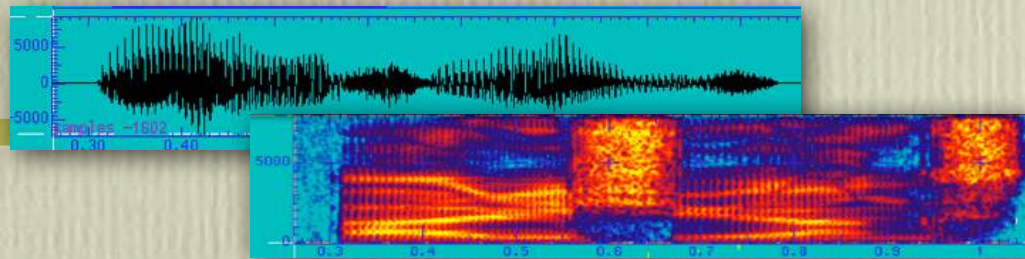


# 音響音声学

(Topics in Acoustic Phonetics)



峯松 信明

工学系研究科電気系工学専攻



# 講師の紹介

氏名：峯松信明

所属：東京大学大学院工学系研究科

：電気系工学専攻・教授

専門：音声科学・工学（外国語学習支援を含む）

経歴：高校時代に一時期英語教師を目指すも理科系に

：駒場時代は2年間，舞台の上で過ごした@ESS

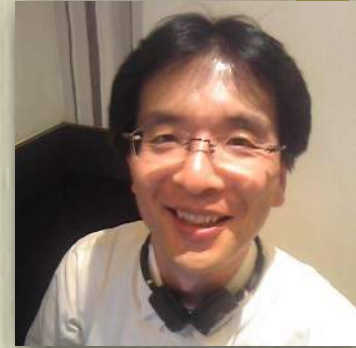
：主役@1年目，演出@2年目

：1989年学部4年夏から音声研究を開始

：1995年博士（工学）取得@東大大学院工学系

：1995年～@豊橋技術科学大学情報工学系

：2000年～@東京大学大学院工学系研究科





# 例えば日本語音声教育インフラの構築

世界中で行なっている OJAD 講習会



>140 tutorial workshops in >40 countries



UTokyo@2016-11-19

# 例えば STEAC@2023夏

## Special Training for English Academic Comm.

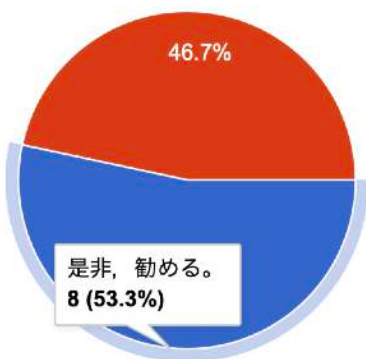
### Special Training for English Academic Communication

日頃、英語を聞く、話す環境にない学生を対象として、1) 淀みなく流れてくる英語から単語を捕まえる耳を獲得し、2) 相手に十分伝わる英語を話せるようになるための口の獲得、即ち、英語による音声コミュニケーションの基礎技能の獲得を目指します。

1) に関しては、中高の教科書CDに含まれる北米英語のみならず、世界中の英語や、様々なノイズ、チャネル歪みによって変形した英語音声も対象とします（技術系の国際会議で聞く英語の多くはインド人、中国人の英語です）。2) については、日本語と英語の音声パターンの違いについて解説し、その上で、英語のリズムの習得から入り、イントネーション、更には個々の音の発音にも触れます。本授業は、スマートスピーカなどで一般に知られるようになった音声の技術をふんだんに使い、みなさんの英語音声を分析し、評価し、フィードバックを返します。また、8月、9月の2ヶ月にわたって、毎日課題を提出してもらい、英語を聞くこと、英語を話すことに慣れてもらう、という作業を継続します。Special Training は特訓、という意図で使っています。

MIMA Search

| 時間割／共通科目コード                  | コース名                                                         | 教員    | 学期                                | 時間 |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------|-------|-----------------------------------|----|
| FEN-EE3001S1<br>FEN-EE3001S1 | Special Training<br>for English<br>Academic<br>Communication | 峯松 信明 | <div>S1 S2</div> <div>A1 A2</div> | 集中 |



- 是非, 勧める。
- まあ, 勧める。
- どちらでもない。
- まあ, 勧めない。
- 絶対, 勧めない。

Overlapping 1

Script

I'm a gamer, so I like to have goals. I like special mission and secret objectives. So here's my special mission for this talk.

