



National Institute of Information and Communications Technology

Multiple Vertical Panningを用いた 立体音響システムの実用化

2014/9/24

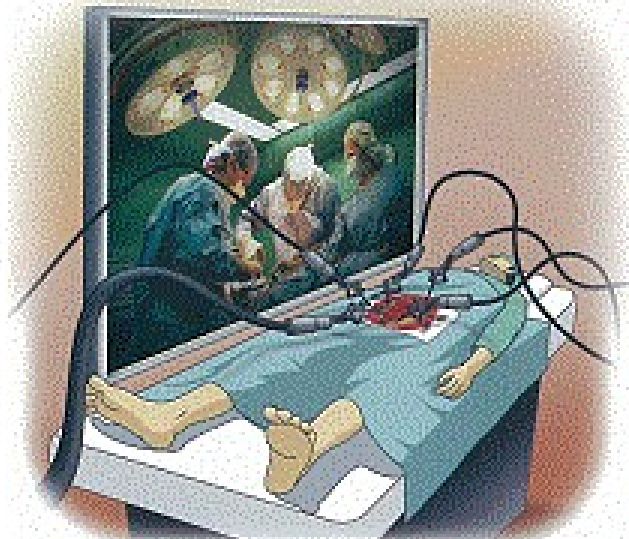
木村敏幸, 安藤広志

独立行政法人 情報通信研究機構(NICT)

ユニバーサルコミュニケーション研究所

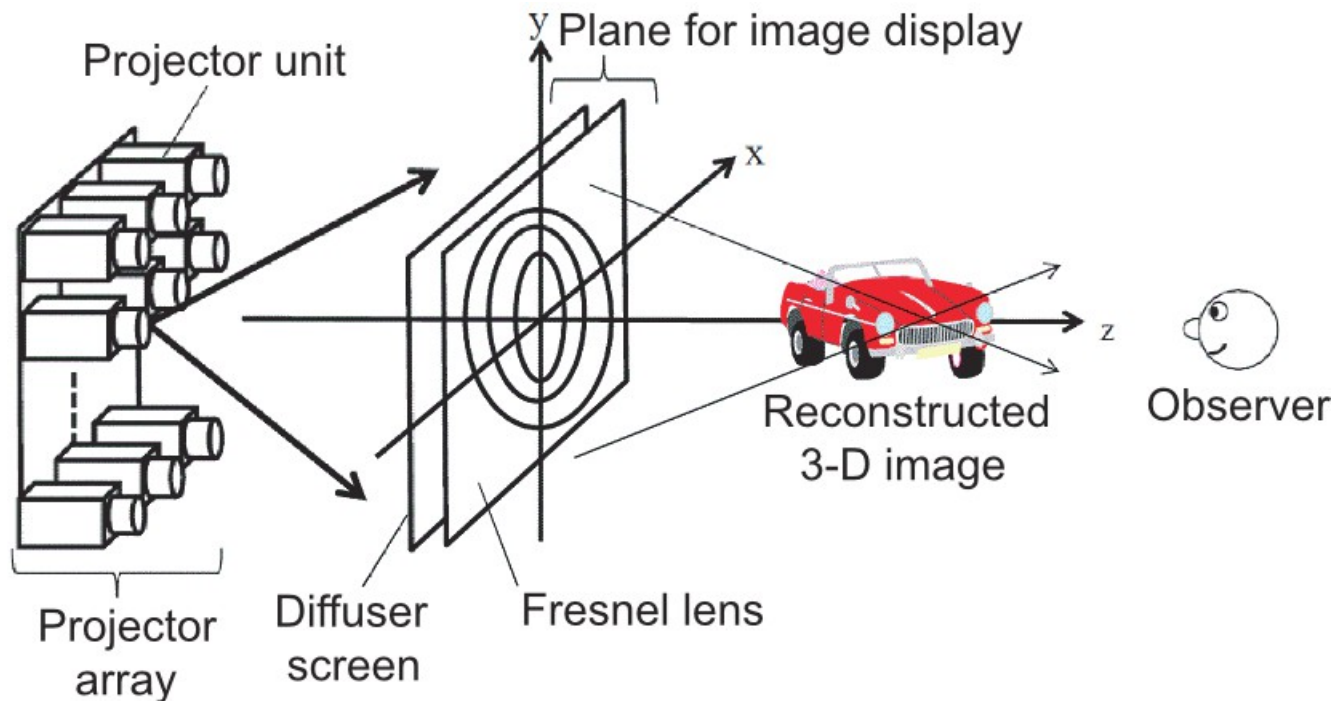
超臨場感コミュニケーション

- 立体映像技術や立体音響技術によって映像や音響をよりリアルに表現
- より臨場感のあるコミュニケーションが可能
 - 立体テレビ, 立体遠隔通信会議, 遠隔操作



大画面裸眼立体映像ディスプレイ(REI)

