

バリアフリー推進研究会 第2回勉強会

音サインの標準化と今後の課題

(視覚障害者の誘導)

関喜一(産業技術総合研究所)

内容

1. 聴覚空間認知
 - 音源定位
 - 障害物知覚
2. 視覚障害者の音の利用実態
 - 利用実態調査例
 - プラットホーム転落事故
3. バリアフリー関連法と音による移動支援
4. 携帯情報端末によるナビゲーションの現状

内容

1. 聴覚空間認知

- 音源定位
- 障害物知覚

2. 視覚障害者の音の利用実態

- 利用実態調査例
- プラットホーム転落事故

3. バリアフリー関連法と音による移動支援

4. 携帯情報端末によるナビゲーションの現状

聴覚空間認知

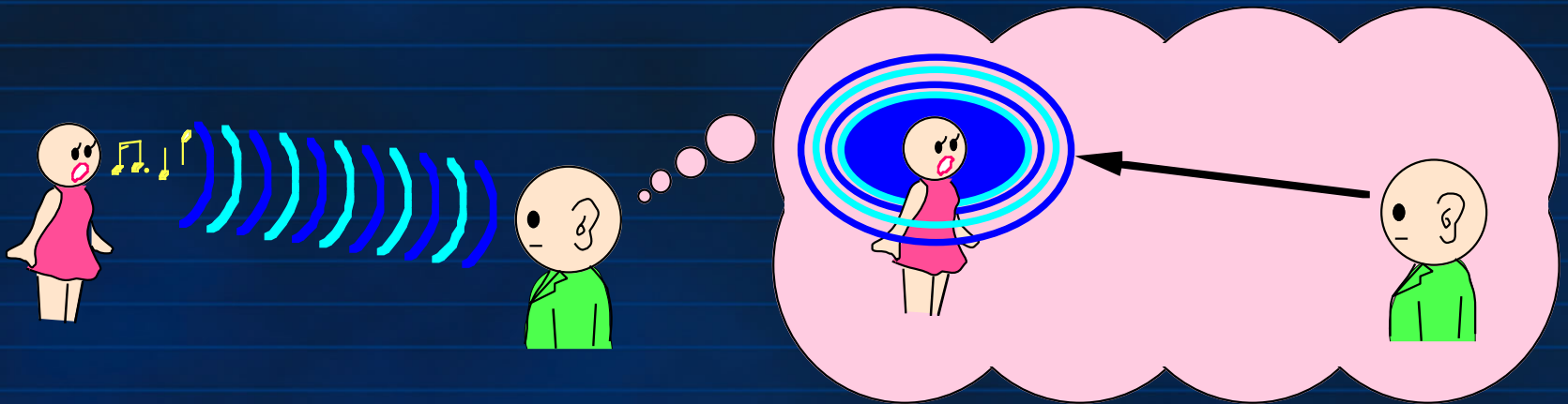
- 音により周囲の状況を認知する技能
 - 音源定位
 - 障害物知覚
- 視覚障害者の歩行・生活能力獲得の上で重要



音源定位

音源定位 (sound localization)

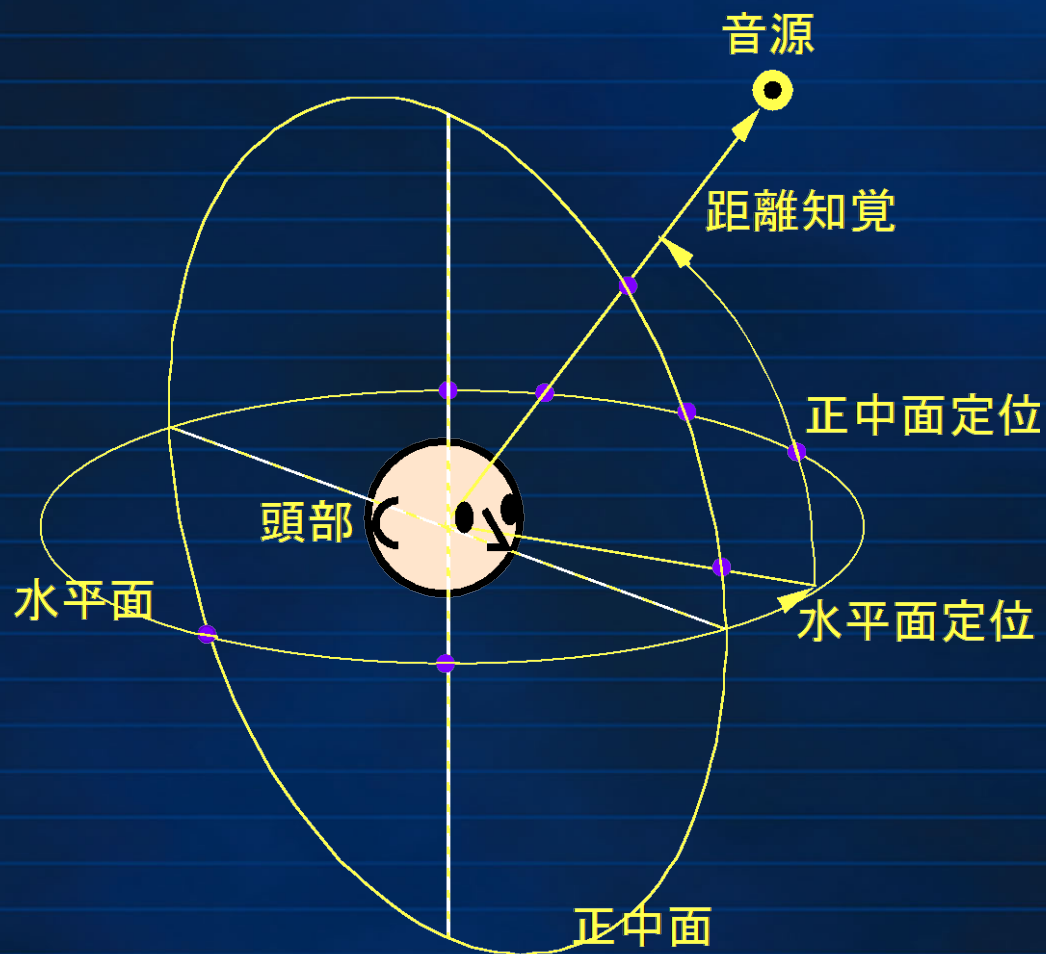
音源の位置を定める能力



…耳は2つしかないのに、

音の位置を3次元で知ることができるのは何故？

頭外定位



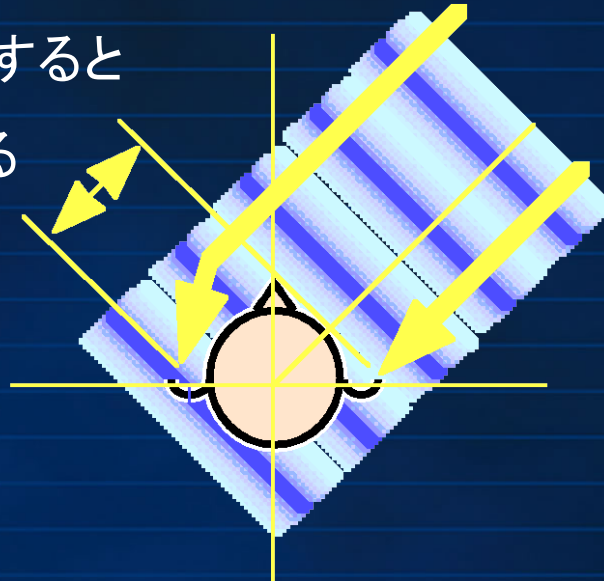
水平面定位

水平面定位 (horizontal plane localization)

ITD(両耳間時間差)とILD(両耳間レベル差)を用いる

→では、ITDとILDはどうして生じるの？

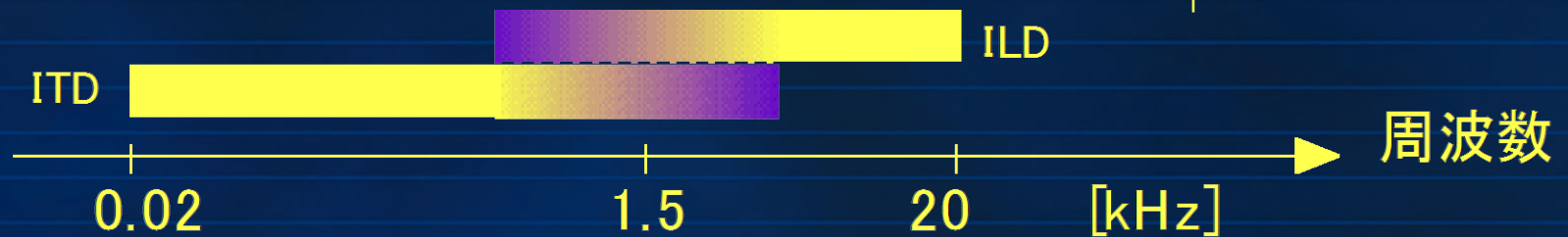
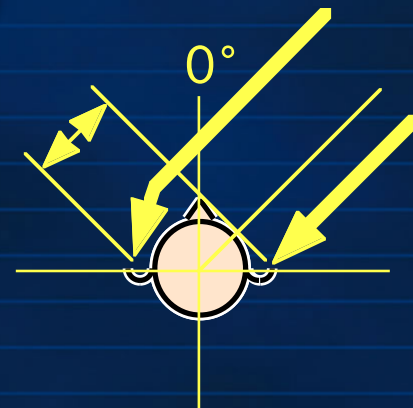
音波が斜めから到来すると
左右経路に差を生じる



ITDとILDの使い分け

二重説 (duplex theory)