Model audio

i'm a gamer so i like to have girls goals i like special mission and secret objectives so here's my special mission for this talk

ASR 0.98

syllable magnitude 0.60

pitch 0.85

Overlapping 2

ASR

syllable magnitude

pitch

Overlapping 3

ASR

syllable magnitude

pitch



# 例えば、英語教師対象の発音講座

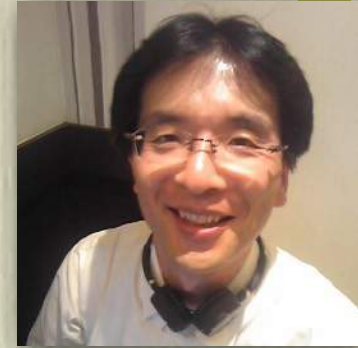
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |  |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
| 講習名  | 教室で役立つ「通じるための英語」                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |  |
| 対象職種 | 教諭（養護教諭・栄養教諭は選択できません。）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |  |
| 学校種  | 幼稚園・小学校・中学校・高等学校・特別支援学校                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |  |
| 講師   | <div><br/>峯松信明<br/>（東京大学大学院教授）</div> <div><br/>森村久美子<br/>（元東京大学教授）</div> <div><br/>奥村真知<br/>（国際発音検定協会代表理事）</div> |  |  |
| 概要   | <p>単語を覚える時代から「使うための英語」を身につける時代になった今、子どもたちが、今後直面する現実社会の中で、「通じる英語」を話せることが子どもたちの未来にどのようにかわっていくのか、また学校教育の中で教員は「通じる英語」をどのように理解すればよいのかを考える。そして、教員も子どもたちと一緒に楽しみながら身につけていくことのできる「通じる英語」とはどのようなものを講習を通して体感してもらう。</p>                                                                                                                                                               |  |  |



# 講師の紹介

## 連絡先

- E-mail : [mine@gavo.t.u-tokyo.ac.jp](mailto:mine@gavo.t.u-tokyo.ac.jp)
- URL : <http://www.gavo.t.u-tokyo.ac.jp/~mine>
- 内線 : 26662 (03-5841-6662)
- 部屋 : 工学部2号館10階3D4号室
- オフィスアワー :
  - 特に設けていない。質問などあれば授業中（なるべく直後），あるいはメールで聞いてください。
  - その次の授業の冒頭で回答するかもしれません。





# シラバス

## UT-mate からの copy & paste

2015年度 人文社会系研究科 21150110 音響音声学（1） 峯松 信明

横断型

本授業では高校で物理を履修しなかった学生を対象に、音声の物理的・音響的側面について分かり易く解説する。音声は音、即ち、空気（酸素・窒素・二酸化炭素など）の振動現象でしかない。しかし、その振動現象を鼓膜が捉えると、言語メッセージ、意図、感情、更には話者の健康状態など、様々な情報を我々は知覚できる。一体、空気振動のどこにこれらの豊富な情報が隠れているのだろうか？

音響音声学（1）では、音の基礎物理から始め、音声を音響的に眺めるために必要な基礎知識を提供すると共に、音刺激に対するインタフェースである聴覚の処理についても学ぶ。

音響音声学（2）では、スマホで有名になった音声認識（音声テキスト変換）や音声合成（テキスト音声変換）についても、その基礎知識を提供する。その後、言語獲得、外国語学習、言語障害、更には言語の起源に関する様々な話題も提供する。音声の音響的側面についての知識が身に付くと、これら様々な言語現象に対して、従来とは違った視点で議論を展開できる可能性があることを示す。

なお、音響音声学（1）、（2）で通年の授業となるが、年明けてからの5コマが一番面白い講義となるはずである。

（1）は文系学生でも十分理解できる内容だと自負している。（2）の技術的な内容をなんとか（概要だけでも）理解できれば、一番面白い最後の5コマに辿り着ける、そういう通年授業の構成となっている。是非頑張ってください。



# 授業で使ったスライドはどこに？

## Web を積極的に使います。

- 「峯松」 「Minematsu」 でググって下さい。
- 私は世界で一番有名な「Minematsu」のようです。
- 授業で使うスライドは前日までに Up します。
- 印刷してきて、あれこれ書き込むことを勧めます。

