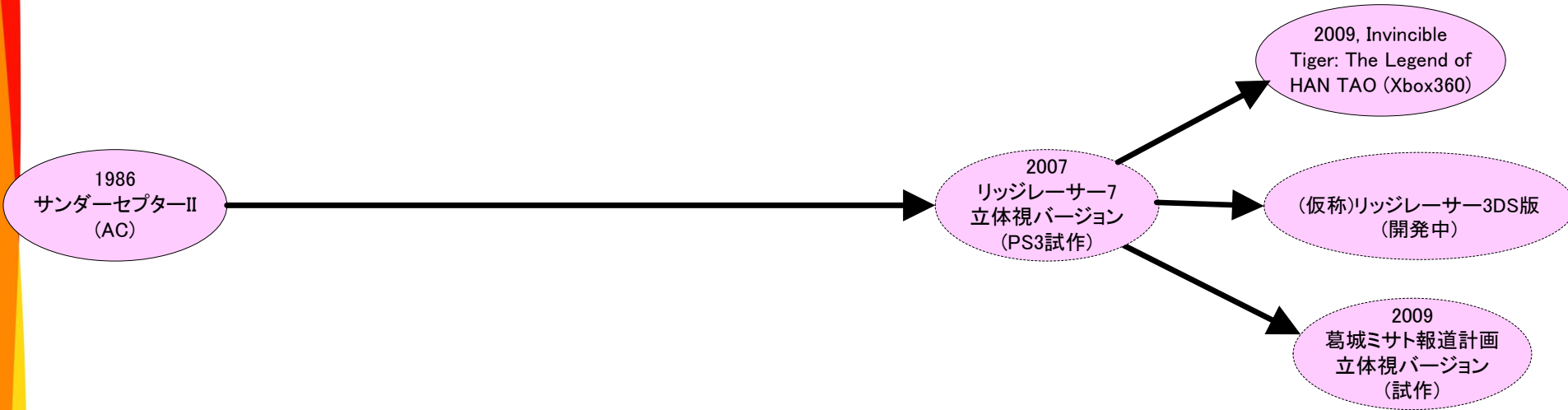
裸眼の2眼式

パララックスバリア式 レンチキュラ式



- 「ツボ」にはまるととても良く見える。
- 製造精度が重要
- 見る位置が限られる
 - 設定位置以外ではクロストークが出る
 - ある程度は許容範囲内
 - 大勢で見るのが難しい→小画面向き
 - 解像度は1/2

2眼式のNBGIでの例



※NBGIでは、ゲーム以外でも、創業時の「ステレオトーカー」をはじめ、立体映像作品多数、「遠山式立体表示法」等、幅広く行っています。

※もちろん他社さんも数多く出されていますが、時間の関係で失礼ながら割愛させていただきます。

時分割メガネ式の例

- CRT時代

- ※片眼あたり30Hz

サンダーセプターII
(1986, アーケード)



©NBGI

- 立体視出力形式の標準化
(Side by Side形式やHDMI1.4のFramePacking形式)により、
左右の画像を並べて出力すれば、
モニタ側で合成してくれるので、
対応しやすくなった。

葛城ミサト報道計画
立体視バージョン
(CEATEC2009, 試作)

偏光メガネ式の例

- Xpol®方式(有沢製作所) 液晶モニタを使用

リッジレーサー7
立体視バージョン
(2007, 試作)



RIDGE RACER™ 7 ©2006 NAMCO BANDAI Games Inc.

メガネ式(複数対応)の例

- 左・右画像の作成方法は同じなので、ひとつ作れば、難しくはない。

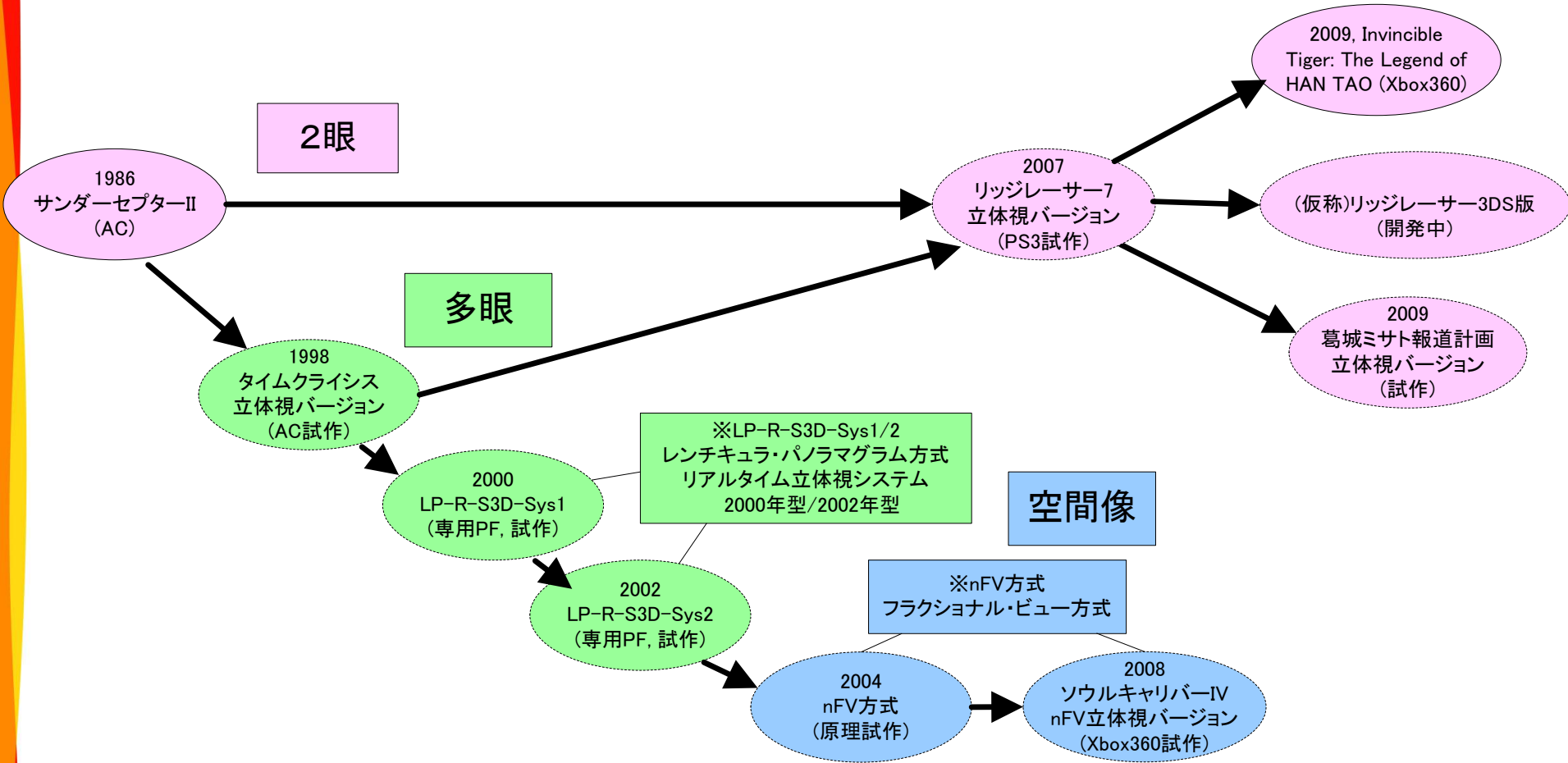
Invincible Tiger:
The Legend of HAN TAO
(2009/8, Xbox360)



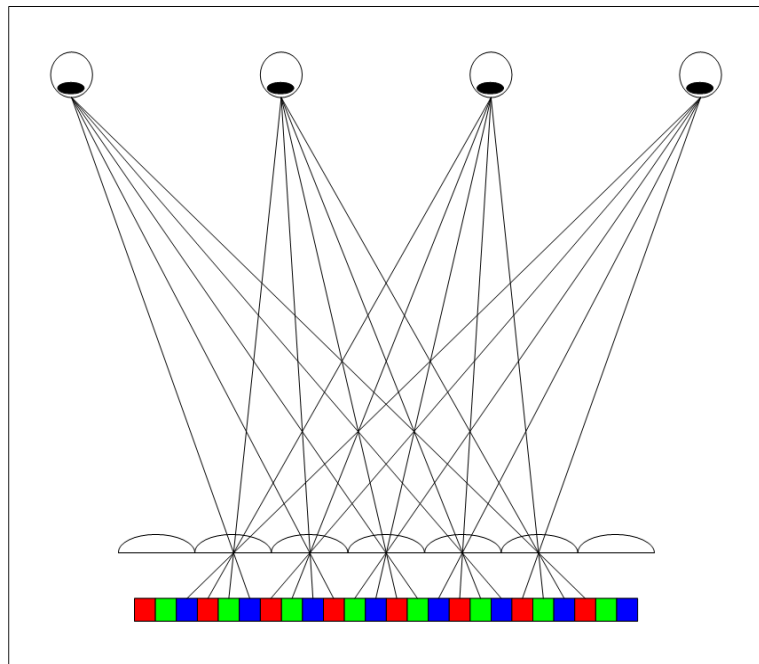
©2009 Blitz Games Ltd.
©2009 NAMCO BANDAI Games America Inc.