- メガネなしでより自然な映像が鑑賞可能
- プロジェクタアレイを使用
 - 拡散スクリーンで垂直方向のみに光を拡散
 - 水平方向にのみ視差付き映像を提示



REIディスプレイ用立体音響の技術要件

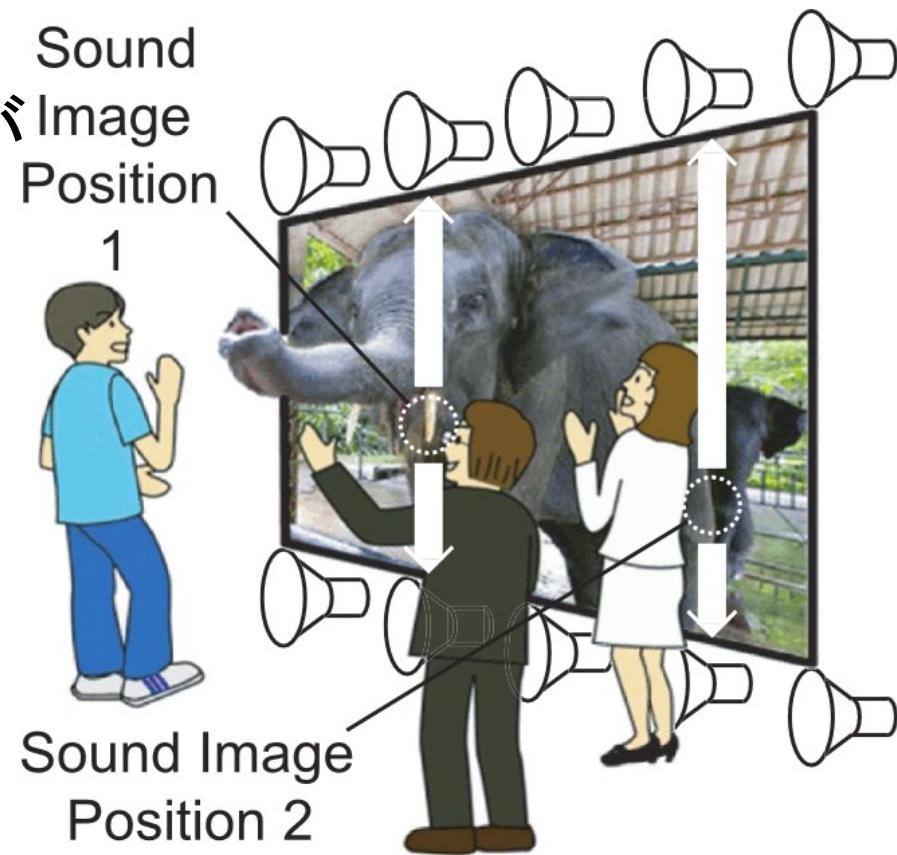
- 複数の人がどこで聞いても対象物の位置から音が出ているように聞こえること
 - キャリブレーションも(できれば)したくない
 - ステレオホニック, 5.1chシステムは適用が困難
- 何も装着せずに音が聞けること
 - ヘッドホンを使ったシステムは適用が困難
- プロジェクタアレイとスクリーンの間には何も置かないこと
 - 22.2chシステム, 高次アンビソニック, 波面合成法は適用が困難
- 会議システムとして応用する場合, マイクロホンも間におかないこと
 - トランスオーラル, 境界音場制御は適用が困難

本発表の内容

- REIディスプレイに合った立体音響システム
 - 今までの立体音響システムとは異なる観点
 - Multiple Vertical Panning (MVP)方式
- 内容
 - MVP方式の視聴覚性能を評価
 - 心理実験により性能の有効性を確認
 - 実用化のためにスピーカの数を減少
 - 臨場感に及ぼす影響を心理実験により評価
 - 10個に減らしても違いを識別できない

Multiple Vertical Panning (MVP)方式

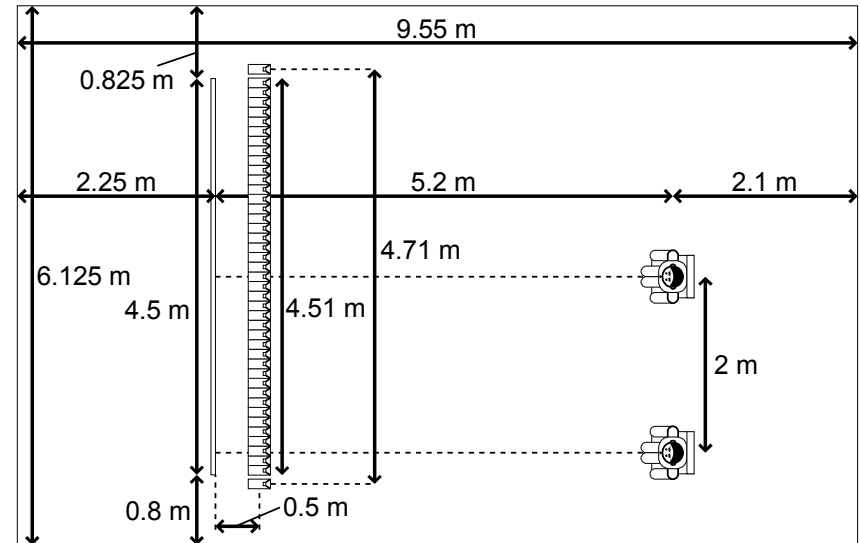
- スクリーンの上下にスピーカ対を複数設置
 - 音源位置の上下にスピーカを2個配置
- 音源に音量差をつけ2個のスピーカから音を再生(垂直パニング)
 - スピーカ2個の間で音が鳴っているように感じる
- 音源ごとに再生するスピーカを選択
 - 複数の聴取者はどこにいても常に立体像の位置で音が鳴っているように感じる



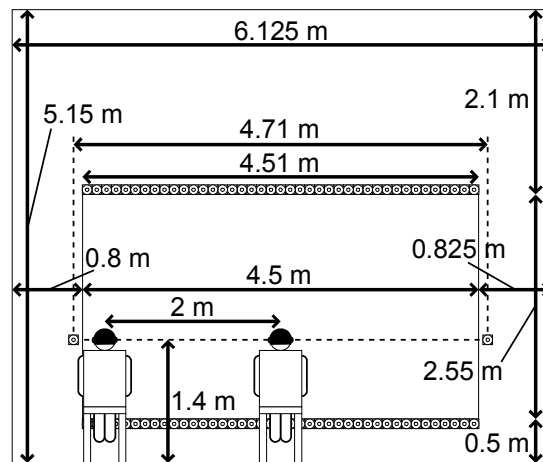
- 映像実験室(ATRビル地下1階)