## 教室が変更になる可能性もあります。

- Web に示しますので、水曜日の朝確認してから来ましょう。



The screenshot shows a web browser window with the title "Homepage of Nobuaki MINEMATSU and his laboratory". The address bar displays the URL "www.gavo.t.u-tokyo.ac.jp/~mine/japanese/". The page content includes a portrait of Nobuaki Minematsu with a "Click me" label, a large heading "峯松信明 & 峯松研究室のホームページへようこそ", and a notice about the 2013 academic year lecture "音響音声学" (Acoustics and Psychoacoustics) on Wednesday, April 10th. The notice also provides the lecture time (10:30-12:10) and location (Room 1C, 33A). At the bottom left, there is a logo with the UK and Japanese flags and the name "Nobuaki".

Homepage of Nobuaki MINEMATSU and his laboratory

www.gavo.t.u-tokyo.ac.jp/~mine/japanese/

リーダー

Click me

峯松信明 & 峯松研究室の  
ホームページへようこそ

2013年度通年授業「音響音声学」は4/10（水）に開講します。  
授業 web は左メニューからアクセスして下さい。  
時間：水曜2限（10:30～12:10）  
場所：工2号館3階電気系会議室1C（33A号室の一部）

Nobuaki



# 授業日程

## 夏学期

- 1回目 イントロ+ $\alpha$
- 2回目 音声学会ビギナーズセミナーの再現
- その後、ビギナーズセミナーを高度化
- 音声の生成・聴取プロセスと音響現象とを絡めて高度化

## 教科書

- 本授業の途中からしっかり使います。
  - 言語聴覚士の音響学入門（吉田友敬著）
  - 購入を薦めます。

## 注意事項

- 休講が入ることがあるので web で確認
- 教室が変わることがあるので web で確認

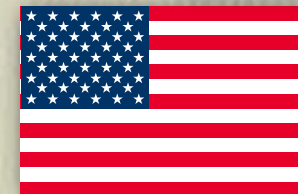




# 授業日程

## 冬学期

- 夏学期の授業内容（音声の音響分析）を元に以下のような拡張を行ないます。
- 音声合成・音声認識へ（技術的な拡張）
- 言語獲得・外国語学習・言語起源へ（言語学的な拡張）
- 言語障害・発達障害・自閉症へ（認知科学的な拡張）





# 成績について

## 出席

- とりません。

## 試験

- しません。

## レポート

- 各学期の最後に課題を出しますので、解いてもらいます。
- 時間制限を設けない試験のようなものです。

## 成績

- 課題レポートの点数でつけます。

 **がんばりましょう(^\_^);**



# 本授業, ネット配信します

## 峯松研の研究成果の一部

- 日本語音声教育の技術支援
- 英語音声教育の技術支援
- 性同一性障害のボイストレーニング支援
- :
- 利用者には, 音声の物理を少しお勉強してもらう必要あり。

## 2017年度より, 本授業のネット配信を始めます

- 生中継します。
- youtube などには上げません。
- スライドに教科書の図を掲載する場合, ボカシを入れて不明瞭にします。「p.xx の図 yy」というキャプションは入れます。



# イントロ

次の平仮名の「音的違い」について答えなさい。

- 留学生になったつもりで考えなさい。
- 日本語を外国語として捉えてみなさい。

日本橋 (にほんばし)

日本刀 (にほんとう)

日本海 (にほんかい)



# イントロ

次の平仮名の「音的違い」について答えなさい。

- 留学生になったつもりで考えなさい。
- 日本語を外国語として捉えてみなさい。

すいか， 食べますか？



# イントロ

次の平仮名の使い方，何か変ですか？

- 留学生になったつもりで考えなさい。
- 日本語を外国語として捉えてみなさい。

岡山（おかやま）

大加山（おおかやま）

大岡山（おおおかやま）



# イントロ

次の？に平仮名を入れなさい。

|   |   |   |
|---|---|---|
| だ | — | た |
| が | — | か |
| ざ | — | さ |
| ば | — | ？ |