http://www.bandainamcogames.co.jp/cs/download/xbox360_live/title/hantao/

2眼式以外の流れ



多眼式

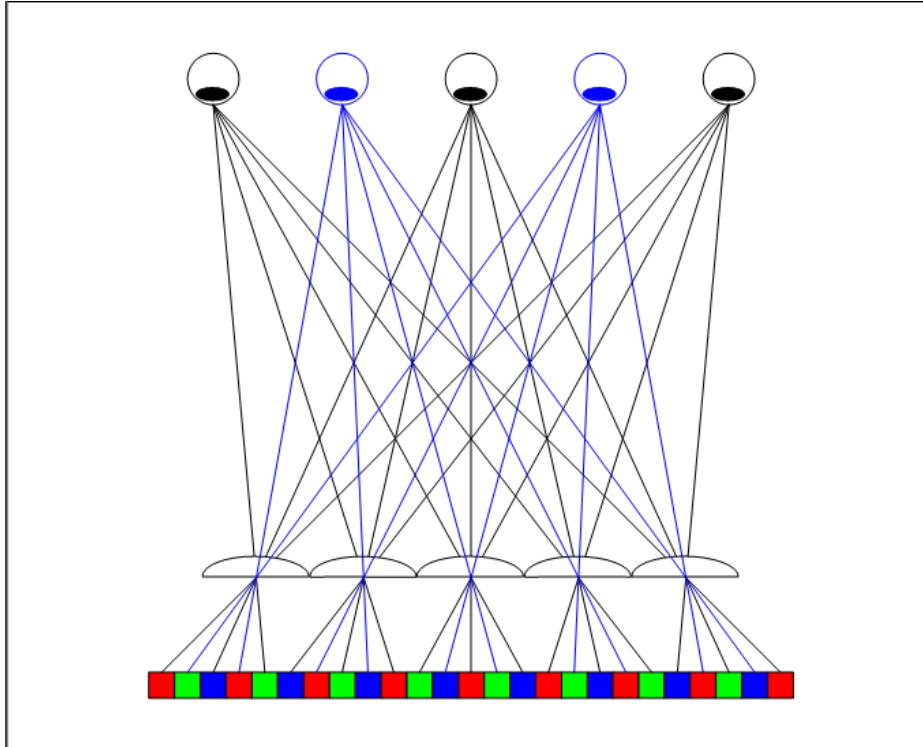


- 裸眼2眼式から発展。
- 解像度が $1/n$ に落ちる。
- 回りこめるが、がくがくと動く。
(「運動視差が滑らかでない」)
- 中間位置ではクロストークが出る。

用語

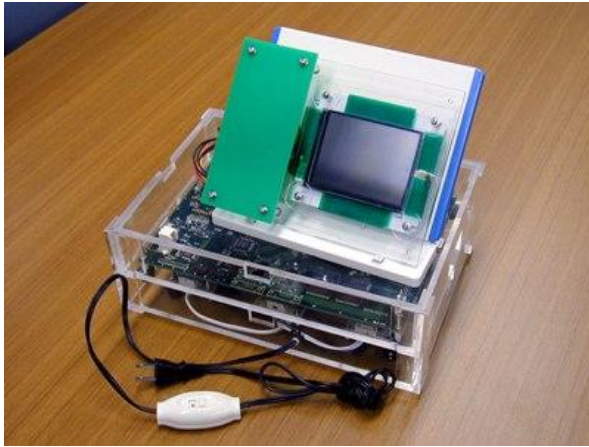
視点数 (ビュー)	n眼式、nビュー
	ひとつの視点から見たイメージ
運動視差	眼を動かしたときの、見え方の違い。単眼でも観察できる。

多眼式に中割り視点を入れる



- 多眼式から発展。
- 運動視差が、若干滑らかになる。
- 中間位置でクロストークが出るが、視差が少ない分、目立ちにくい。

多眼式の試作*1)



レンチキュラ・パノラマグラム方式
リアルタイム立体視システム2000年型
(4インチ、原解像度640x480、
4眼式と5眼式を試作)

<http://www.bandainamcogames.co.jp/corporate/press/namco/2000/jul/press-03.html>

レンチキュラ・パノラマグラム方式
リアルタイム立体視システム2002年型
(7インチワイド、原解像度800x480、
中割り5眼式)

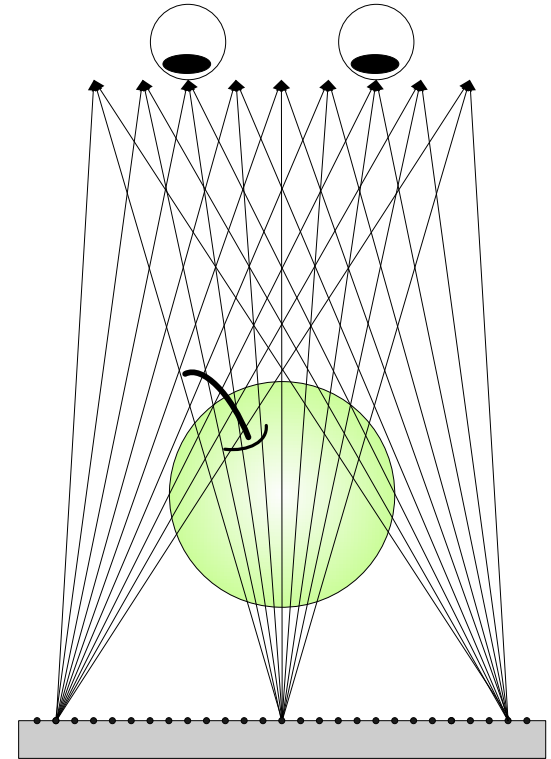


<http://www.bandainamcogames.co.jp/corporate/press/namco/48/48-033.pdf>

多眼式から空間像方式へ

中割りをどんどん入れると...

- 超多眼式*2)
(TAO ※通信・放送機構、現NiCT)
 - 焦点調節効果が出る。
 - しかし、30~50個も中割りを入れないといけない...
→解像度が1/50に
- そこまでしなくても...
 - 運動視差は滑らかになる
 - クロストークは減る
 - 見る位置が限定されない



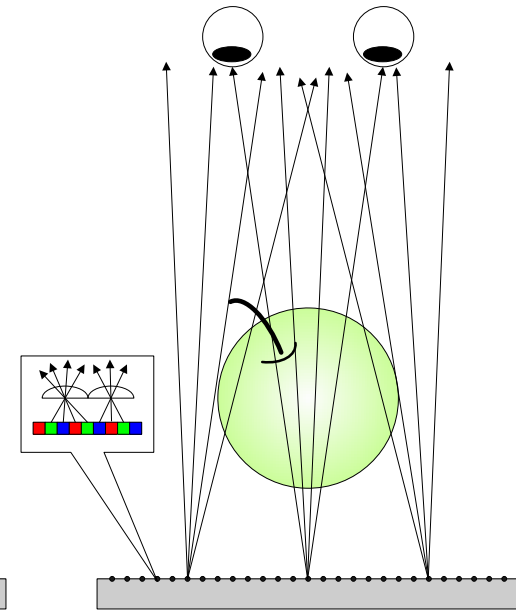
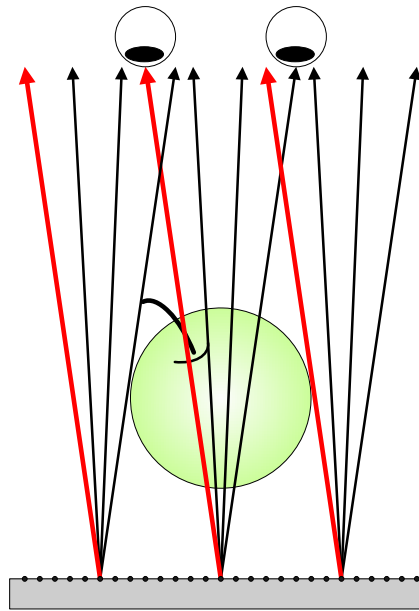
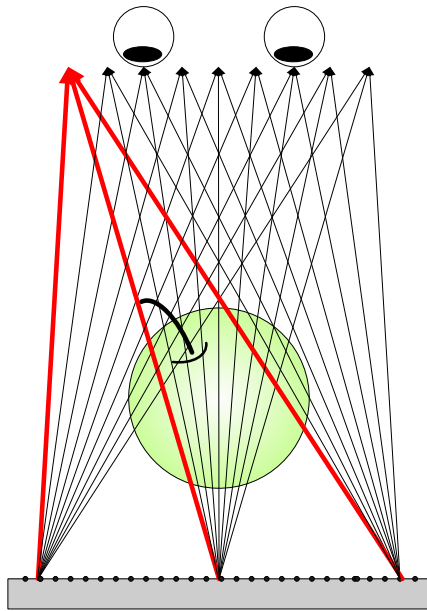
空間像方式^{*3),4),5)}について