- 残響時間: 258 ms
- 暗騒音: 41 dBA
- 視聴位置: 2か所
 - 正面位置
 - 側方位置
 - 正面より横に2 m

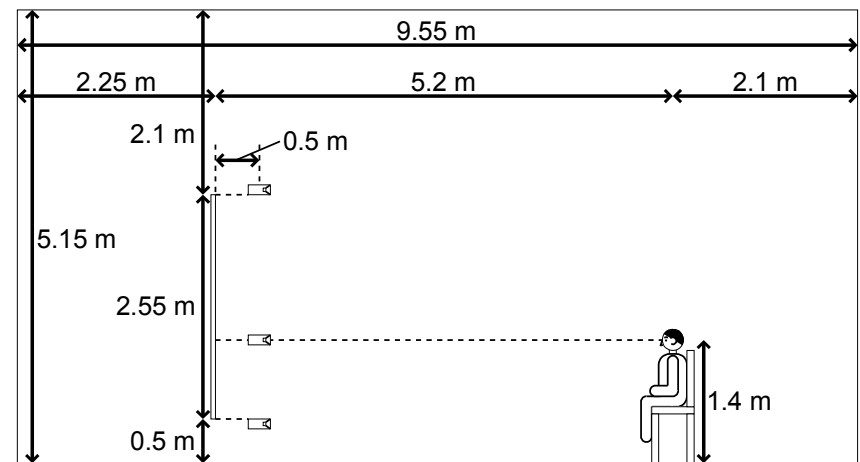
Plane View



Front View

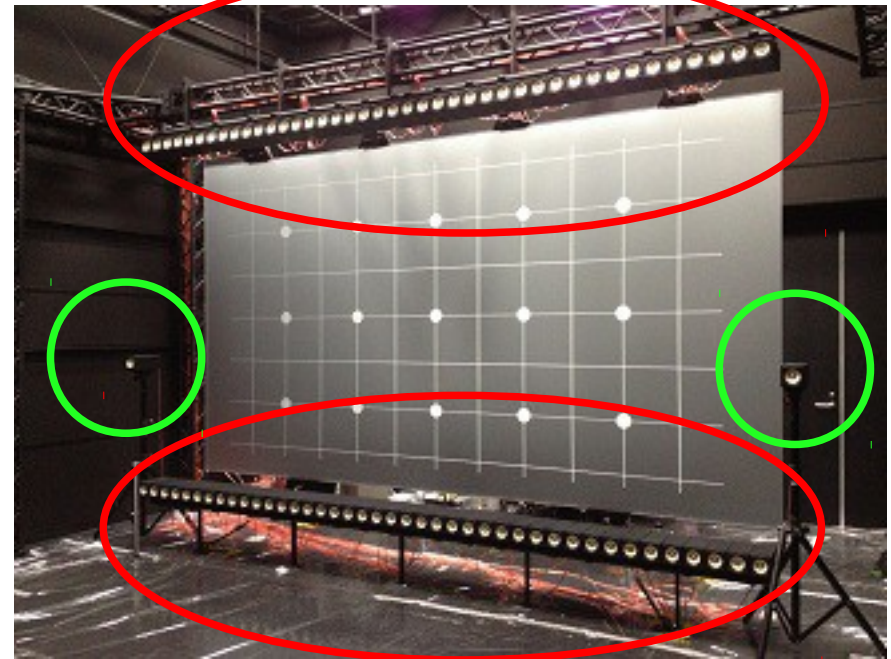


Cross-sectional View



実験環境

- スクリーンの上下にスピーカを計82個配置
 - スピーカアレイの長さ: 4.51 m (=11 cm×41)
- スクリーンの左右にスピーカを2個配置
- 視聴位置距離
 - スクリーンから5.2 m
- 音圧レベル
 - 正面位置で約70 dBA