- 約1.5kHz以下はITD
- 約1.5kHz以上はILD



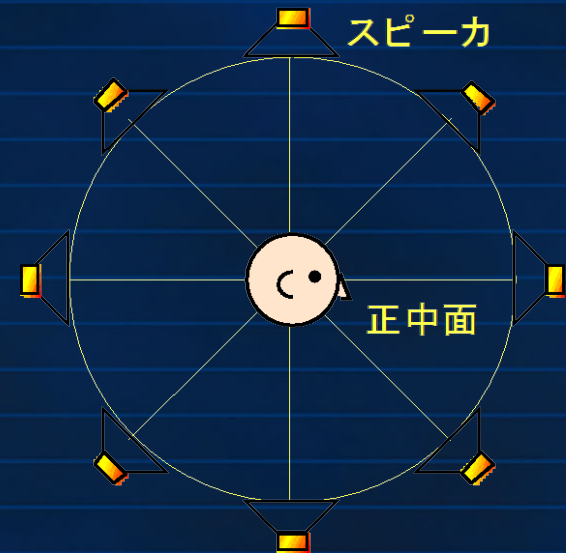
…と使い分けて水平面定位を行っている

正中面定位

正中面定位 (median plane
localization)
上下前後方向の定位

音源が正中面上にある場合

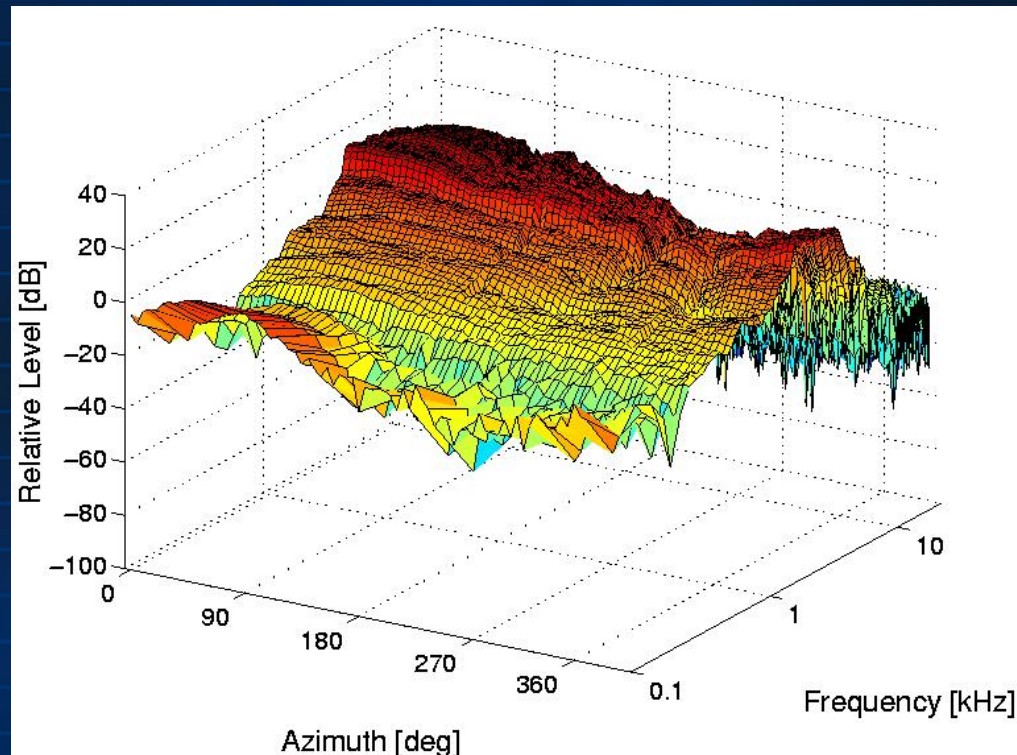
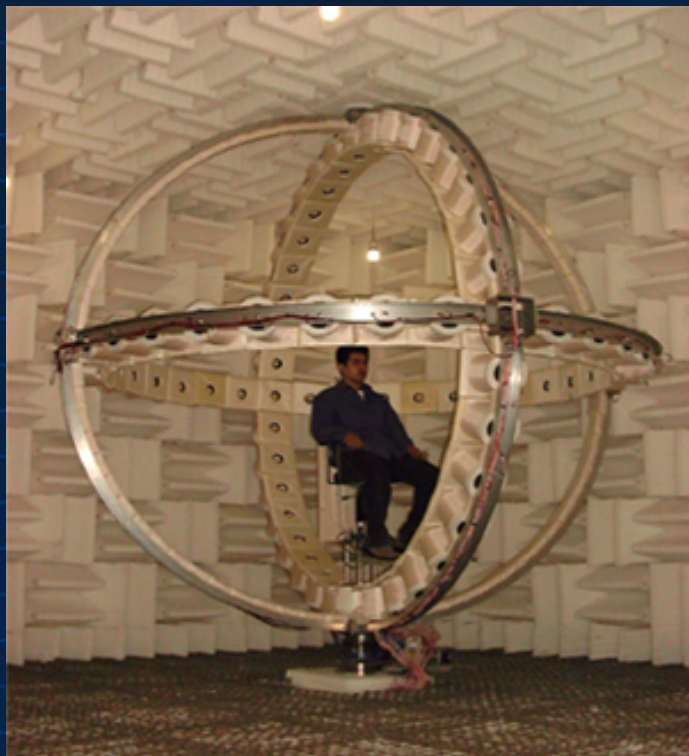
- 両耳間差はなし
- …では何を手がかりに方向を決めているの？