超多眼式
(TAO)^{*2)}

高密度指向性方式
(東京農工大)^{*6)}

インテグラルイメージング
方式(東芝)^{*7)}

フラクショナル・ビュー
方式(NBGI)^{*8)}



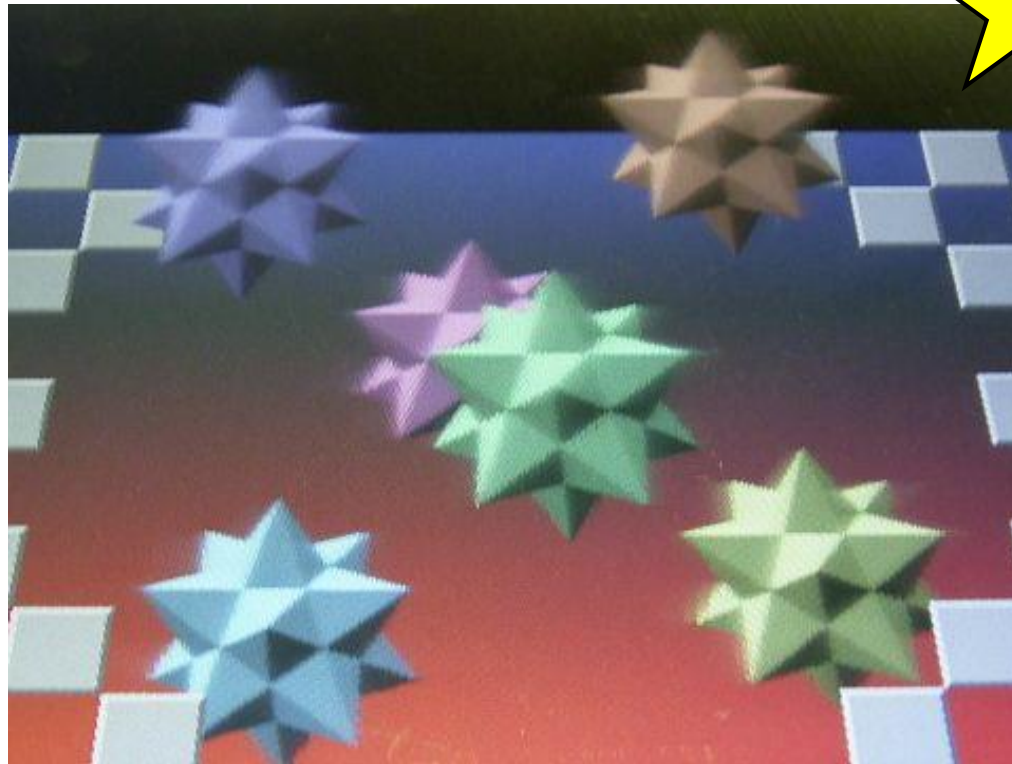
用語

1箇所あたりの
光線の数

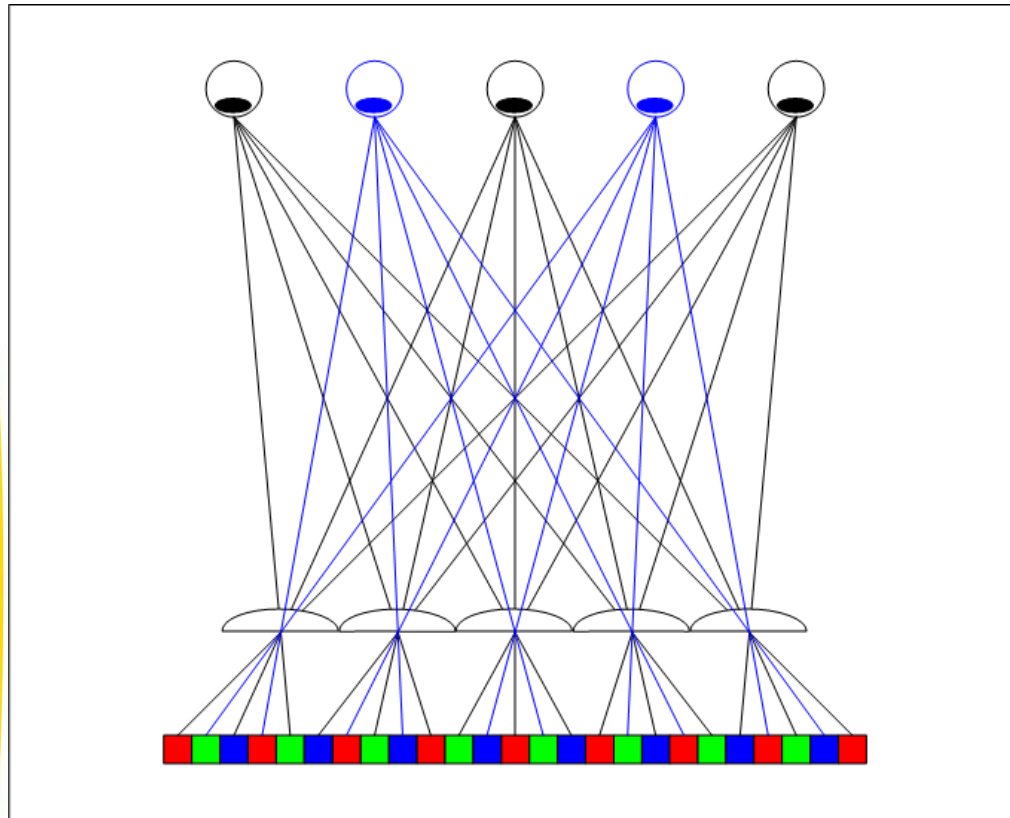
「指向性光線数」「視差数」「方向の数」
※多眼式での「ビュー数」に相当するもの

フラクショナル・ビュー(nFV)方式

- なめらかな運動視差



nFV方式の発案



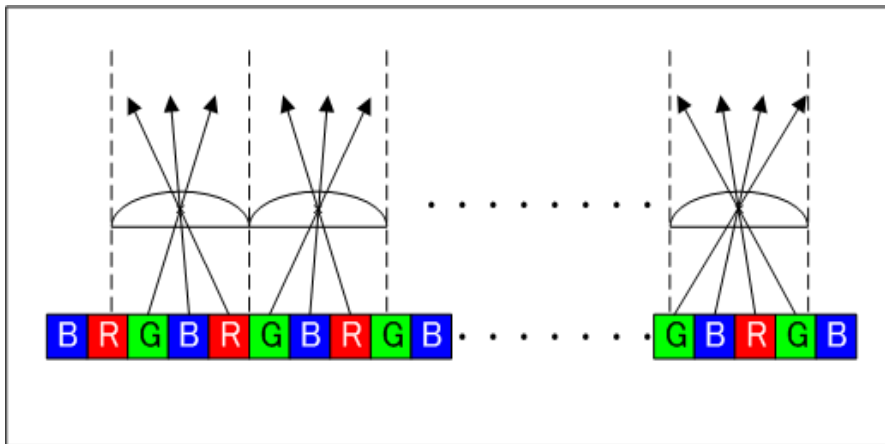
- 目の位置に光線が来るようにレンズを作っている。
- しかし、製造誤差がある。

- レンズが目の位置に光線を送っていると考えると...

?

nFV方式の原理

光線がどこに飛んで行こうが、
それを逆に辿って、レンダリング
すればいいんです！



「Fractional=小数の」
(レンズ1個あたりの
光線数が8.63...本、
とかになるから)

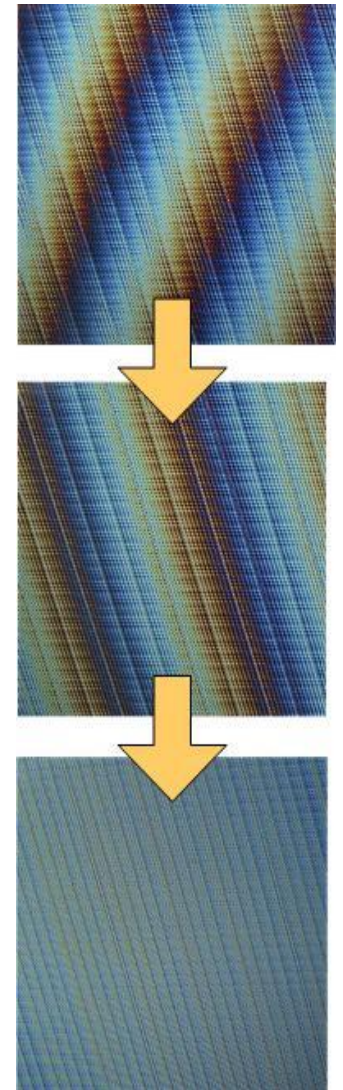
- nFV方式...
NBGIのFractional View方式の略

<http://www.bandainamcogames.co.jp/corporate/press/namco/50/50-043.pdf>

<http://www.bandainamcogames.co.jp/corporate/overview/other/fv/>

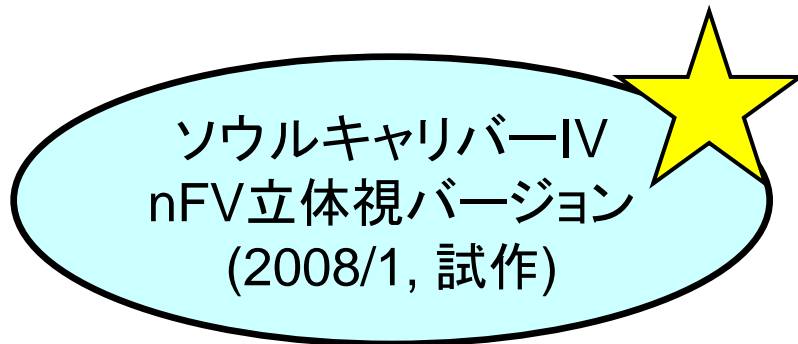
nFV方式の技術

- 光線の方向を正確に測定する
テストパターン (→再調整可能！)
- 光線の方向に合わせて描画する
レンダリング方法
- ピクセルシェーダで
 デプスから**高速**に描画
- レンズが**専用設計でない**ので、
 安く、使いまわし可能。



そしてついに...