# イントロ

次の？に平仮名を入れなさい。

da — ta

ga — ka

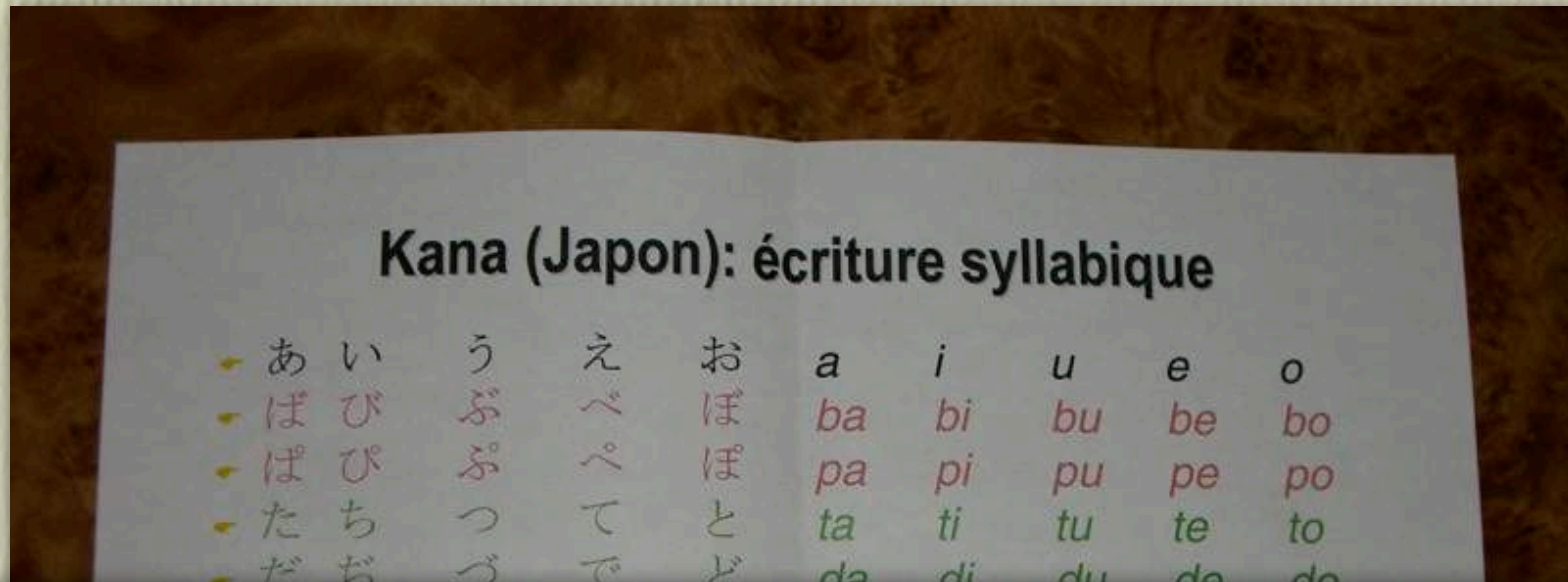
za — sa

ba — ??



# イントロ

表音文字を研究するフランス人からもらったリスト



Kana (Japon): écriture syllabique

|   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| あ | い | う | え | お | a  | i  | u  | e  | o  |
| ば | び | ぶ | べ | ぼ | ba | bi | bu | be | bo |
| ぱ | ぴ | ぷ | ぺ | ぽ | pa | pi | pu | pe | po |
| た | ち | つ | て | と | ta | ti | tu | te | to |
| だ | ぢ | づ | で | ど | da | di | du | de | do |