- 立体映像条件

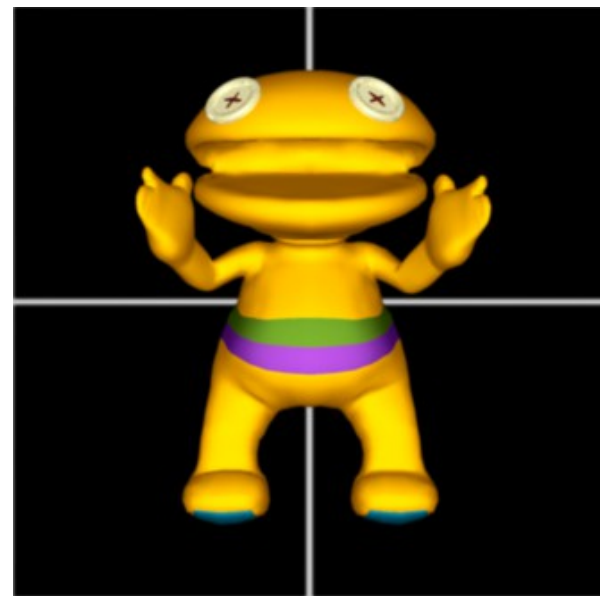
- 白色雑音: スピーカ

- 音源: 白色雑音(4秒間)
 - 静止画を4秒間提示



- 音声: キャラクタ

- 音源: 音声(4秒間)
 - 音声に合わせて口パク

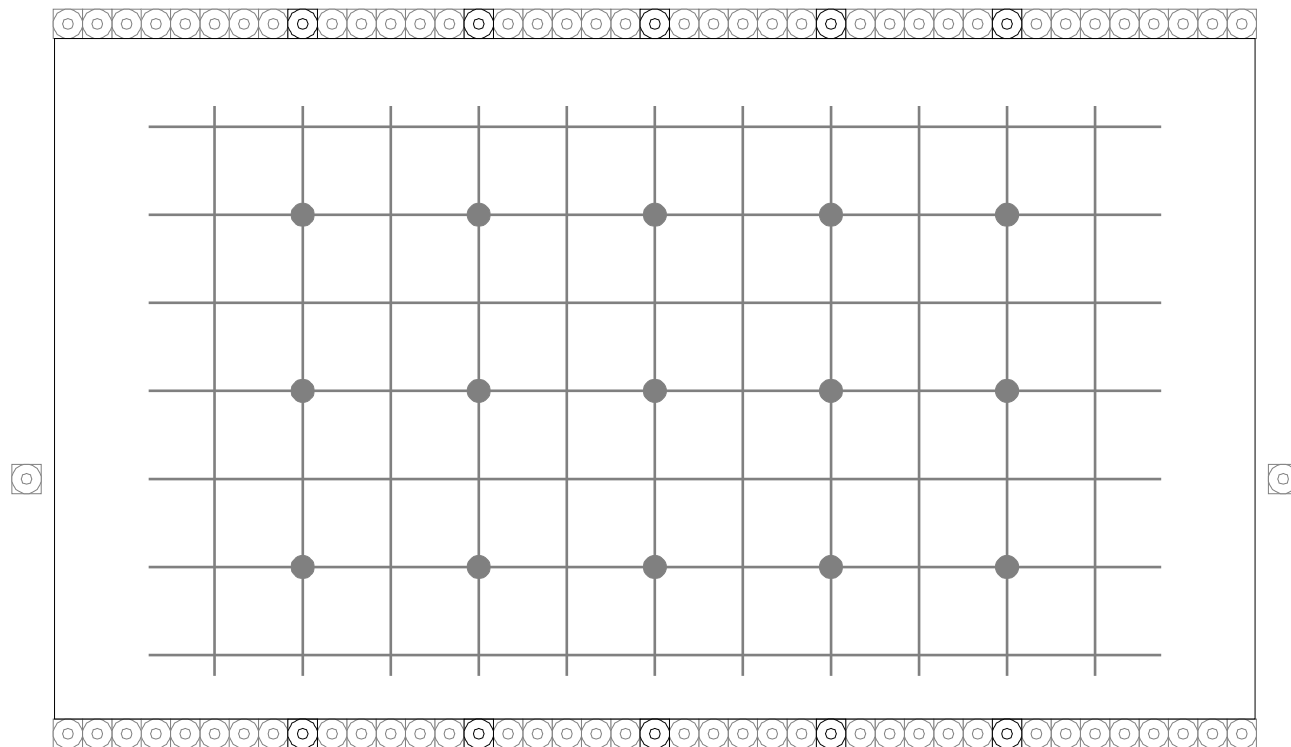


実験条件

- 音響再生条件

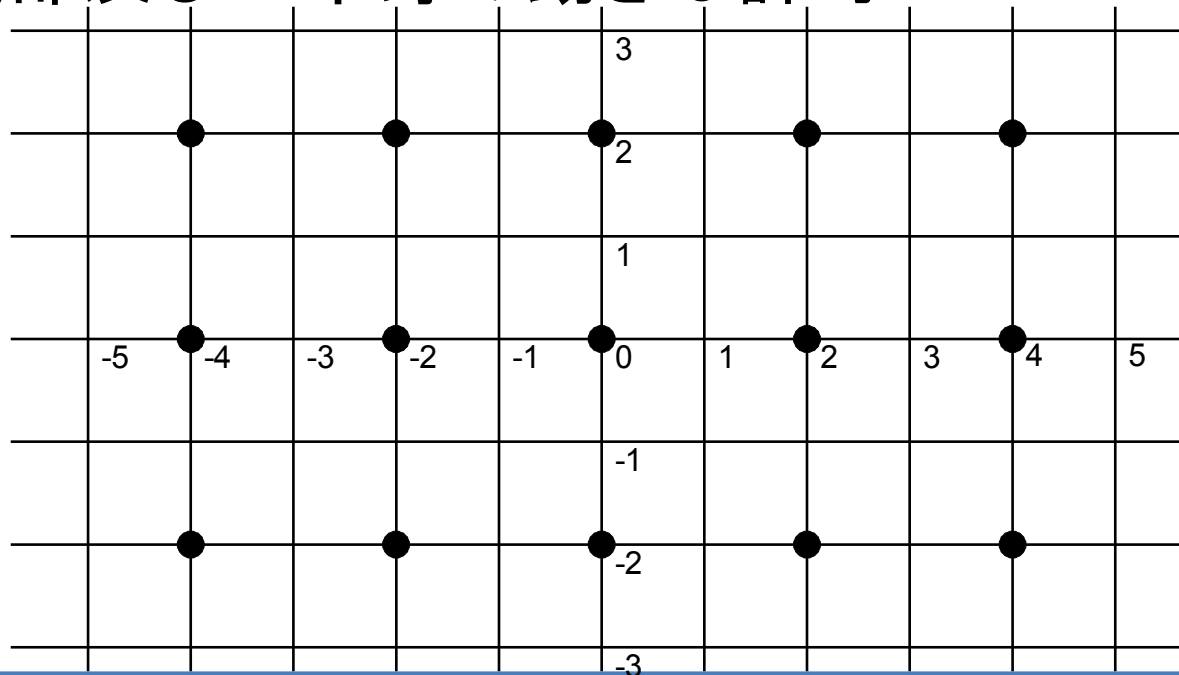
- 提示する立体像の横位置から2個のスピーカを選択し, 上下の音量差をつけた音を再生
- 音像位置の数: 15位置(=5横位置×3縦位置)

(a) MVP Condition



実験手順

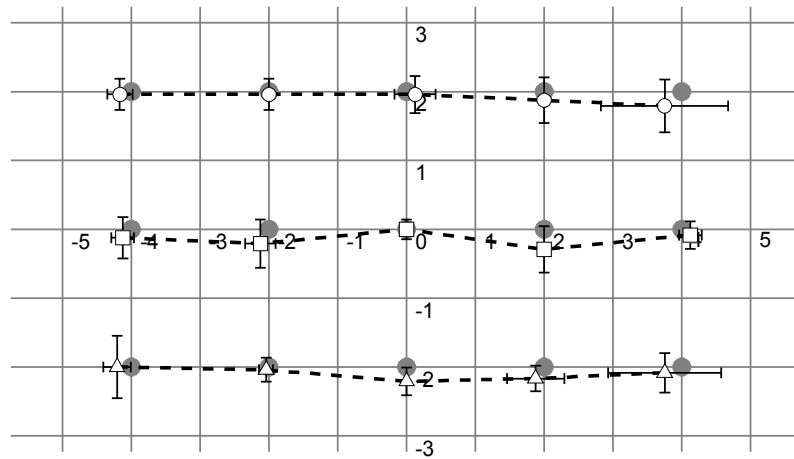
- 立体映像が提示されたら立体像を注視
- 知覚した音像の位置を回答用紙に記入
 - スクリーンと回答用紙に常に格子点と線を表示
 - 2つ以上音が鳴っていると思った場合は、2つ以上の位置で回答
 - 頭部及び上半身の動きは許可