- 2008年1月、
「ソウルキャリバーIV 裸眼立体視バージョン」(試作)
を発表^{*9)}。(米サンノゼ Electronic Imaging 2008)
- (空間像方式で本格的なゲームを立体視化した、
初めての例。)



(<http://www.stereoscopic.org/2008/demo.html>)

空間像方式のまとめ

- 長所
 - 運動視差が滑らか
→「自然」な立体感
 - 見る位置の自由度が高い
→水平置きにも対応しやすい

- 短所
 - 解像度は、落ちます。
 - たくさん描く分、描画パワーが要る
(解決策の1つ:デプスから作る)
 - 光線が混ざること前提にしているので、
飛び出し/引っ込みの限界が狭い

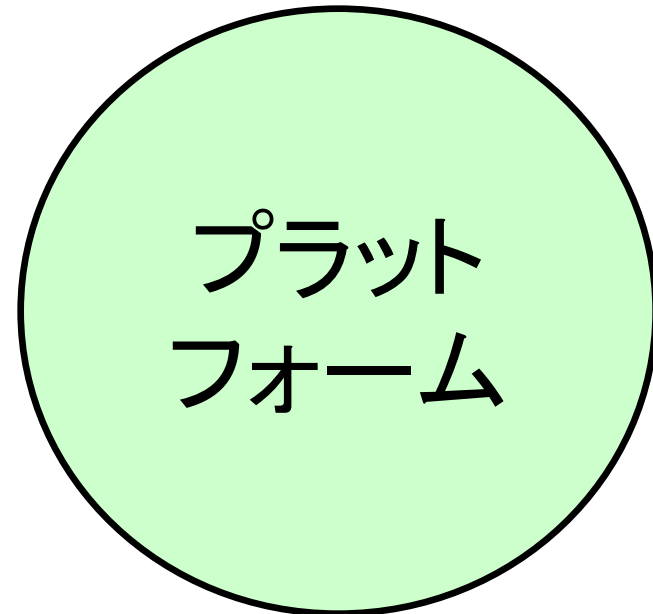
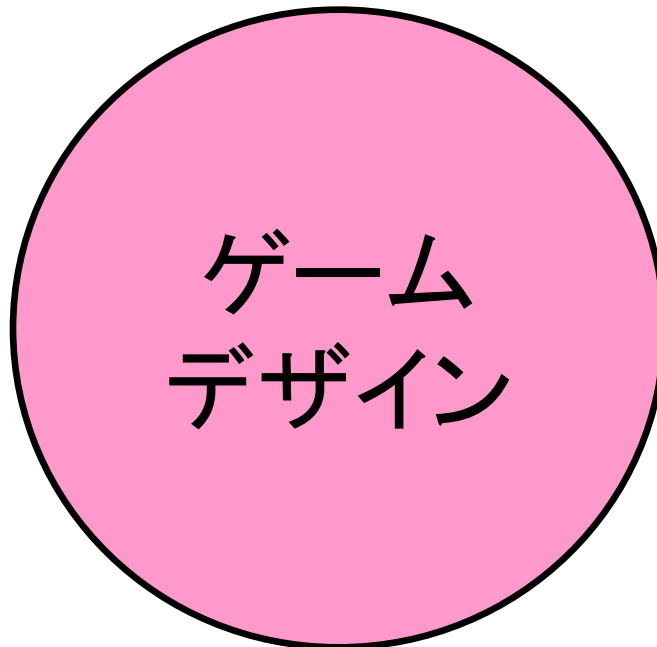
1 (立体視方式)のまとめ

	2眼 メガネ式	裸眼式			
		2眼	多眼	空間像	
メガネ不要	×	○	○	○	手軽さ
大画面化	○	□	□	□	画面サイズ
多人数	○	△	□	□	
解像度	○	○	□	△	高画質
奥行き深度	○	□	□	△	奥行き感
回り込み範囲	×	×	○	□	ゲーム デザイン
自然な運動視差	×	×	×	○	
描画の容易さ	○	○	□	△	描画速度

2. ゲームデザインとプラットフォームのモデル化

2-1. ゲームデザイン

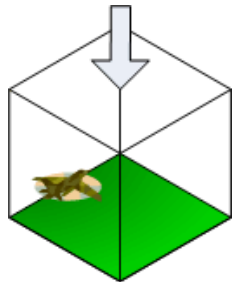
2-2. プラットフォーム



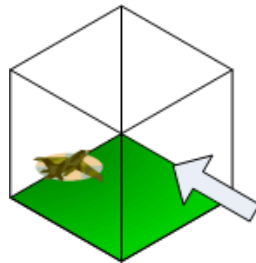
2-1. ゲームデザイン

- ここでは、ゲームデザインを、「視点位置」と「解像度」で分類します。
(スプライトゲームは、わかりやすくていいですね。)

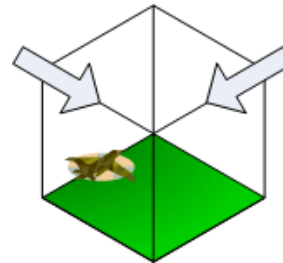
トップビュー



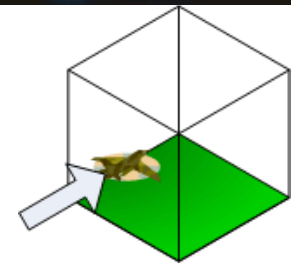
サイドビュー



バードビュー
(クォータービュー含む)



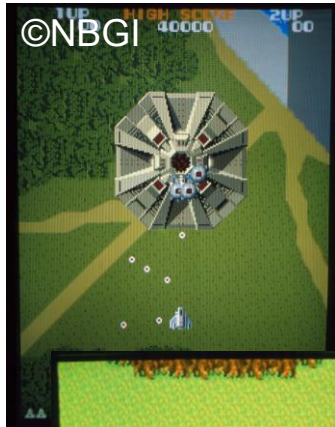
フロントビュー



「視点位置」による分類

「基準面」あり

- トップビュー
- バードビュー、クォータービュー
- 壁画サイドビュー



「基準面」なし

- フロントビュー
- 無限サイドビュー



2-2. プラットフォーム

- 画面サイズ、描画解像度、画面の置き方で分類
 - 画面サイズ
 - 小型 ... 携帯電話、携帯ゲーム機
 - 中型 ... ノートPC、家庭用ゲーム機
 - 大型 ... 家庭用大型TV、アーケードゲーム機
 - 超大型 ... 大型アミューズメント設備、映画館
 - 描画解像度
 - 置き方
 - 水平置き... テーブル筐体、「遠山式立体表示法」の置き方
 - 垂直置き... アップライト筐体、家庭用TVの置き方