頭部伝達関数



頭部伝達関数



頭部伝達関数の計測（東北大学電気通信研究所）

内容

1. 聴覚空間認知

- 音源定位
- 障害物知覚

2. 視覚障害者の音の利用実態

- 利用実態調査例
- プラットホーム転落事故

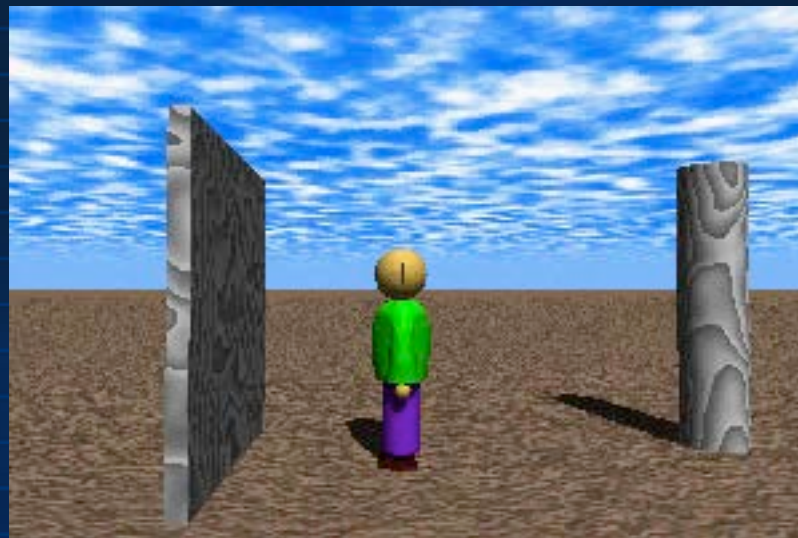
3. バリアフリー関連法と音による移動支援

4. 携帯情報端末によるナビゲーションの現状

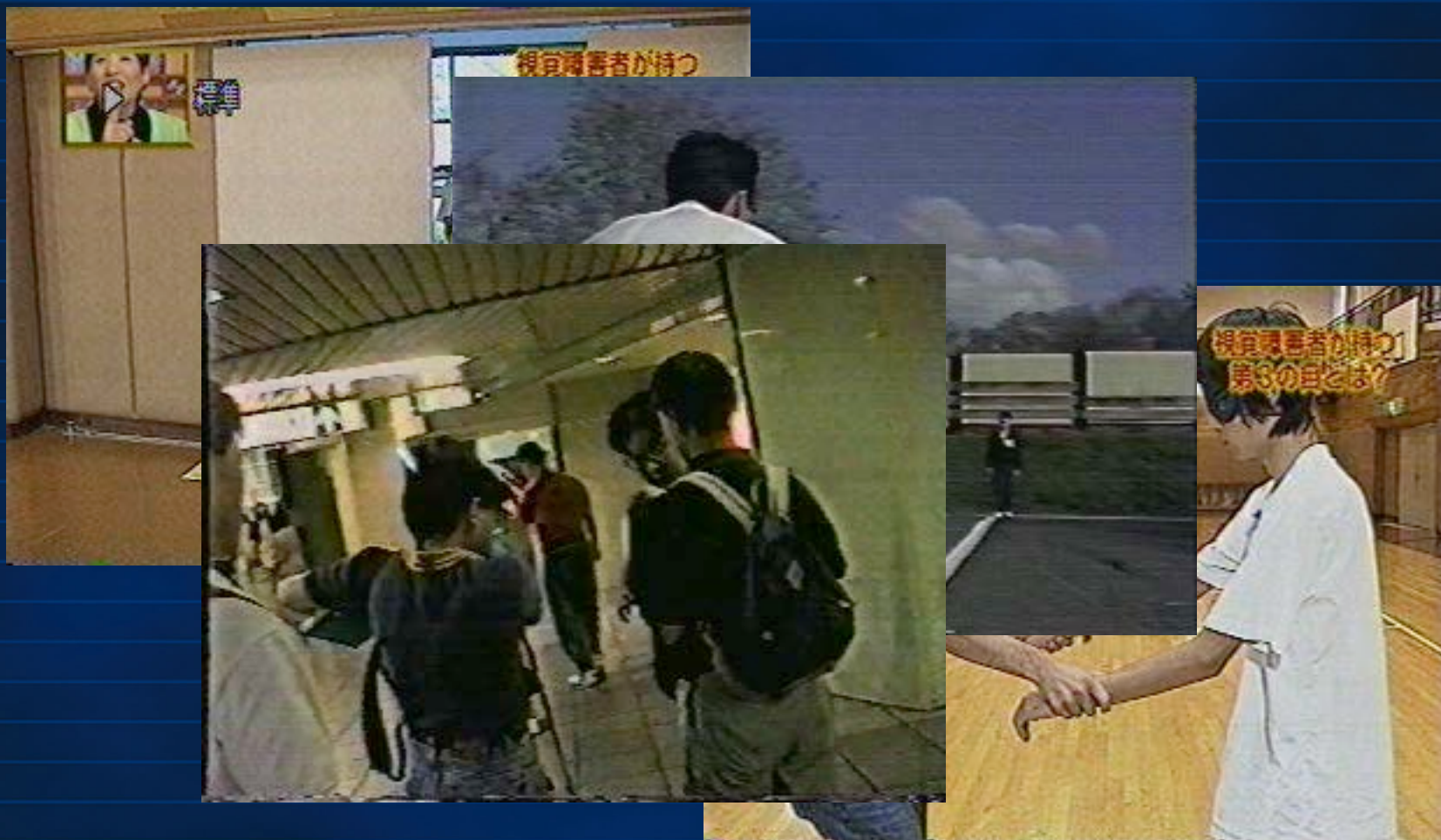
障害物知覚

障害物知覚（obstacle
perception）
音を発しない物体を聴覚により知覚する能力

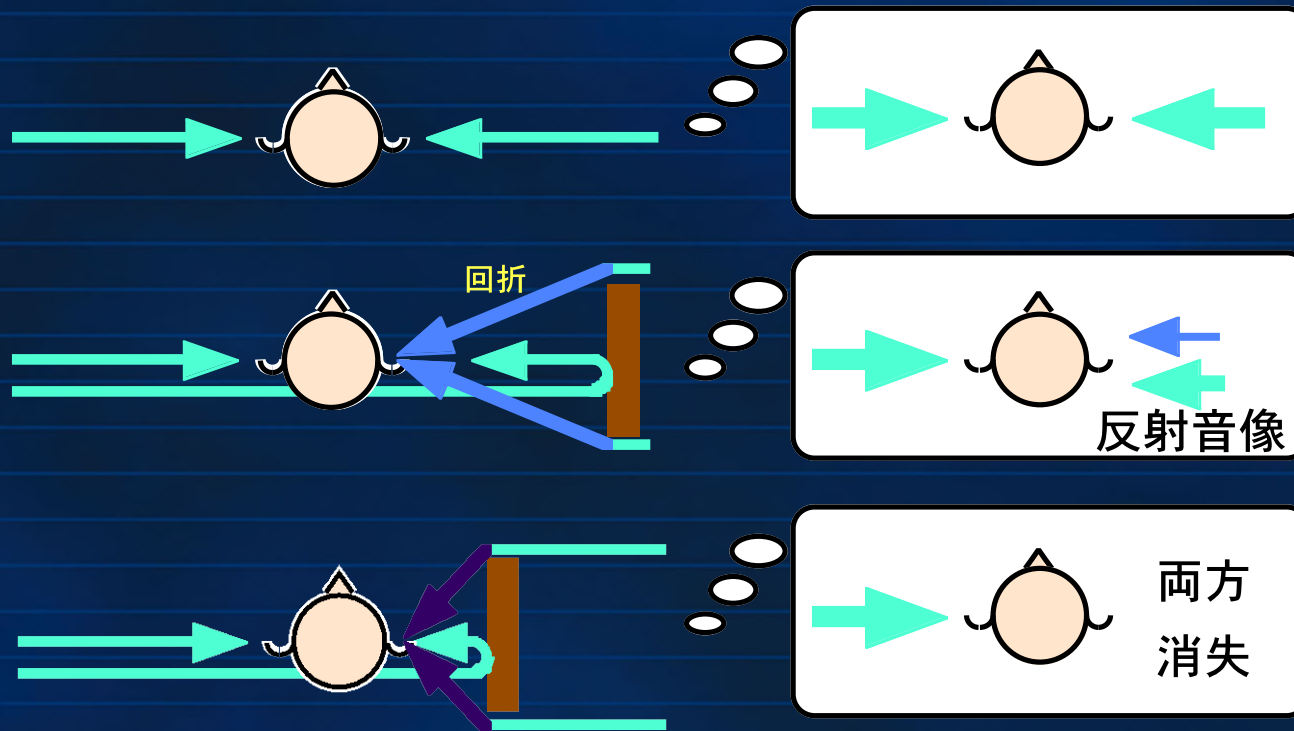
- 音を伝わり方の
変化を利用
- 学習により獲得



障害物知覚



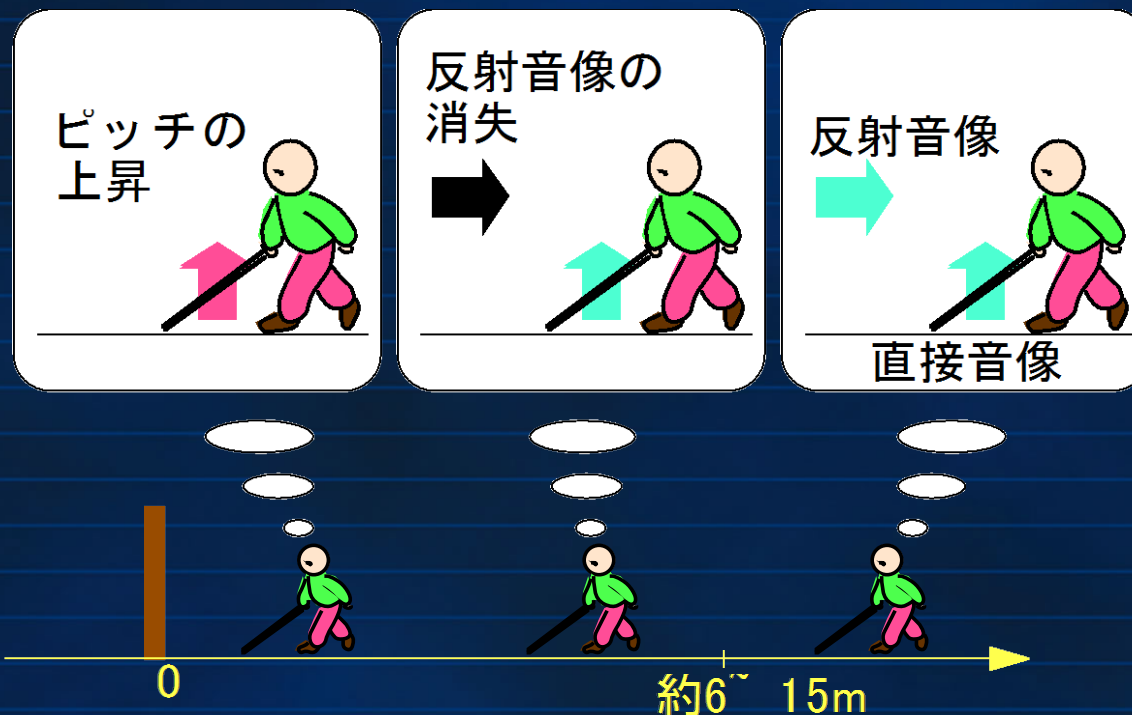
遮音と先行音効果の併用



- 遮音効果による裏側からの音波の消失
- 先行音効果による反射音像の消失

両効果により、物体方向から音像が消失(「圧迫感」を生じる)

自発音を用いる場合



- 距離が遠すぎると、反射音小さすぎて聞こえない
- 約6~15mくらいでは、反射音像分離(エコー)
- 約6~15m以下では、先行音効果により反射音像消失
- 約6m以下では、反射音レベルは直接音レベルに近付き、ピッチを生じる

内容

1. 聴覚空間認知

- 音源定位
- 障害物知覚

2. 視覚障害者の音の利用実態

- 利用実態調査例
- プラットホーム転落事故

3. バリアフリー関連法と音による移動支援

4. 携帯情報端末によるナビゲーションの現状

音環境の利用に関する調査

参考文献：

鹿島教昭，田村明弘，太田篤史，” 視覚障害者の音環境，” 横浜市環境科学研究所報 21， 51-58（1997）

- ・ 小学校から60才までの視覚障害児・者32名
(全盲23名、弱視9名)
- ・ 都市の中での音環境の利用に関する質問調査
 - 利用する音情報
 - 利用しない音情報
 - 障害物知覚
 - 音に付随する問題
 - 音による心理的影響