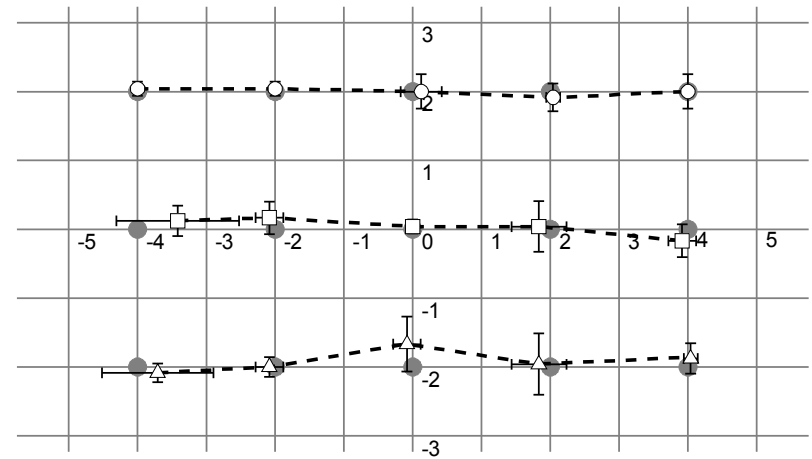
実験結果

- どの位置でも立体像の位置に定位

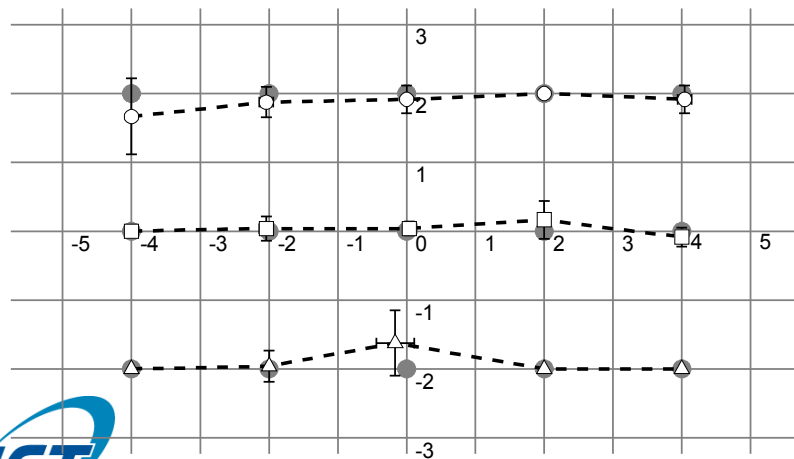
白色雑音, 正面位置



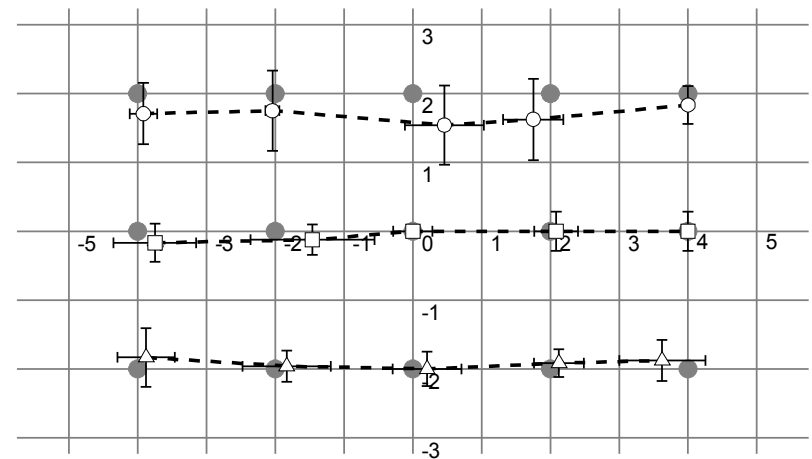
音声, 正面位置



白色雑音, 側方位置



音声, 側方位置

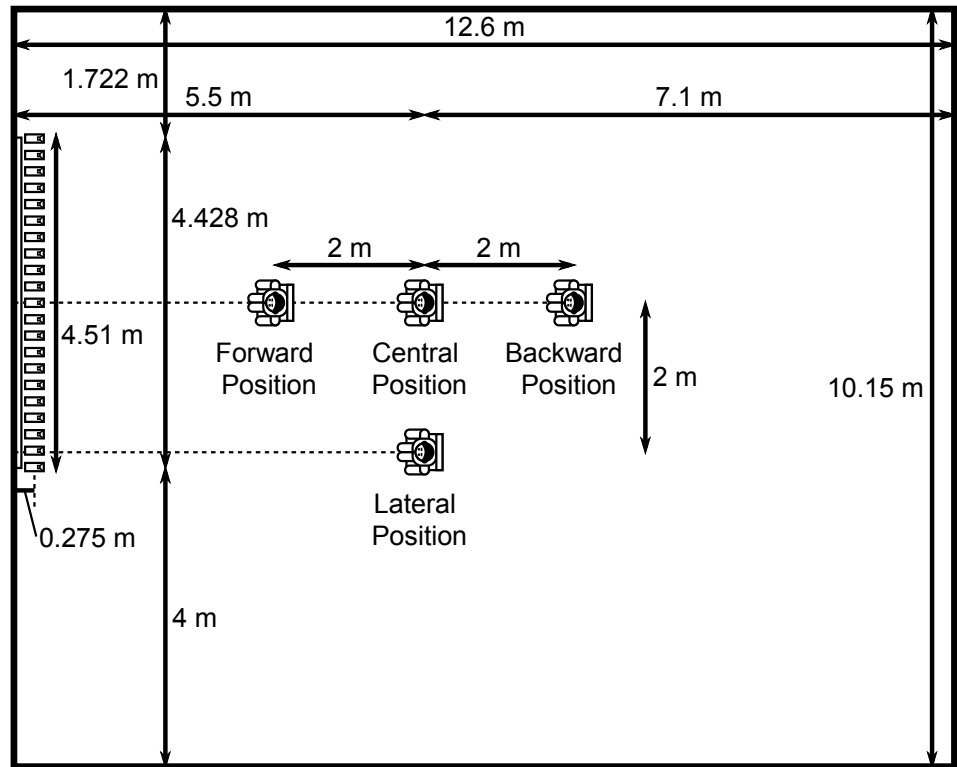


実験環境

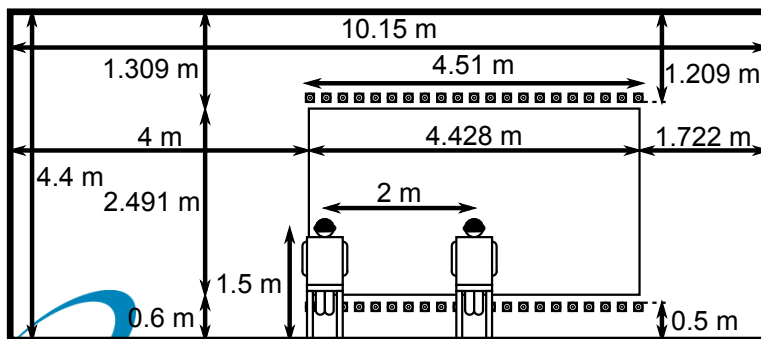
- 会議室

- 残響時間: 402 ms
- 暗騒音: 38 dBA
- 視聴位置: 4か所
 - 中心位置
 - 前方位置
 - 後方位置
 - 側方位置
 - 正面より2 m左側