3. 3者関係

ゲームデザイン

- 視点位置
- 解像度

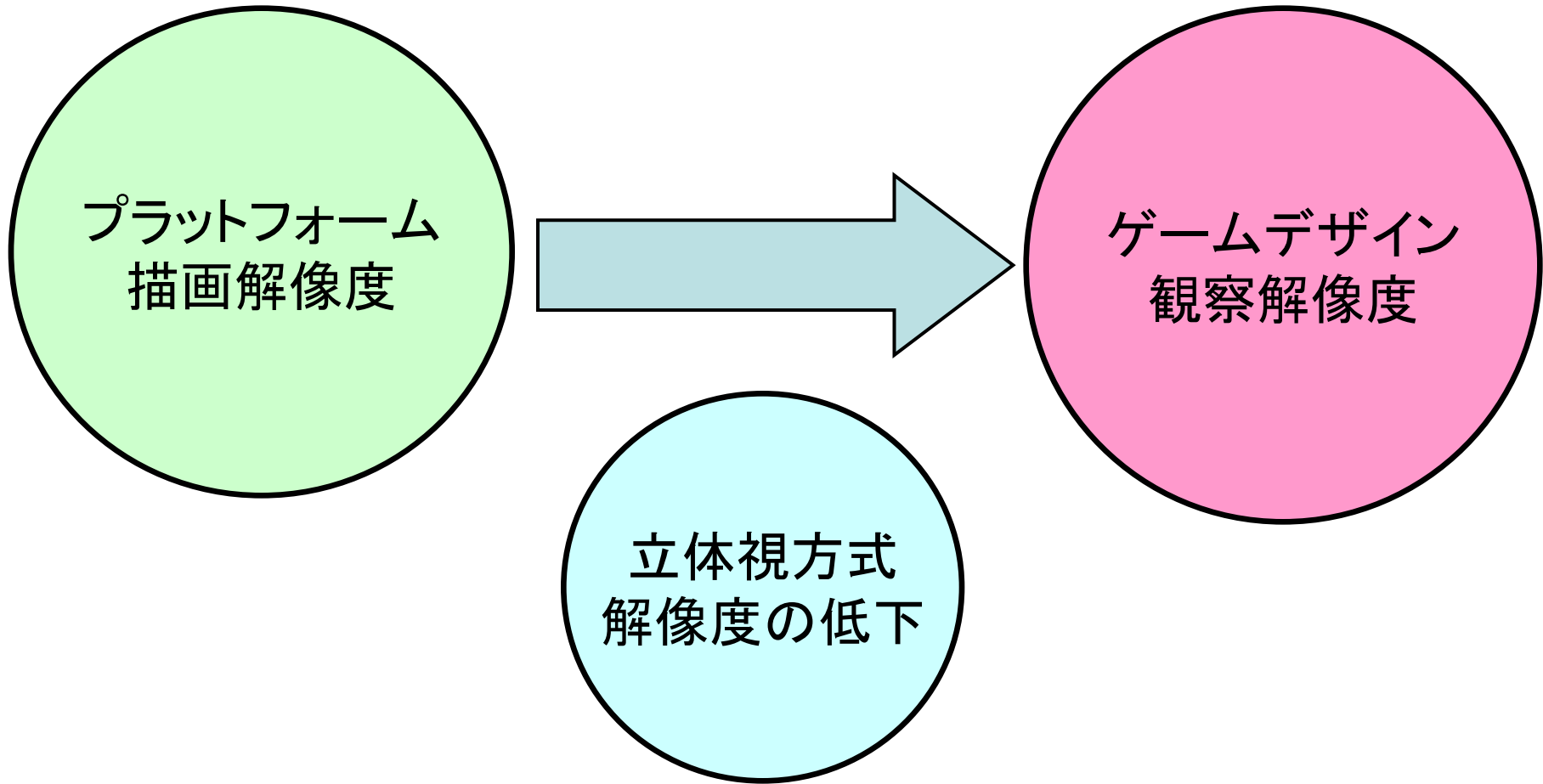
プラットフォーム

- 水平置き・垂直置き
- 画面サイズ
- 解像度

立体視方式

- メガネあり・なし
- 視差数
(解像度低下)

解像度...

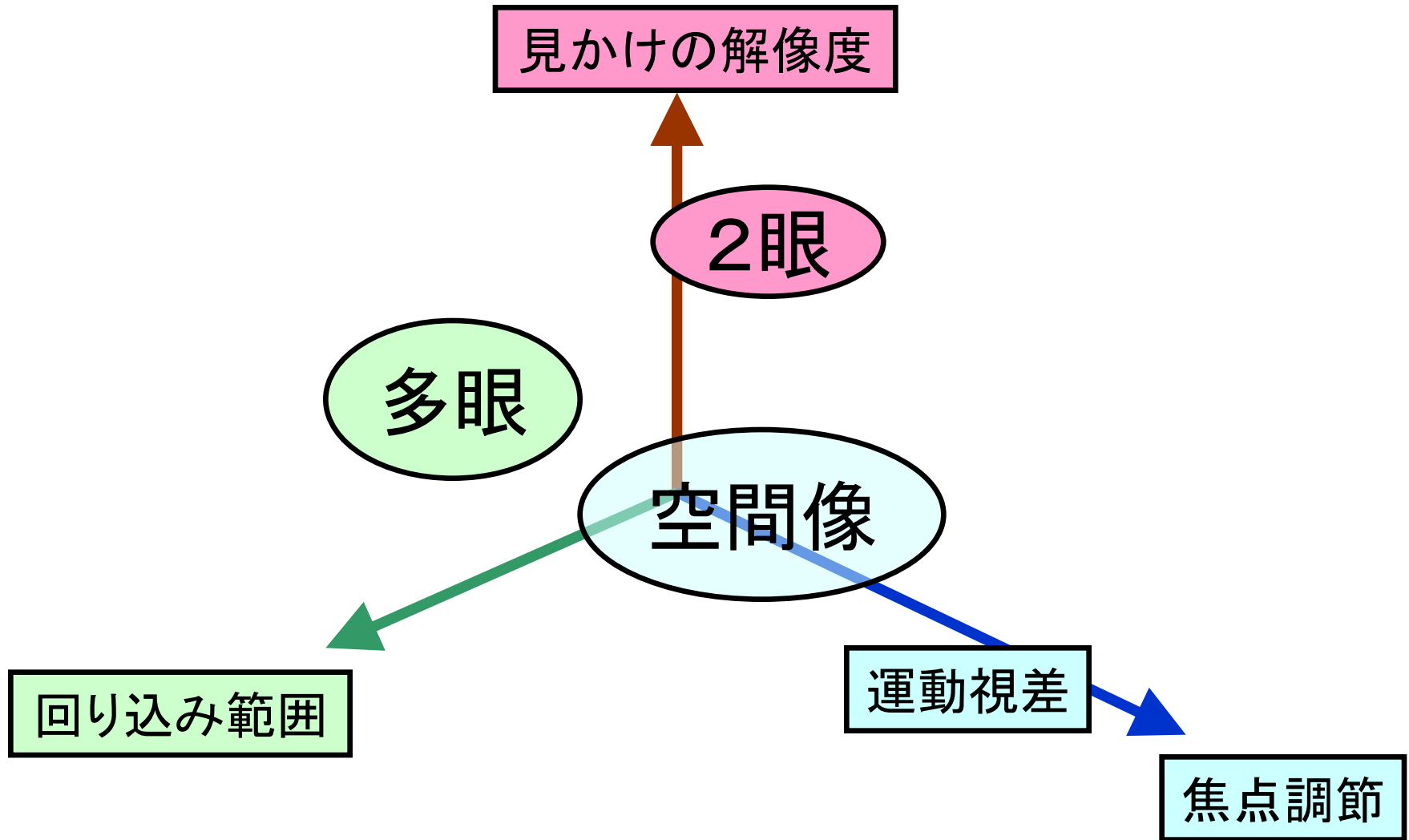


解像度(「情報量不変の法則」)

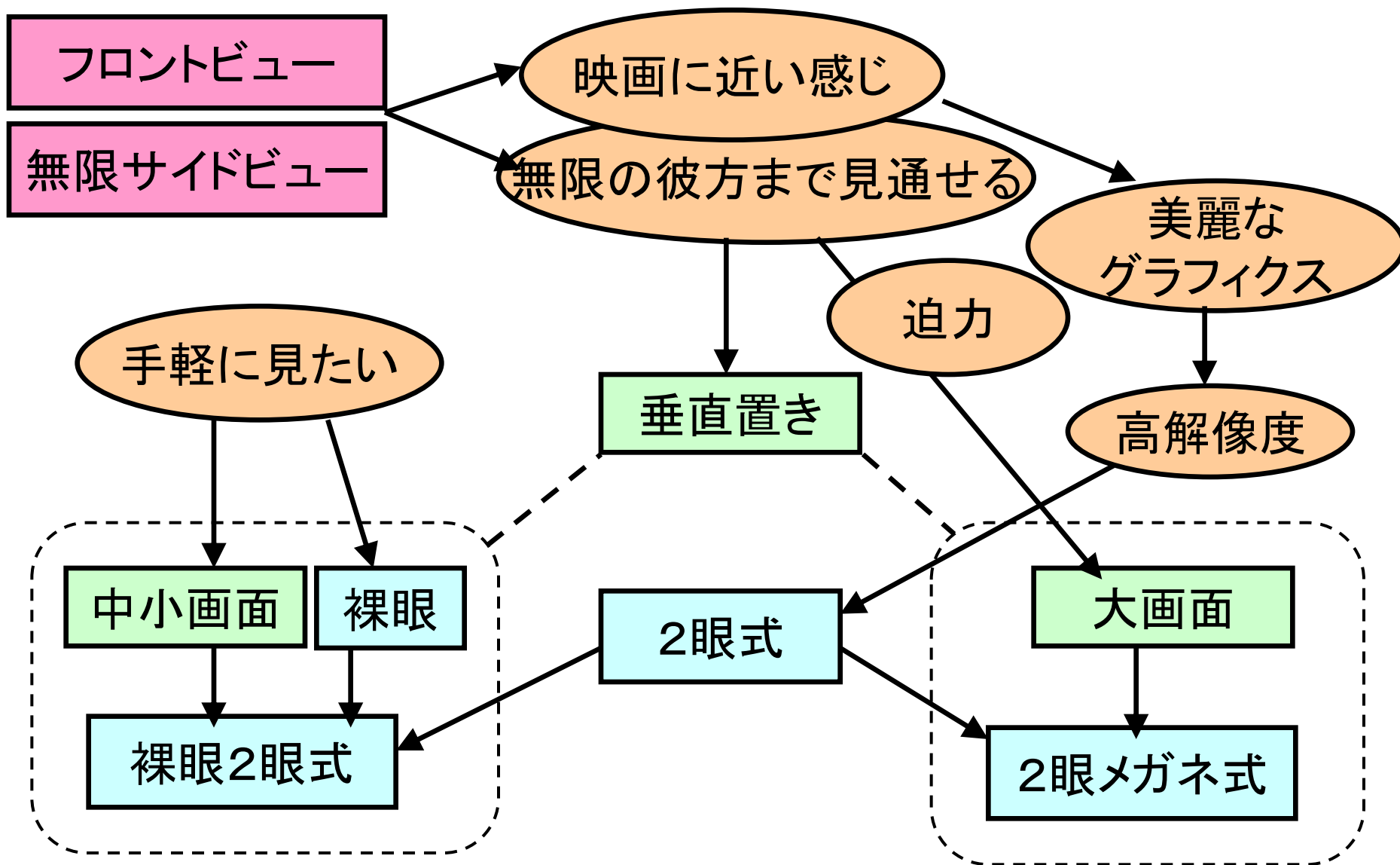
観察 描画 解像度 解像度	キーチェーン ゲーム相当: 32x32~128x128	レトロゲーム相当: 256x224	SD相当: 640x480	D4相当: 1280x720
320x240 QVGA	4.68~ 2眼~空間像			
640x480 SD	18.75~ 空間像	5.35 2眼~多眼		
1280x720 D4	50~ 空間像 (焦点調節込)	12~16 空間像	2.25~3 2眼	
1920x1080 D5	120~ 空間像 (焦点調節込)	27~36 空間像	5~6.75 多眼	2.25 2眼