音環境の利用に関する調査

- 利用する音情報

- 「ハサミの音」 = 駅の改札
- 「つり銭の音」 = 駅の券売機

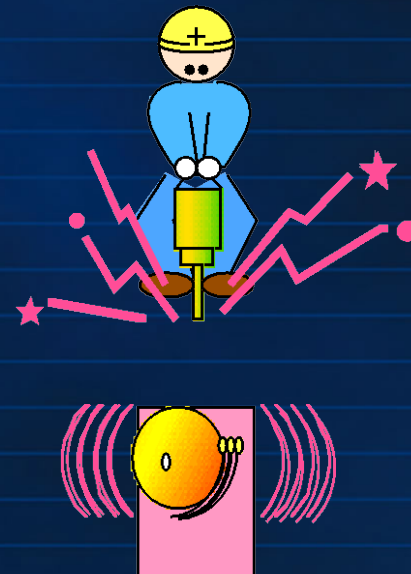


- マンホールの「水流音」
- 小学校の「ざわめき」
- 出入口での「雑踏」

→ 場所に特有の音はとにかく何でも利用する

音環境の利用に関する調査

- 利用しない音情報
- 音に付随する問題
 - 工事の音
 - 駅構内の多すぎる音楽
 - 非常ベルおよび電車の発車ベル
 - 風の音



→ 場所を特定する手がかりとなりにくく、
かえって他の有用な音をマスクするような音

内容

1. 聴覚空間認知

- 音源定位
- 障害物知覚

2. 視覚障害者の音の利用実態

- 利用実態調査例
- プラットホーム転落事故

3. バリアフリー関連法と音による移動支援

4. 携帯情報端末によるナビゲーションの現状

プラットホームからの転落事故

参考文献：

村上琢磨，"視覚障害者の鉄道駅ホームからの転落事故と対策，"視覚障害リハビリテーション 37， 38-47（1993）

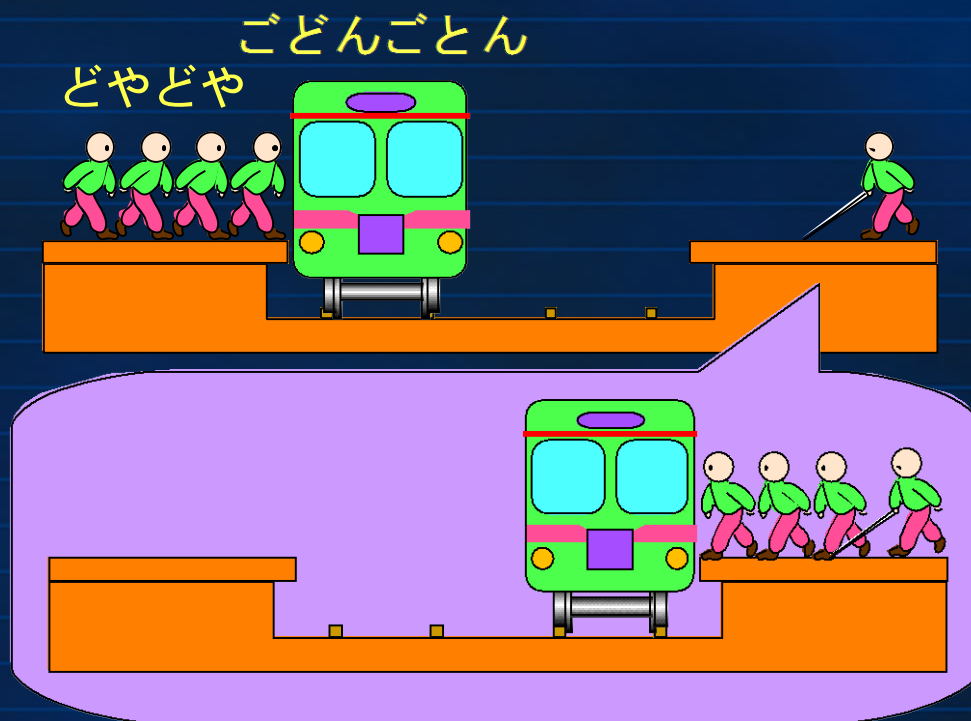
田内雅規，大倉元宏，"視覚障害者支援技術の現状と問題点：単独歩行について，"計測と制御 34， 140-146（1995）

- プラットホームからの転落事故
 - 20%～50%以上の視覚障害者が経験
- 原因は十数通り
 - 音に関係するものもある

プラットホームからの転落事故

- 原因その1

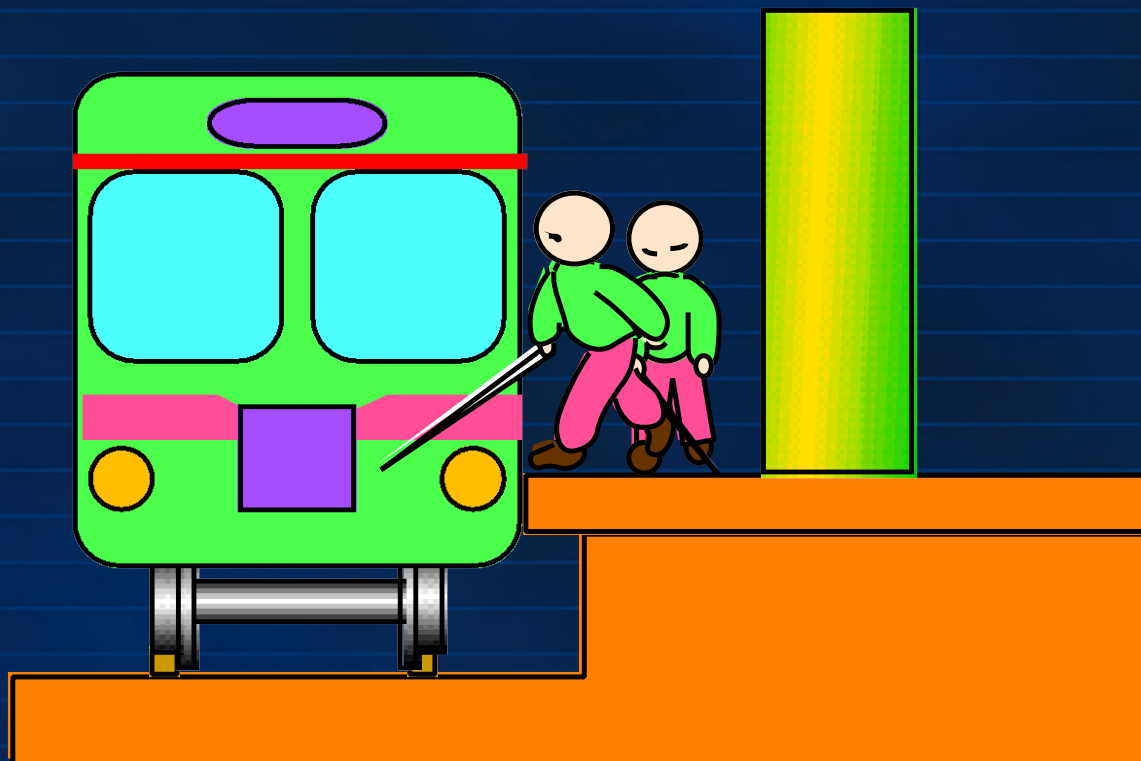
対岸のホームの音を自分のホームと間違えて前進し転落した



プラットホームからの転落事故

- 原因その2

障害物知覚でホームの柱を検出し慌てて回避して転落した



内容

1. 聴覚空間認知

- 音源定位
- 障害物知覚

2. 視覚障害者の音の利用実態

- 利用実態調査例
- プラットホーム転落事故

3. バリアフリー関連法と音による移動支援

4. 携帯情報端末によるナビゲーションの現状

交通バリアフリー法 (2000年)

- 高齢者、身体障害者等の公共交通機関を利用した移動の円滑化の促進に関する法律

◆2000年11月施行

◆高齢者、障害者等の公共交通機関を利用した移動の利便性・安全性の向上を促進することを目的

◆公共交通事業者に対し基準適合義務(または努力義務)を課す



音案内のガイドライン (2002年)

• 旅客施設における音による移動支援方策ガイドライン

◆2002年3月作成

◆主に視覚障害者の移動支援

◆ガイドラインの例

- 駅の改札口、地下鉄入口:「ピン・ポーン」
- エスカレータ:「(行き先)(上下方向)エスカレータです」
- トイレ:「右が男子トイレ、左が女子トイレ」
- プラットホームの階段: 鳥の鳴き声を模擬した音



バリアフリー新法 (2006年)

・高齢者、障害者等の移動等の円滑化の促進に関する法律

◆2006年12月施行

◆「ハートビル法(1994年制定)」と一体化

◆ガイドラインも見直し

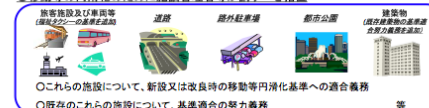
●高齢者、障害者等の移動等の円滑化の促進に関する法律

高齢者、障害者等の円滑な移動及び建築物等の施設の円滑な利用の確保に関する施策を総合的に推進するため、主務大臣による基本方針並びに旅客施設、建築物等の構造及び設備の基準の策定のほか、市町村が定める重点整備地区において、高齢者、障害者等の計画段階からの参加を得て、旅客施設、建築物等及びこれらの間の経路の一体的な整備を推進するための措置等を定める。

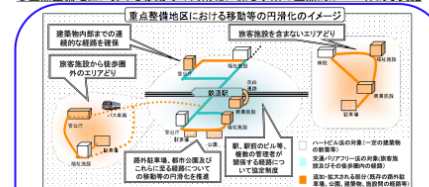
○基本方針の策定

○主務大臣は、移動等の円滑化の促進に関する基本方針を策定

○移動等の円滑化のために施設管理者等が講ずべき措置



○重点整備地区における移動等の円滑化に係る事業の重点的かつ一体的な実施



○市町村は、高齢者、障害者等が生活上利用する施設を含む地区について、基本構想を作成

○公共交通事業者、道路管理者、路外駐車場管理者、公園管理者、建築物の所有者、公安委員会は、基本構想に基づき移動等の円滑化のための特定事業を実施

○重点整備地区内の駅、駅前ビル等、複数管理者が関係する経路についての協定制度

○住民等の計画段階からの参加の促進を図るための措置

○基本構想策定時の協議会制度の法定化

○住民等からの基本構想の作成提案制度を創設

バリアフリー整備ガイドライン(旅客施設編) (2007年)

- 公共交通機関の旅客施設に関する移動等円滑化整備ガイドライン

◆2007年7月施行

◆「旧 旅客施設における音による移動支援方策ガイドライン」は、
ほぼ**改変なし**で継承



音案内のガイドライン作成団体

- 「旅客施設における音による移動支援方策に関する研究会」

- ◆ 2001 ～ 2002年

- ◆ 事務局：国交省、交通エコモ財団、（協力：三菱総研）

- ◆ メンバー：

- 都立大教授 秋山哲男 委員長
- 国交省、公共交通事業者、障害者団体、大学、国研など
20名強の委員、10名弱のWG委員

ガイドラインの内容

- 音声・音響案内についての基本的な考え方を示すと共に、整備にあたってのガイドラインを作成する。
- 作成にあたり、約100名の視覚障害者にニーズのヒアリング調査を実施
→ **ニーズの高い5カ所**についてガイドラインを示すことにした