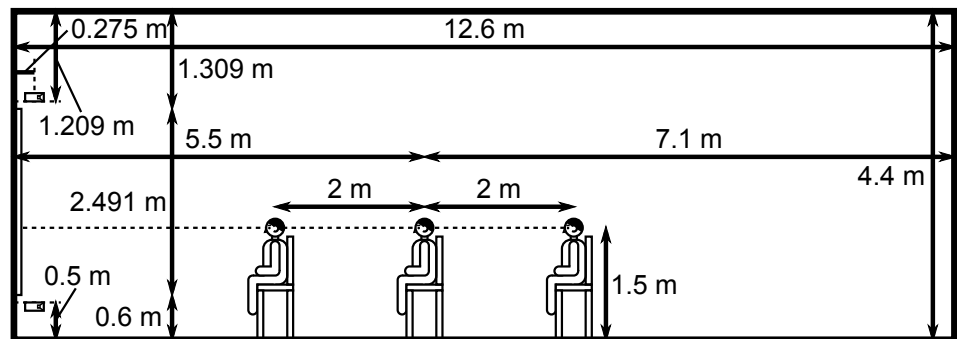
Plane View



Front View



Cross-sectional View



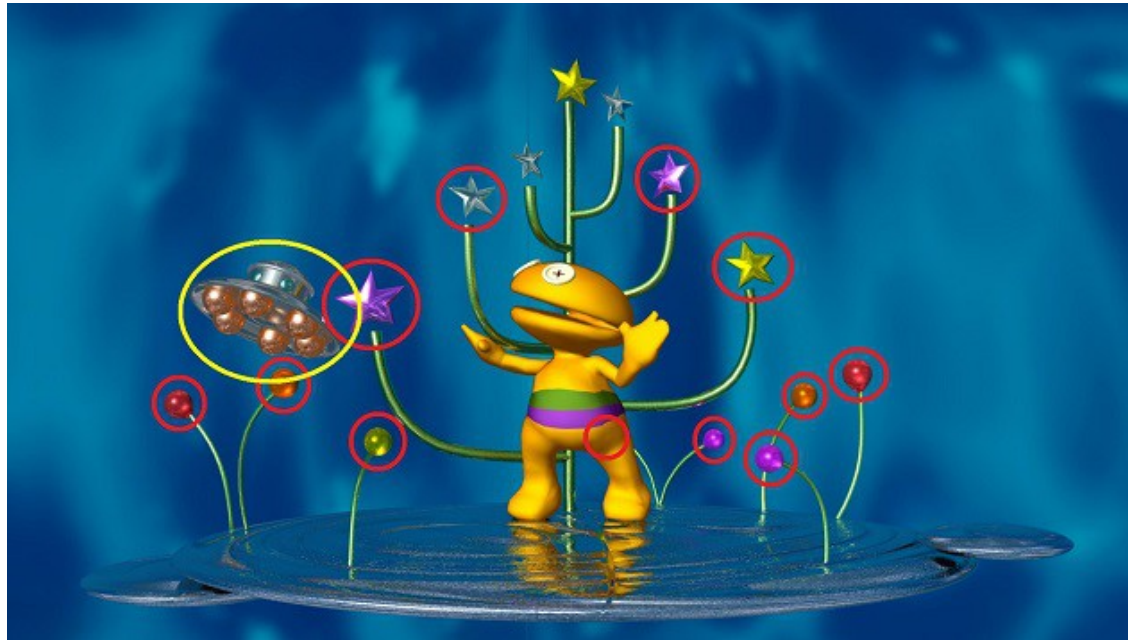
実験環境

- スクリーンの上下にスピーカを計42個配置
 - 上側に21個, 下側に21個
- 視聴位置距離
 - 前方位置
 - スクリーンから3.5 m
 - 中心位置, 側方位置
 - スクリーンから5.5 m
 - 後方位置
 - スクリーンから7.5 m
- 音圧レベル
 - 中心位置で約70 dBA



実験条件

- メガネあり立体映像(5秒間)
 - UFOが音を出しながら画面内を動き回る
 - 図中の黄色の枠線的位置から音を再生
 - UFOがボールや星に当たると音が出る
 - 図中の赤色の枠線的位置から音を再生