※時間方向への分散は可能だが、それでも描画負荷はかかる

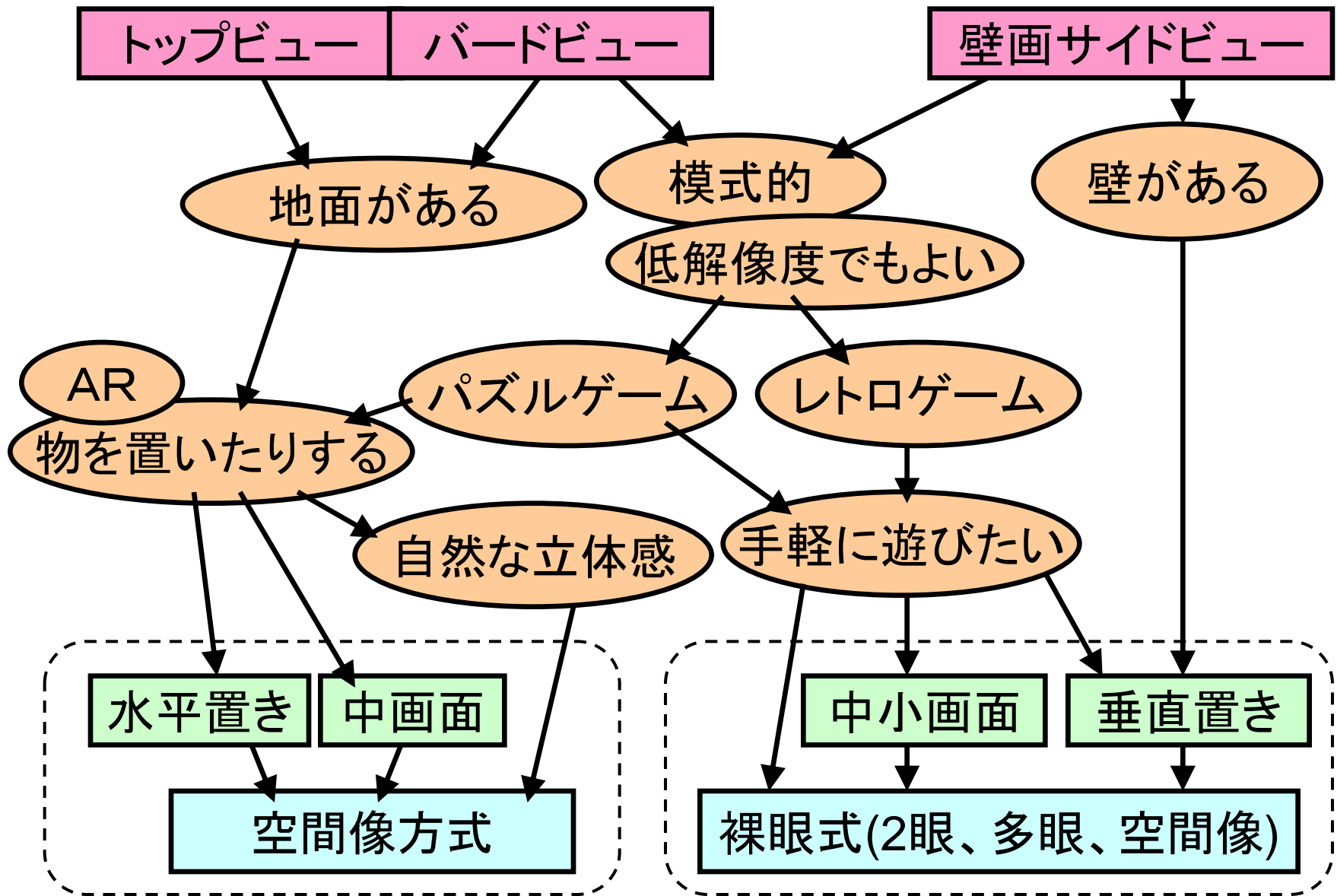
描画解像度をどこに割り振るか？



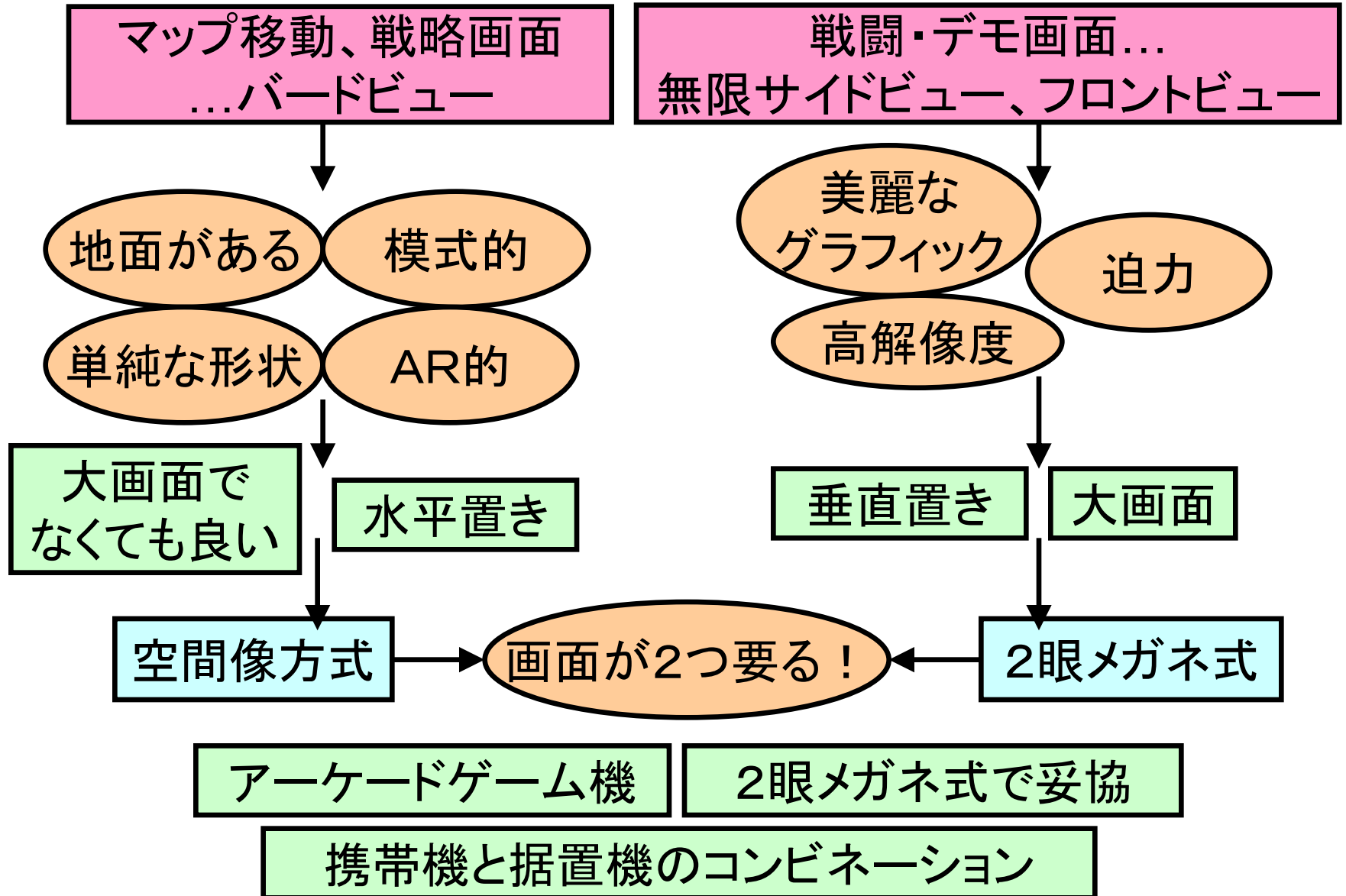
基準面なし



基準面あり



視点変更があるもの



アンバランスな組み合わせ(1)

ゲームの仕様＞立体視方式による限界

障壁は高くなりますが、工夫すればできます。

むしろ、その解決方法を考えることで、ノウハウがたまりま
が、...