- 駅の改札口、地下鉄入口:「ピン・ポーン」
- エスカレータ:「(行き先)(上下方向)エスカレータです」
- トイレ:「右が男子トイレ、左が女子トイレ」
- プラットホームの階段: 鳥の鳴き声を模擬した音



ガイドライン作成時の議論

- ・ 限られた時間での議論…

- ◆まだ普及していない技術

- ◆実証実験に時間のかかる新技術

- ◆現行の設備を大幅に変更する技術

- …を使用することをガイドラインには入れられない。

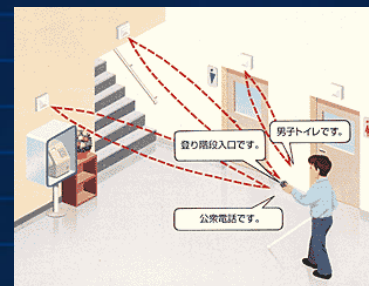
→「科学的に考えられた音」だけでなく、
「既に普及してしまった音」が含まれる。

→「携帯式情報端末」は参考資料にとどまる。

参考：施設型と携帯型

◆ 施設型

- ・ 誘導鈴など
- ・ 欠点：騒音になる可能性あり。案内が聞き取りにくい。
 - 科学的な音の設計によって解決する
 - 仕様を標準化



◆ 携帯型

- ・ トーキングサインなど
- ・ 欠点：専用の特殊な端末機器を携帯。通信方式も特殊。
 - 通信方式等を統一し、汎用携帯端末（携帯電話など）で実現
 - 仕様を標準化（ITBFプロ、自律移動支援）

ガイドライン作成時の議論

- ・ 限られた時間での議論…

- ◆まだ普及していない技術

- ◆実証実験に時間のかかる新技術

- ◆現行の設備を大幅に変更する技術

- …を使用することをガイドラインには入れられない。

- 「科学的に考えられた音」だけでなく、
「既に普及してしまった音」が含まれる。

- 「携帯式情報端末」は参考資料にとどまる。

現行の音案内の問題点

•誘導鈴「ピンポン」の問題点

Soundtrack Proによる3種類のピンポンのデモ

いずれも 750Hz – 640Hz 4秒間

誘導鈴の実験

•被験者

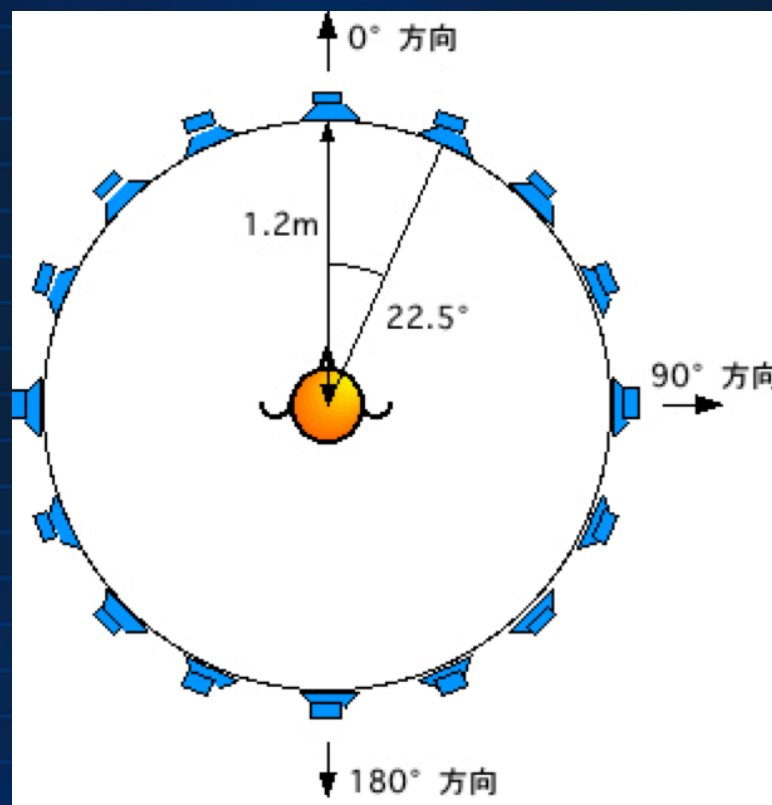
健聴者24名（男13女11、平均20.96才 SD1.71才）

•実験装置

16個のスピーカを
等間隔で円周上に配置

頭部固定

被験者は音の聞こえた
方向を、タッチパネルで
応答



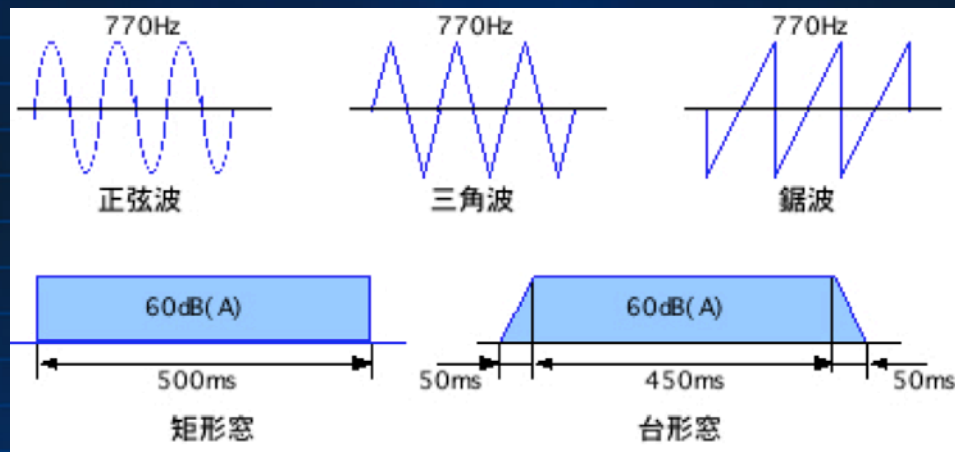
誘導鈴の実験

•信号音

正弦波、三角波、のこぎり波の3波形

矩形窓、台形窓の2種類の窓

770Hz、65 dB(A)



•環境条件

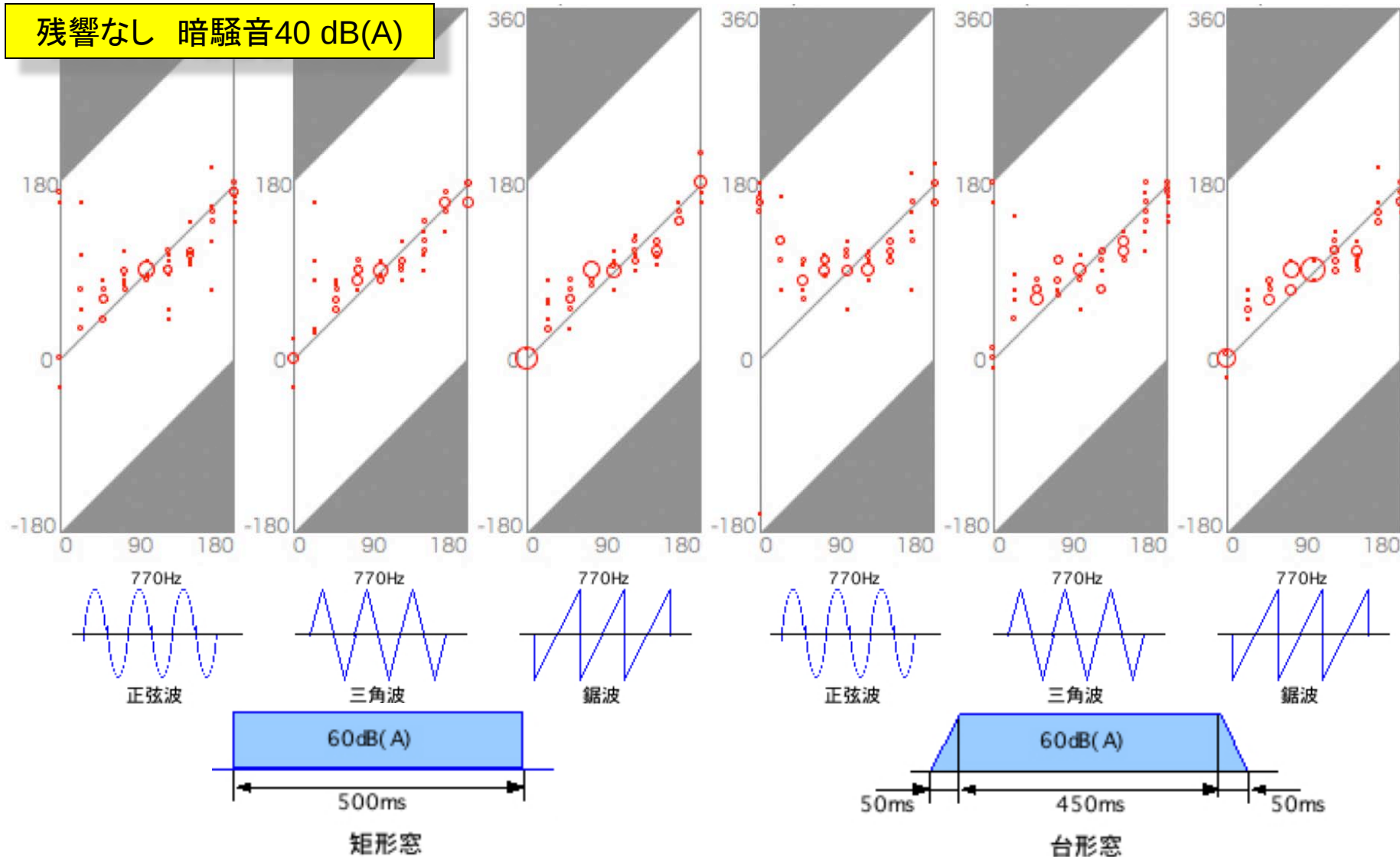
残響あり(2s)...暗騒音 40,50,60 dB(A)