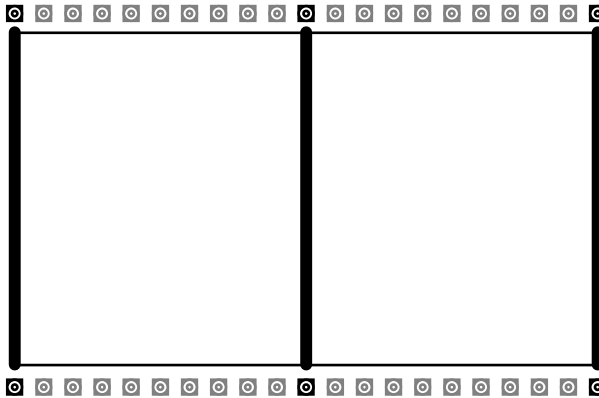
実験条件

- 音響再生条件
 - 再生するスピーカの数を変化

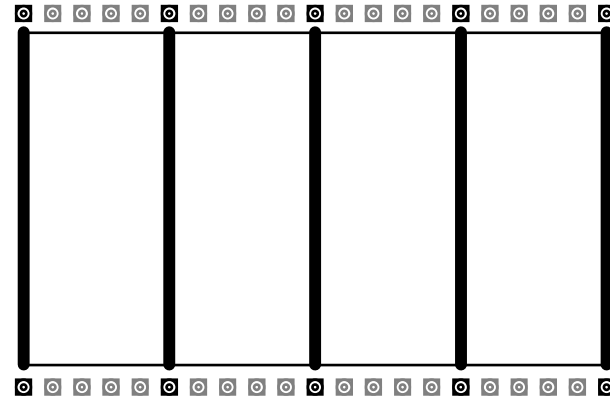
(a) 4 Loudspeakers



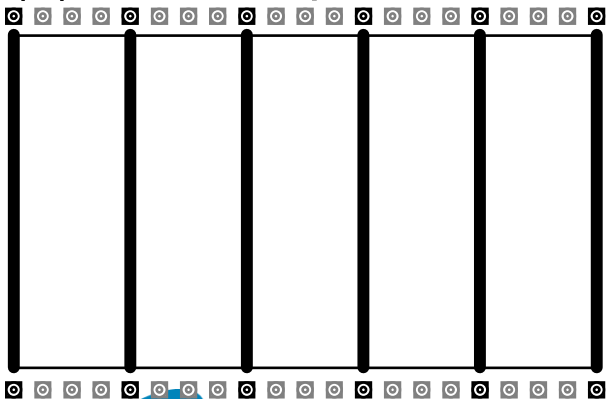
(b) 6 Loudspeakers



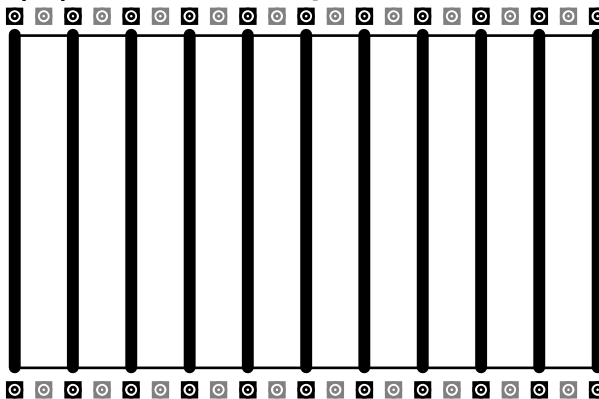
(c) 10 Loudspeakers



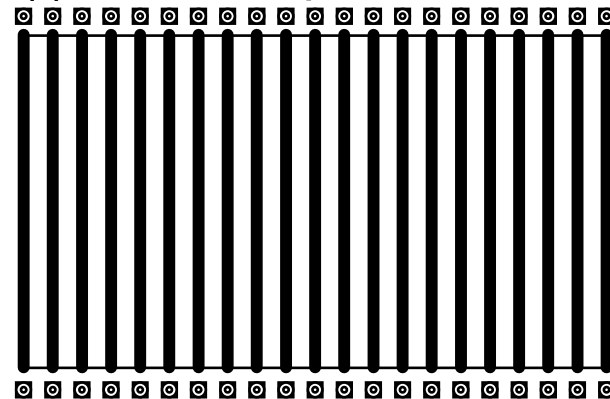
(d) 12 Loudspeakers



(e) 22 Loudspeakers



(f) 42 Loudspeakers



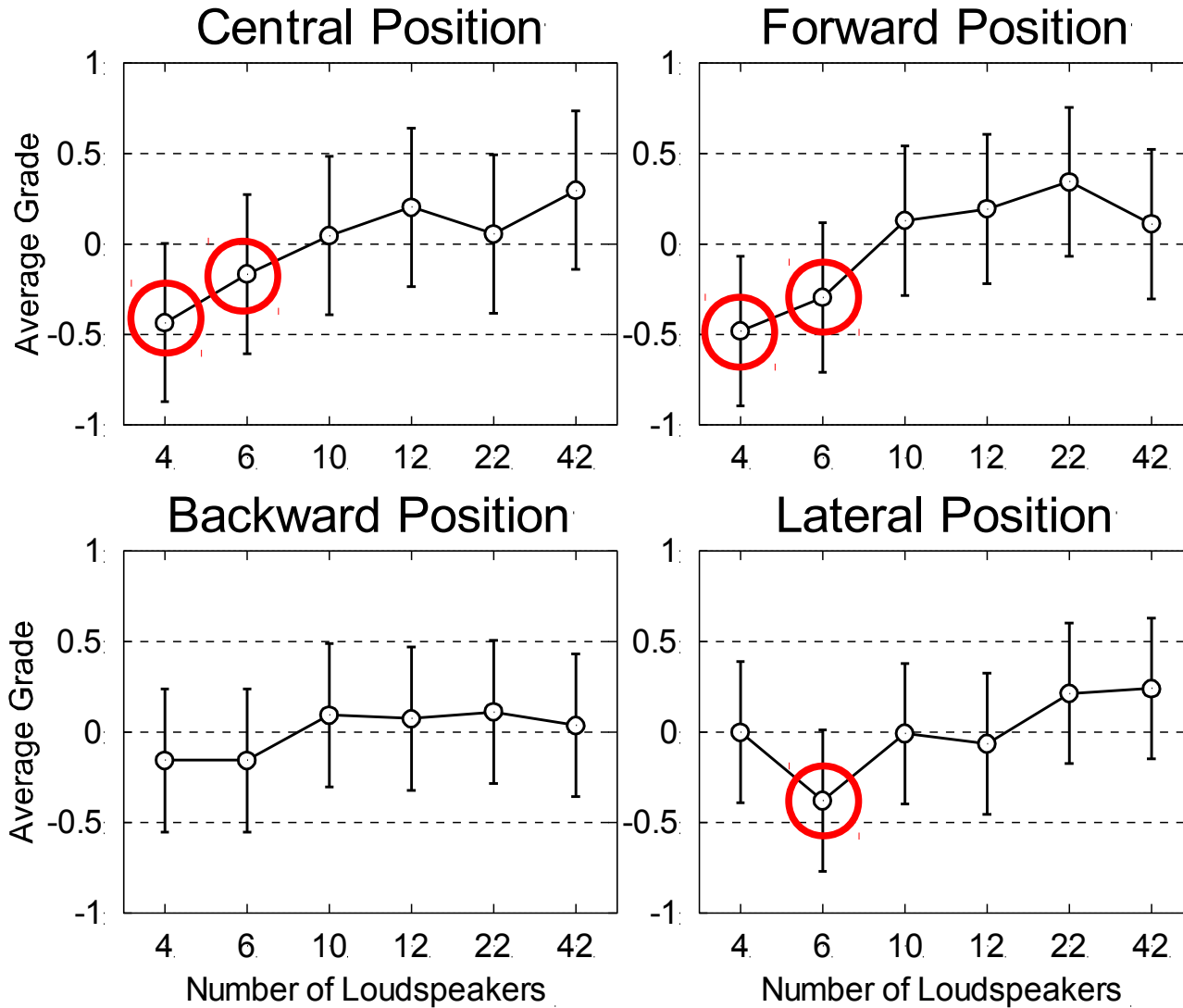
実験手順

- シュツフェの一对比較法(浦の変法)
- 前の刺激(A)を基に後の刺激(B)を評定
 - 「音の位置の一致度」「音の動きの一致度」