不可能ではないが面倒

です。

その分、工数はかかります。
製作期間や人件費を考えて、
適した方式を選択して下さい。



© NAMCO BANDAI Games Inc.

ソウルキャリバーIV (nFV版, 試作)

・高画質で無限サイドビューなのに、
空間像方式では解像度が落ちるし、
奥行きも制限される。

いろいろ工夫してノウハウがたま

結局、メガネ版も作成した

予想以上の出来



アンバランスな組み合わせ(2)

ゲームの仕様≪立体視方式による限界

立体視というのは、有限な情報量を、
なんとかやりくりして用いています。

それは、かなりぎりぎりです。

必要以上に余裕があるということは、
どこかで損をしている、ということです。

(アーケードでは)製造原価が
かさむ原因になります。また、
同条件のゲームと比較されて、
低評価につながりがちです。
製造コストや商品戦略も考え、
適した方式を選択しましょう。



©2009 Blitz Games Ltd.

©2009 NAMCO BANDAI Games America Inc.

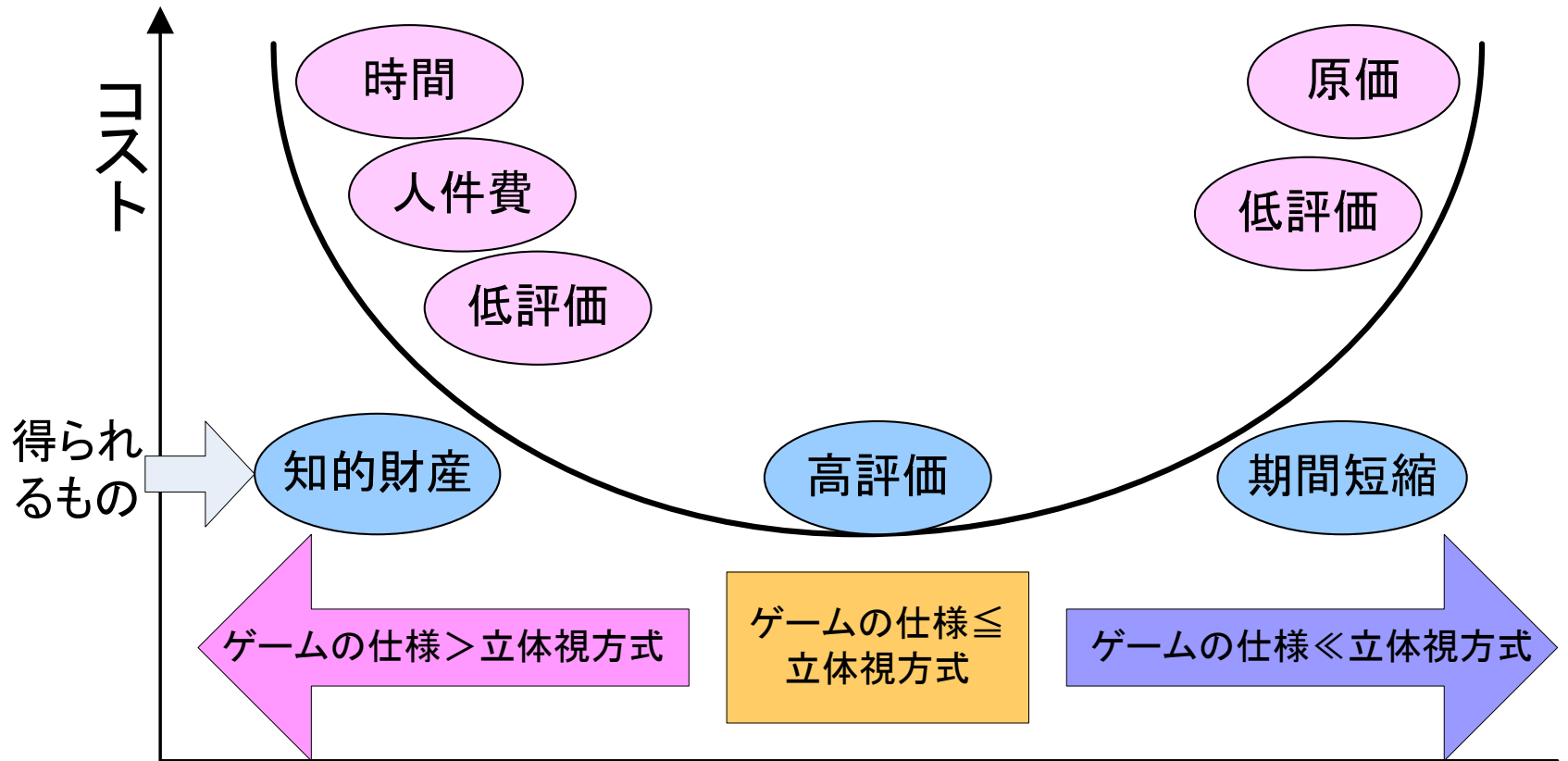
Invincible Tiger: The Legend of HAN TAO

・「あまり立体視に適さないゲーム
デザインでは？」というご意見が
多い。(特に、始めのほうの面)

「壁画サイドビュー」だから。
もっと手軽な方式に向いている。

対応は比較的苦労しなかった

3(3者関係)のまとめ



・バランスの良いマッチングを目指しましょう。

4. 立体視ゲームの可能性

- 立体視ゲームがあれば、こんなことができる、
というアイデアを、ブレインストーミング的に紹介。

その前に

• 不完全な立体視の問題点

- 立体視が不完全だと、酔いや疲労、不快感の原因となる。
典型的なものとしては、
 - (1) 左右像の分離が不完全。クロストーク(消え残り)が見える。
 - (2) 立体視以前の奥行き表現(隠蔽関係等)との矛盾
 - (3) 色の再現性が左右で大きく違うこと(アナグリフ等)や、
時分割によるちらつきなど。
 - (4) 視差の付け方が間違っている。過大な視差も含む。
(「すばらしい立体視」とは、視差を大きくつけることではない！)

すばらしい立体視 > 正確な立体視 > 平面視 > 不完全な立体視

Ready?



IMAGINE!

※ここで紹介するゲーム画像は、各アイデアの説明のために掲載しているものです。
実際にそのゲームが立体視化されるかどうかとは関係ありません。

立体視ゲームの可能性 (1)

•フロントビューのゲーム

- 迫ってきた敵や弾との衝突判定を、従来より納得できるものに。
- 初心者のプレイに対する、敷居を下げる役割



©NBGI



RIDGE RACER™ 7

©2006 NAMCO BANDAI Games Inc.

※ゲーム画像は、各アイデアの説明のために掲載しているものであり、実際にそのゲームが立体視化・販売されるかどうかとは一切関係ありません。

立体視ゲームの可能性 (2)

- FPS/TPS: 距離感の正確な把握
 - 大きいものが遠くにあるのか、小さいものが近くにあるのか？
 - 相手が人間サイズと分かっていたら、大きさをだいたいの距離も分かるが、ロボットだと巨大なものもある。

立体視ゲームの可能性 (3)

•ガンシューティング等のFPS

- ヘッドトラッキングしなくても、回り込むと隠れたところが見える。
- タイムクライシス 立体視バージョン(試作,1998, 7眼式) *1) で検討された。
- 多眼式だと運動視差が滑らかでないが、
空間像方式の解像度と回り込み範囲が上がれば...



©NBGI

※ゲーム画像は、各アイデアの説明のために掲載しているものであり、
実際にそのゲームが立体視化・販売されるかどうかとは一切関係ありません。

立体視ゲームの可能性 (4)

• トップビューシューティング等の多層化

- 地上物と空中物の区別を明確に。
- 地上物だが、ぶつかるオブジェクト (高層ビル等) が良く分かる。
- よけきれない敵を奥・手前にかわす。



©NBGI

• リアルになったRPG等

- 地形とキャラクターの区別。
- フィギュアが置いてあるような存在感。



©NBGI



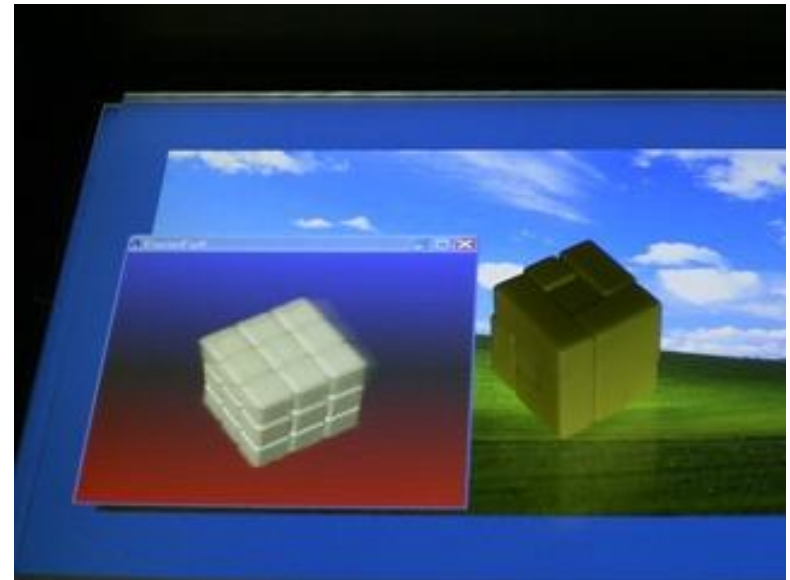
© 1984-2004 NAMCO BANDAI Games Inc.