残響なし ...暗騒音 40,60 dB(A)

の5条件

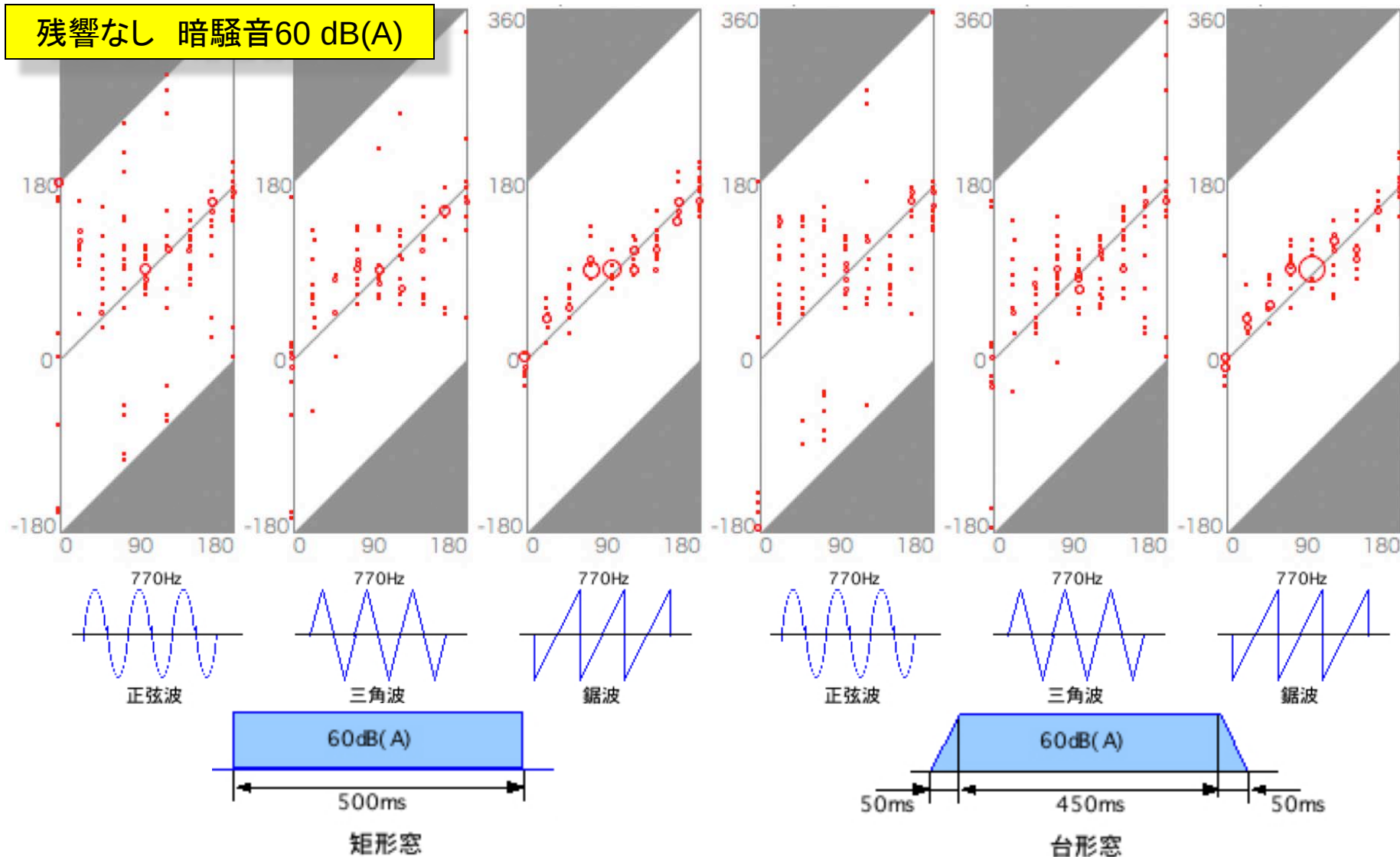
誘導鈴の実験

残響なし 暗騒音40 dB(A)



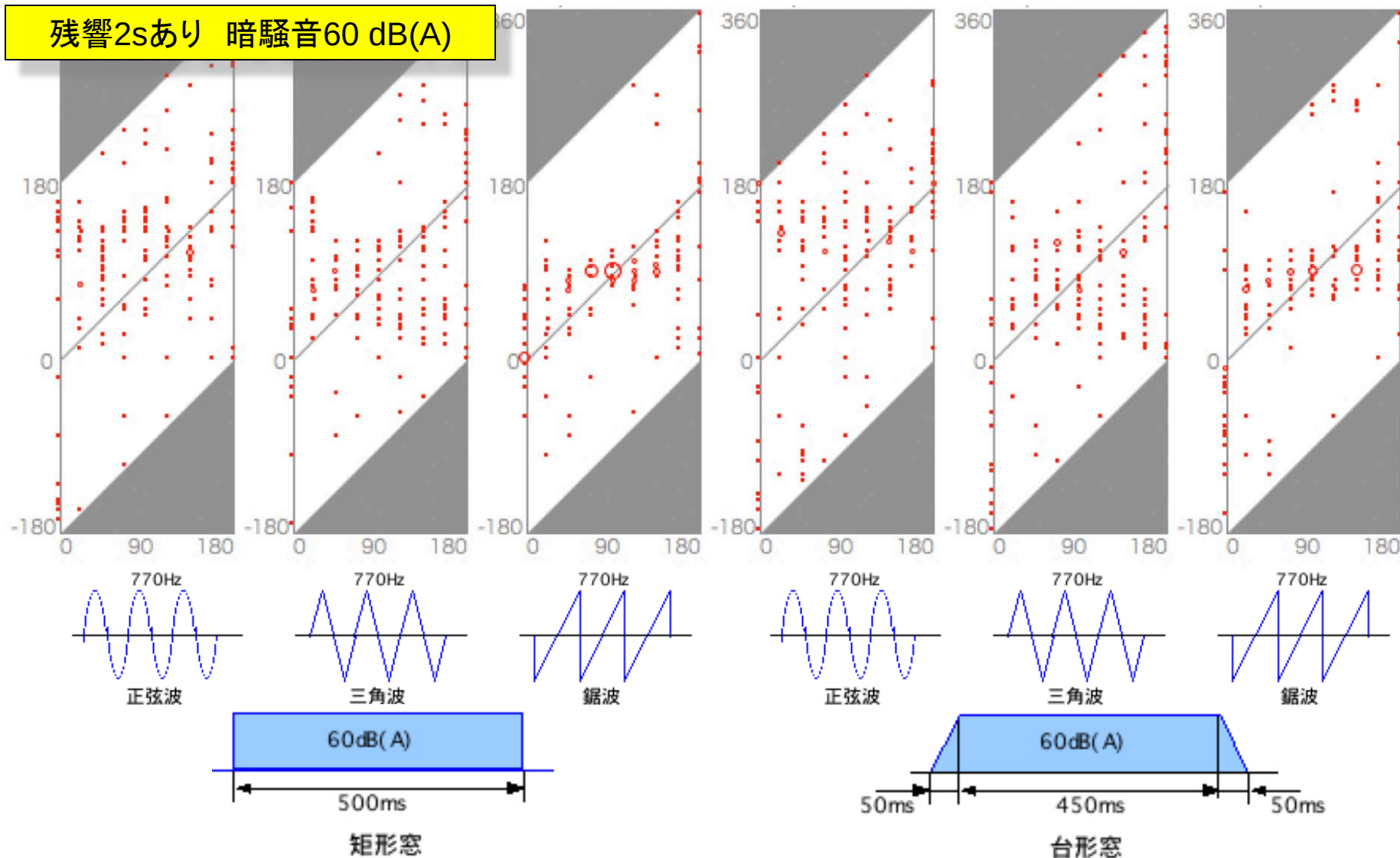
誘導鈴の実験

残響なし 暗騒音60 dB(A)



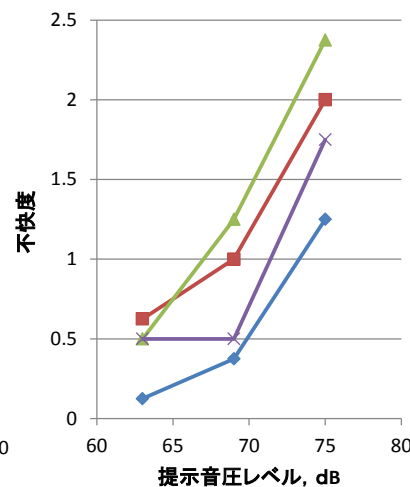
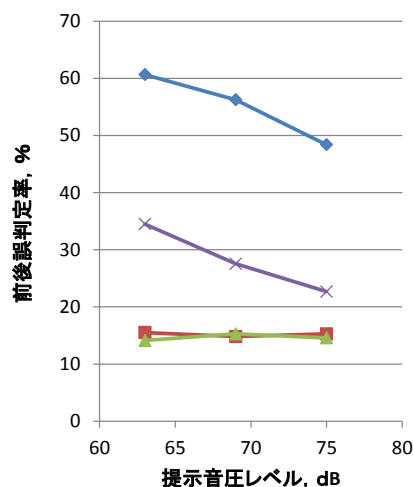
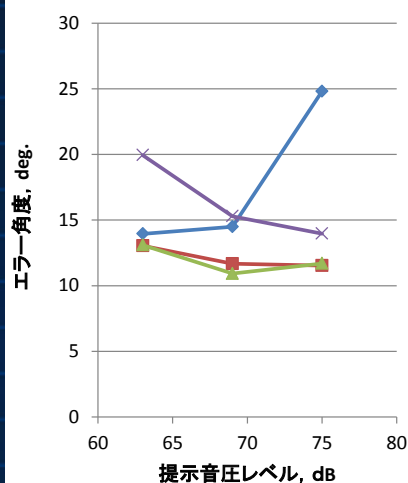
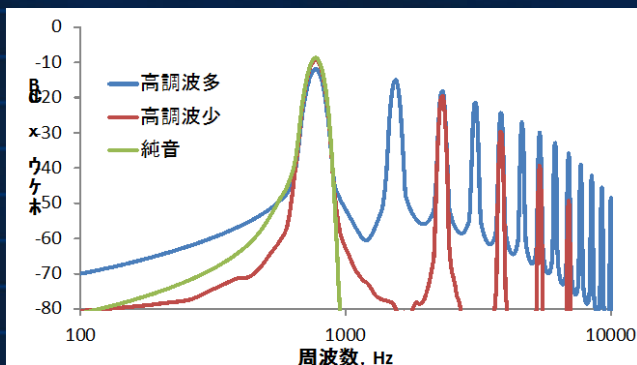
誘導鈴の実験

残響2sあり 暗騒音60 dB(A)



現行の音案内の問題点

心地よい音サインはかえって不快になる???