 - 頭部及び上半身の動きは許可

値	評定
3	非常に良い
2	かなり良い
1	少し良い
0	同じ
-1	少し悪い
2	かなり悪い
3	非常に悪い

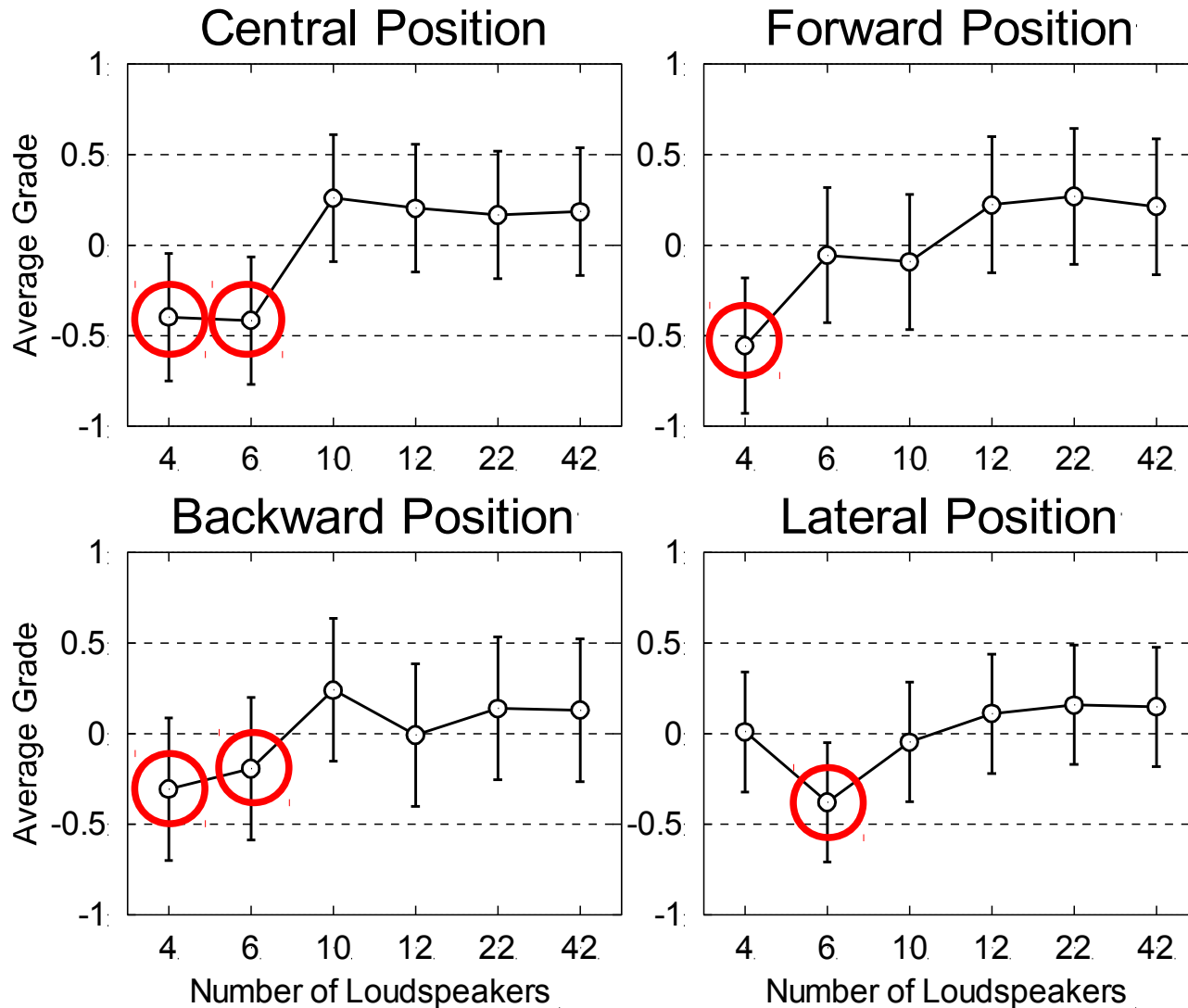
実験結果(音の位置の一致度)

- スピーカ数が10個以上で評定値が一定に



実験結果(音の動きの一致度)

- スピーカ数が10個以上で評価値が一定に



まとめ

- 新たなる立体音響システムを提案
 - Multiple Vertical Panning (MVP)方式
 - 大画面裸眼立体映像ディスプレイ(REI)に適合
- 視聴覚実験で提案システムの性能を評価
 - 200インチスクリーンの上下に計82個のスピーカを配置し，視聴覚実験を実施
 - 映像と提示した場合，どの位置でも正しく定位
- スピーカ数による臨場感への影響を検討
 - 200インチスクリーンの上下に計42個のスピーカを配置し，視聴覚実験を実施
 - スピーカ数を10個に減らしても影響なし
 - 上側に5個，下側に5個