※ゲーム画像は、各アイデアの説明のために掲載しているものであり、実際にそのゲームが立体視化・販売されるかどうかとは一切関係ありません。

立体視ゲームの可能性 (5)

●パズルゲーム

- 物理的に実現が困難な立体スライドパズルなど。
- 立体像の隣りに実物を置く。



立体視ゲームの可能性 (6)

•ビジュアル・アート分野



ソウルキャリバーIV
2眼立体視バージョン
(2010 CEDEC, 試作)



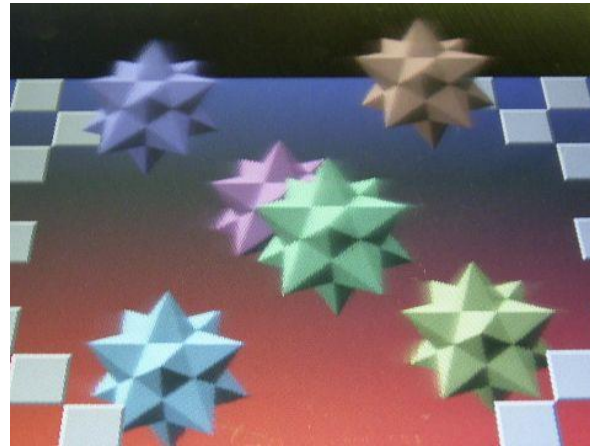
© NAMCO BANDAI Games Inc.

※立体視版発売の予定はありません。

- 通常のモニタでは
気付かなかった、
透明感、光沢感、素材感が発現。
- 両眼視で表現できるものは、立体感だけじゃない！
- 左右の「色の違い」による再現
 - 透明、反射、金属光沢等
 - ざらざら感や、ベルベット地等の、素材感
 - やりすぎに注意 (水面の乱反射とか)

Q&A, その後デモンストレーション

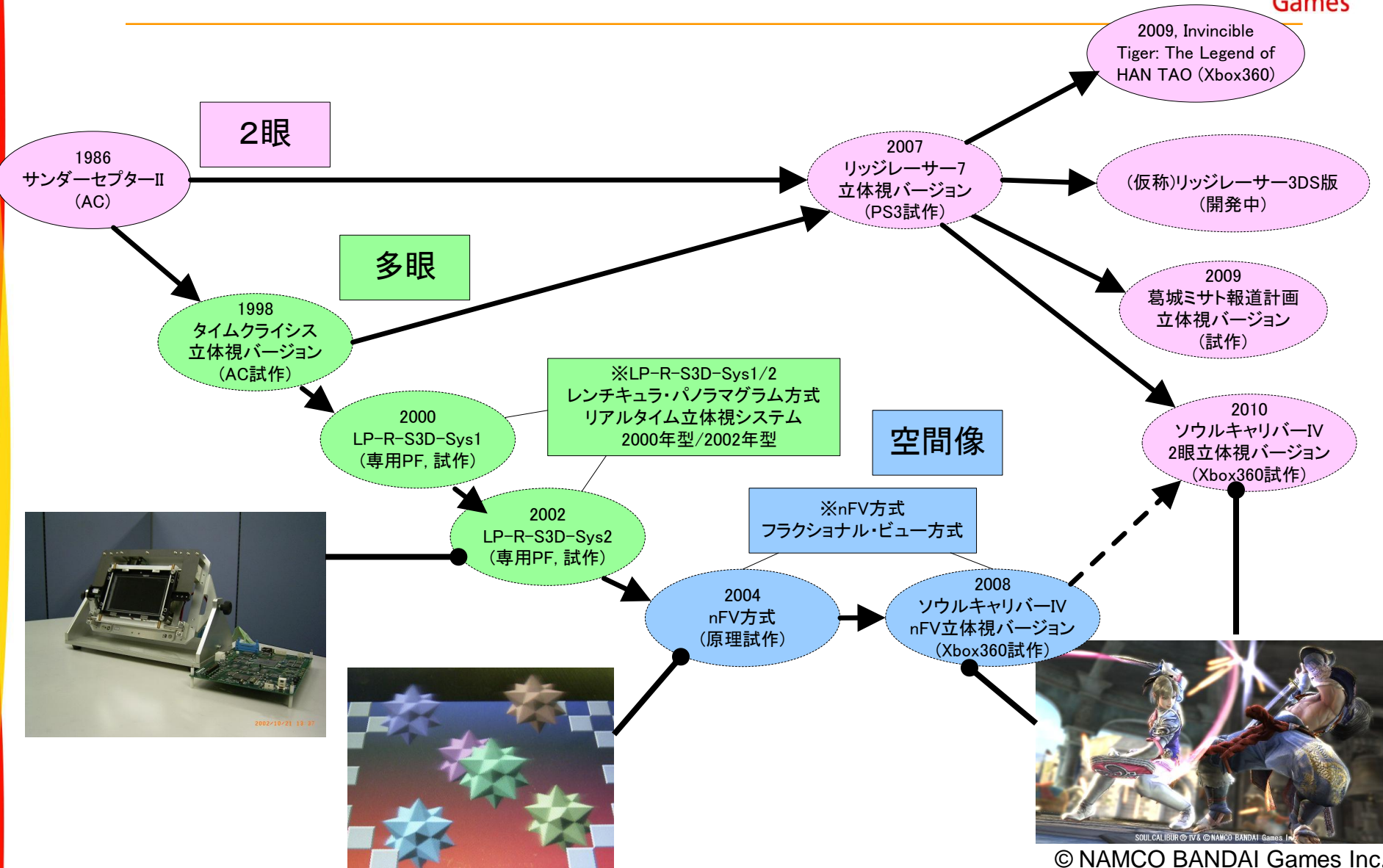
※質疑応答の後に、
デモンストレーションを行います。



※発売前のゲーム機やタイトルに
関するご質問はご遠慮ください。

デモンストレーション

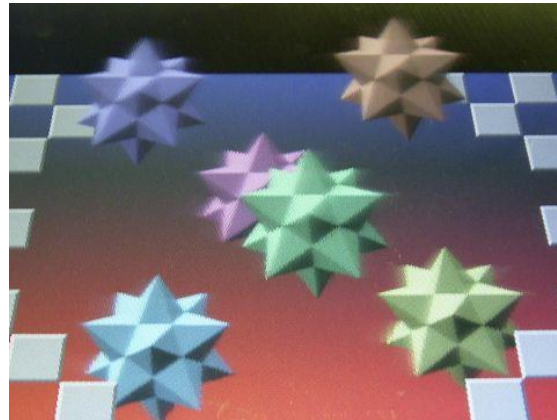
デモンストレーション



© NAMCO BANDAI Games Inc.

デモンストレーション

- レンチキュラ・パノラマグラム方式リアルタイム立体視システム2002年型 (試作, 多眼式)
- nFV方式原理ムービー (2004, 試作)
- ソウルキャリバーIV 立体視バージョン(2008, 試作, nFV方式)
- ソウルキャリバーIV 立体視バージョン(2010, 試作, 2眼メガネ式)



© NAMCO BANDAI Games Inc.

ご清聴ありがとうございました。

1. 宮沢篤：“コンピュータゲーム機のための3次元映像技術” (社)映像情報メディア学会, 映像情報メディア学会技術報告 26(73), pp.49-52, 2002
2. 須佐見憲史, 阿部真也, 梶木善裕, 圓道知博, 畑田豊彦, 本田捷夫：“超多眼立体画像に対する輻輳, 調節反応”, 3次元画像コンファレンス2000論文集, P-10, pp.155-158, July.2000
3. “平成17年度3次元情報のインタラクティブな利用に関する調査研究報告書”, 社団法人日本機械工業連合会, 社団法人日本オプトメカトロニクス協会, pp.143-147, Mar.2006
4. “光技術応用システムのフイージビリティ調査報告書—立体画像ディスプレイ—”, (財)光産業技術振興協会, pp.94-97, Mar.2007
5. “自然な立体視を可能とする空間像の形成に関する調査研究報告書”, 財団法人機械システム振興協会, 財団法人光産業技術振興協会, Mar.2008
6. 中沼寛, 亀井浩之, 高木康博：“128指向性画像を高密度表示する自然な三次元ディスプレイの開発”, 3次元画像コンファレンス2004論文集, pp.13-16, 2004
7. 平和樹, 柳川新悟, 小林等, 山内康晋, 平山雄三：“1次元インテグラルイメージング方式3Dディスプレイシステムの開発”, 3次元画像コンファレンス2004論文集, pp.21-24, 2004
8. 石井源久：“フラクショナル・ビュー・ディスプレイ—非整数ビューの立体視—”, 3次元画像コンファレンス2004論文集, pp.65-68, 2004
9. A.Miyazawa, M.Ishii, K.Okuzawa, R.Sakamoto: “Real-time interactive 3D computer stereography for recreational applications”, Stereoscopic Displays and Applications XIX, SPIE, 6803-55, Jan. 2008