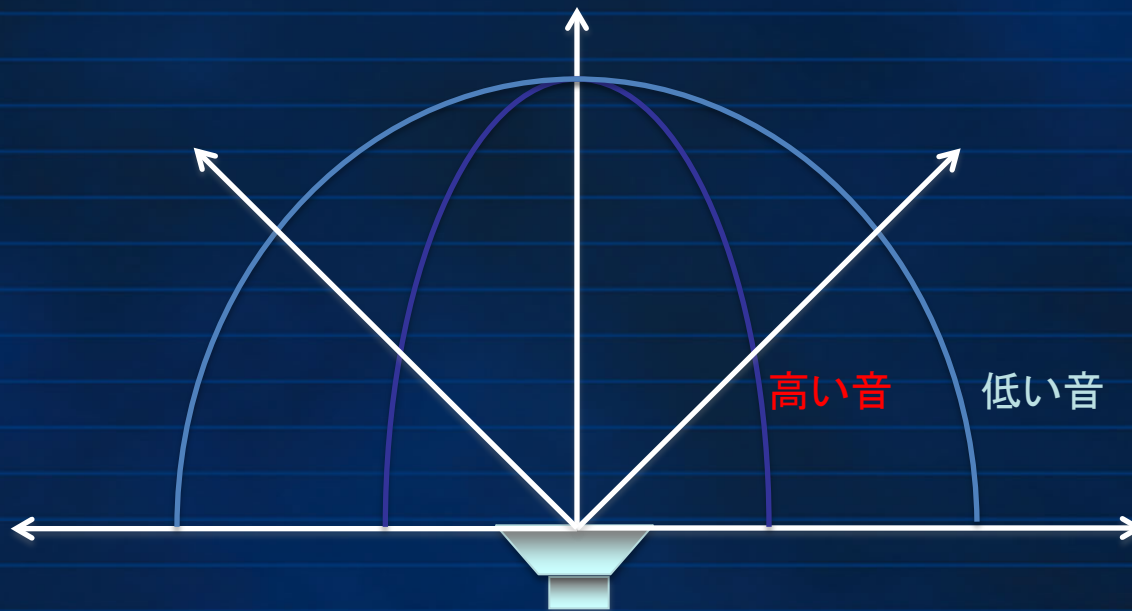
- 純音
- 提案信号
- ▲— 提案信号 + 振幅ゆらぎ
- ×— 提案信号の高調波半減 + 帯域制限 (<7kHz)

音案内信号（ピンポン音）の方向定位性能の比較

- ・ 提案信号が高性能（エラー，前後誤判定が小）であることを確認
- ・ 不快度低減のため小音量で再生しても精度変わらず

現行の音案内の問題点

コーン型スピーカは無指向性ではない
低い音...横方向にも広がる
高い音...横方向は弱くなる

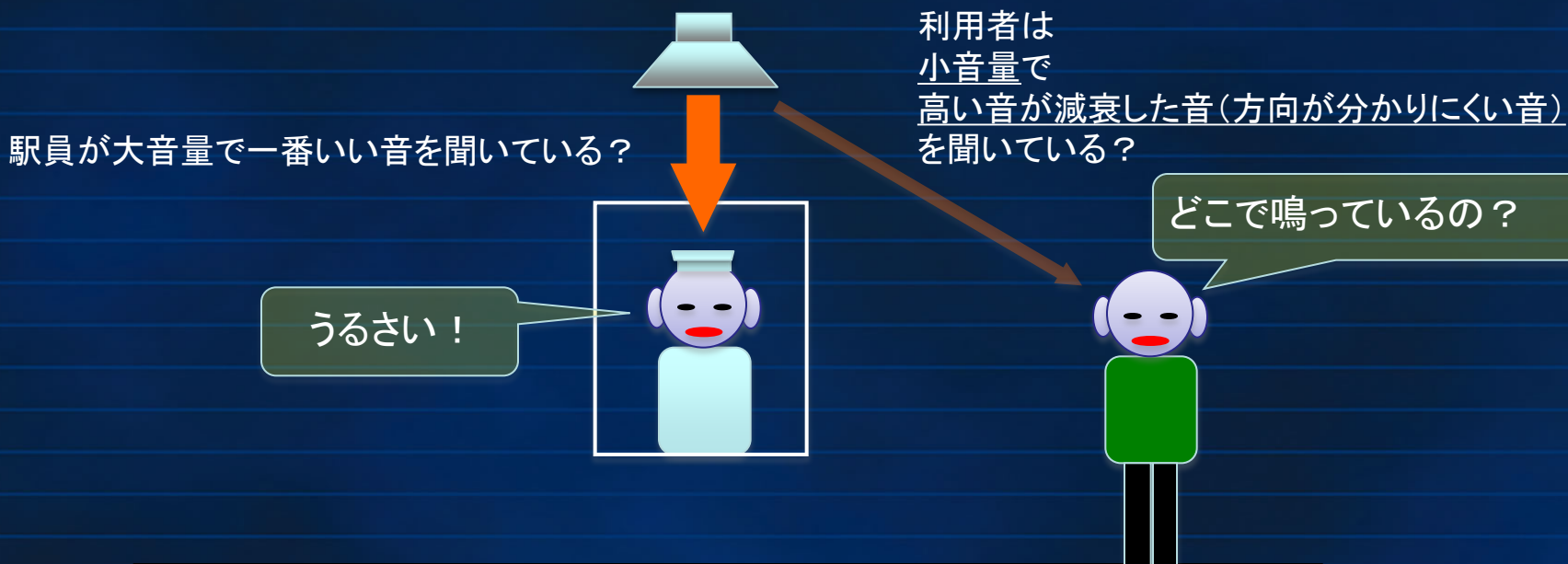


現行の音案内の問題点

規格の中の信号の要求事項は、スピーカが聴取者の方向を向いているという前提
(実験室では常にこの状態で実験して仕様決定)



でも実際は... (有人改札で天井スピーカの例)



標準化

•音案内の標準化作業



国土交通書ガイドライン改訂版

2013年発行予定



JIS T0902 高齢者・障害者配慮設計指針

— 公共空間に設置する移動支援用音案内

2013年度発行予定



ISO: Assistive products for persons with disability

— Accessible design

— Auditory guides in public area

2013年ISO/TC173/SC7においてNP投票中(6/19✕)

2016年発行予定

標準化

JIS

音が案内として機能するための
物理的仕様を規定
※ガイドラインで使うか否かは関係
無し
※駅に限定しない

- 種類(音声・非音声)
- 時間波形
- スペクトル
- 繰返頻度
- 音圧レベル
- 指向性



ガイドライン

JISを引用し、JISで定めた音を
どこでどのように使うかを規定

- 有人改札
- 地下鉄入口
- エレベータ
- エスカレータ
- 階段
- トイレ
- ...



ISO

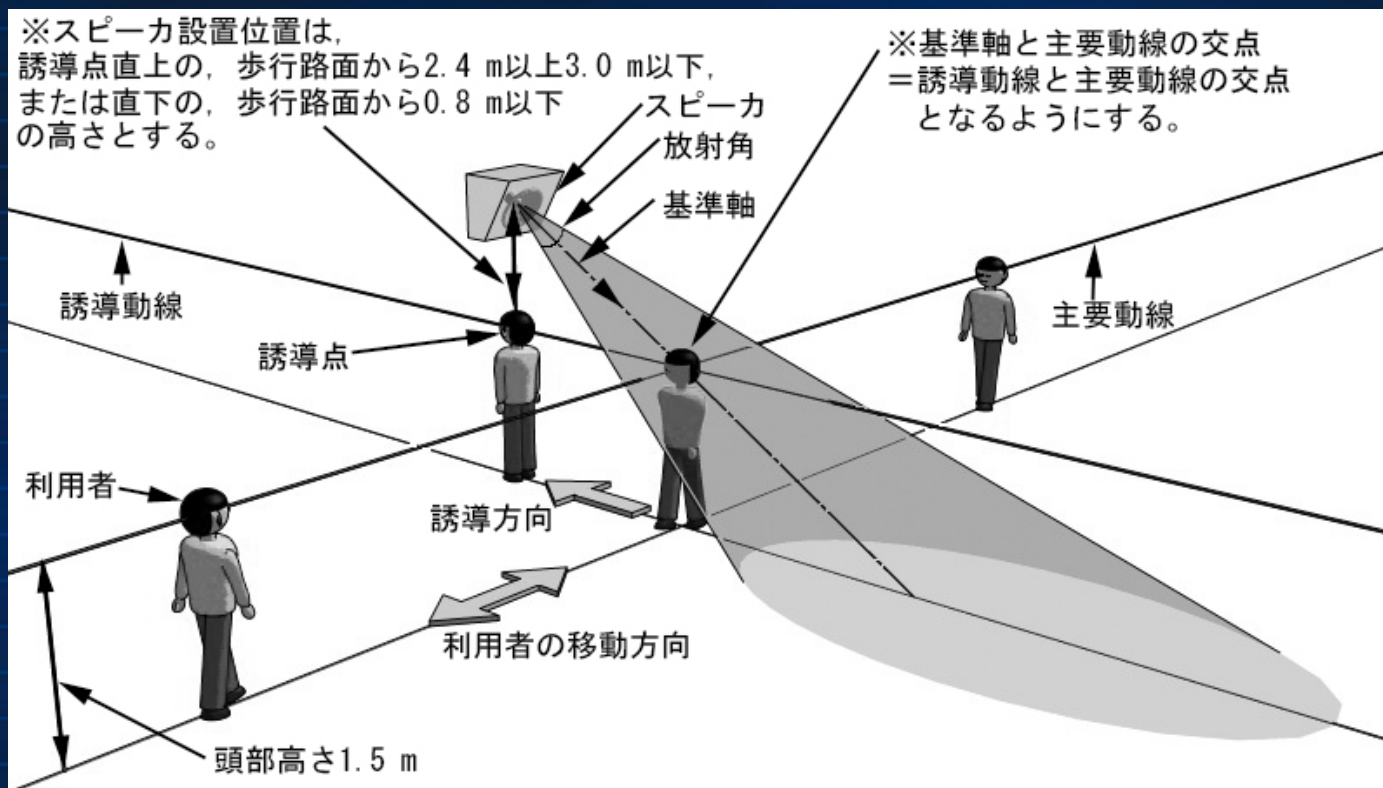
海外の事情(文化的適合性、公共
空間の構造)を考慮しながら規定



•JIS T0902 高齢者・障害者配慮設計指針— 公共空間に設置する移動支援用音案内

- ◆1フレーズ原則 5 s以内
- ◆フレーズ間の無音区間 原則2 s以下
- ◆最低周波数成分 100 Hz以上1 kHz以下
- ◆最高周波数成分 8 kHz以上
- ◆調波音の場合 全高調波含むこと
- ◆スピーカの向き 主要動線方向
- ◆SN比 約10 dB以上

•JIS T0902 高齢者・障害者配慮設計指針— 公共空間に設置する移動支援用音案内



スピーカ設置の例

•JIS T0902 高齢者・障害者配慮設計指針— 公共空間に設置する移動支援用音案内

2010年秋～2011年秋	福まち学会音サインWG
2011年11月 9日	第1回原案作成委員会
2012年 1月11日	第2回原案作成委員会
2012年 2月29日	第1回有志によるディスカッション
2012年 5月16日	第2回有志によるディスカッション
2012年 7月31日	第3回原案作成委員会

最も物議を醸した点：

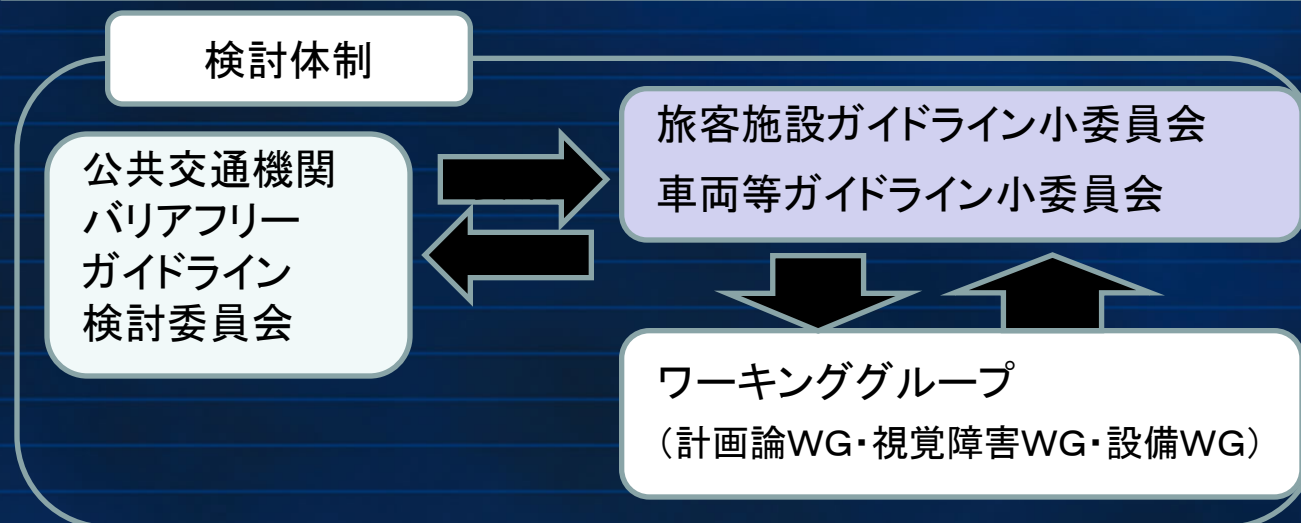
◆フレーズ間の無音区間 原則2 s以下

- 間隔が短過ぎるのでは？
- 根拠が曖昧なのは？
 - 歩行速度1.2m/sとして2.4m以下が根拠？？

→2 sの根拠：駅での実践例、実証実験例、繰返し聴取する場合を想定

ガイドライン

公共交通機関の移動等円滑化整備ガイドライン検討の概要について



2012年1月17日 第1回検討委員会
2012年2月 9日 第1回小委員会
2012年3月～4月 各WG
2012年5月22日 第2回小委員会
2012年8月10日 第3回小委員会
2012年9月27日 第2回検討委員会
2013年2月15日～3月14日 パブリックコメント
2013年 発行予定

→JIS T0902の技術仕様を採用



- ISO: Assistive products for persons with disability — Accessible design—Auditory guides in public area
- ISO/TC173/SC7(アクセシブルデザイン)で2013年3月NP(新規提案)投票開始。
- JISやガイドラインの規定をベースに海外事情を考慮して提案
 - 文化的適合性
 - 例: “鳥の鳴き声”は悪評?
 - 公共空間の構造
 - 例: 駅の改札の有無

内容

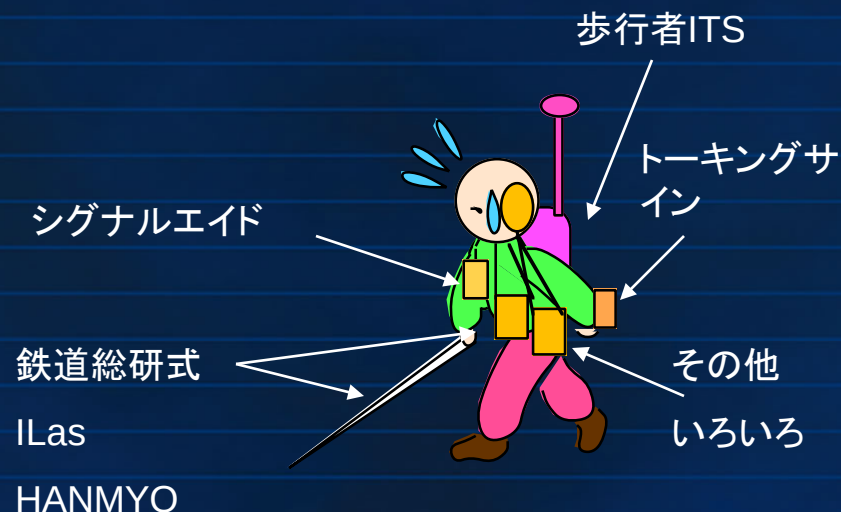
1. 聴覚空間認知
 - 音源定位
 - 障害物知覚
2. 視覚障害者の音の利用実態
 - 利用実態調査例
 - プラットホーム転落事故
3. バリアフリー関連法と音による移動支援
4. 携帯情報端末によるナビゲーションの現状

視覚障害者ナビゲーションの現状

実用段階、研究段階のものを含め、さまざまな方法論が乱立！
地域・施設によってバラバラで統一がとれていない

このままでは視覚障害者は**たくさんの携帯端末を携帯**しなければならない

行政による規格化・標準化が必要！



障害者等ITバリアフリープロジェクト

経済産業省 & NEDO(新エネルギー・産業技術総合開発機構)

2003-2007の4年間

愛知万博(2005)で実証実験



3. 6 利用者の携帯端末

接続アダプタ

- 機能:
- ①赤外線受信
 - ②FM波受信・送信
 - ③RFID読み取り装置
インターフェース
 - ④携帯電話
インターフェース

方位センサー

- 機能:
- ①方位計測
 - ②接続アダプタインターフェース

ハンズフリー装置

- 機能:
- ①赤外線受信
 - ②音声伝達

RFID装置

- 機能:
- ①RFID読み取り
 - ②自己監視
 - ③接続アダプタ
インターフェース

自律移動支援プロジェクト

国土交通省

2004-2010?

「いつでもどこでもだれでも」→障害者専用ではない



各省庁の取り組み

経済産業省

- 国土交通省、警察庁、その他各研究機関の取り組みを総合して、視覚障害者用音声誘導システムの標準化を検討
 - JIS T0901:2005 「視覚障害者の歩行・移動のための音声案内による支援システム指針」
 - 2003-2007年「障害者等ITバリアフリープロジェクト標準化検討委員会」
- ITBFプロジェクト × 自律移動支援 = 障害者等移動支援システム
 - JIS T0901:2011 発行

...通信方式のバラバラを統一するに至らず...

各省庁の取り組み

国土交通省

2000- 歩行者ITS

2004- 自律移動支援プロジェクト

2009- モビリティサポートモデル事業

...再び地域でバラバラな方式...



図2 モビリティサポートモデル事業のイメージと実施箇所

おわりに

- 本講演では、音サインの標準化と今後の課題について概説した。
- 音環境を設計する場合は、視覚障害者の聴覚空間認知のメカニズムを考慮する必要がある。
- 音による支援技術の普及のためには、技術の高度化だけではなく、統一された標準的な方法を定める必要がある。