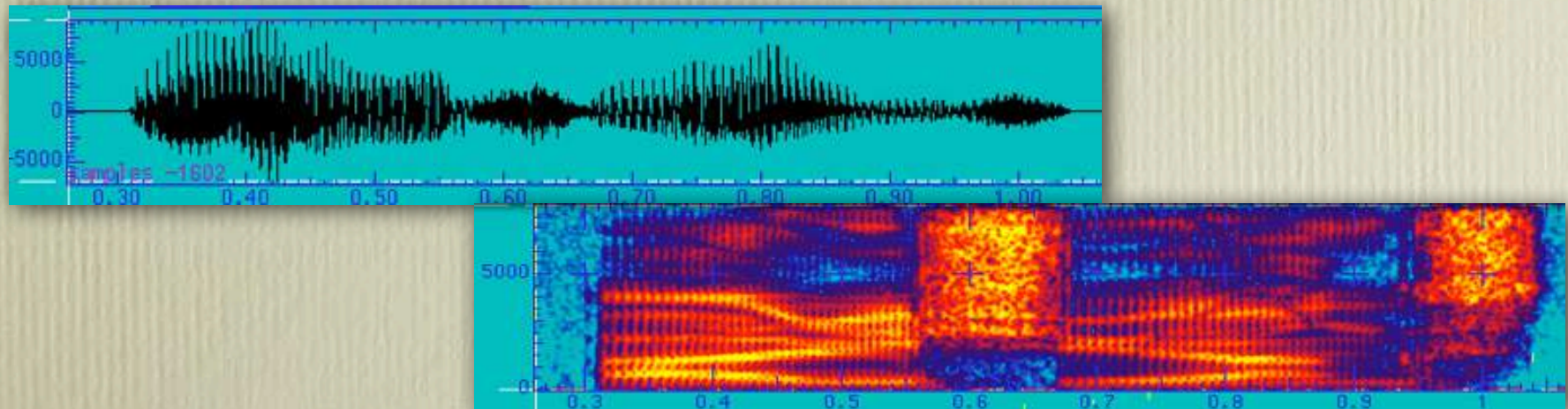
「は」はその昔「pa」と発音した。

「は」と「ば」はその昔,  
「fa」と「va」と発音した。



# イントロ

- 貴方の脳って、日本語に侵されていませんか？
- 母語を引いて、相対的に眺めたいと思いませんか？
- そうすると、言語が違って見えてくるかもしれません。
- 引いて言語を眺める一つの方法は・・・
- 物理的に眺めてみることもかもしれません。





# イントロ

## 日本語を引いて眺められる面白い本

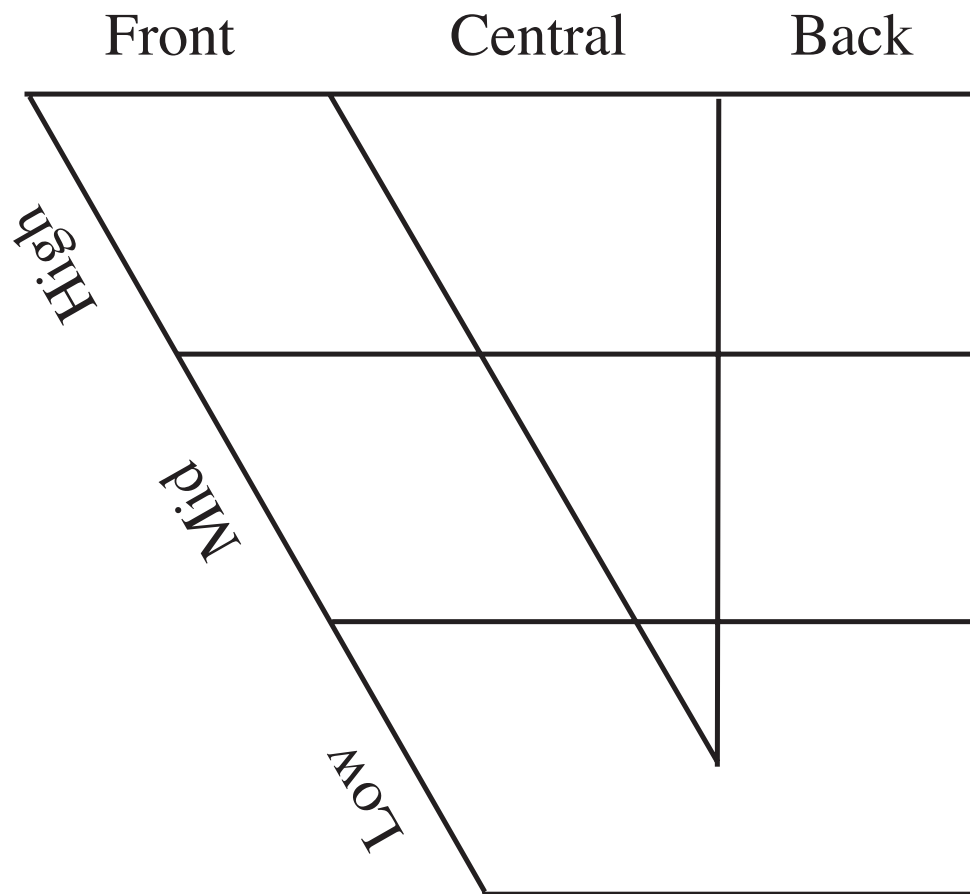
- 「日本人の知らない日本語」シリーズ
- 物理は知らなくて大丈夫(^\_^);





# イントロ

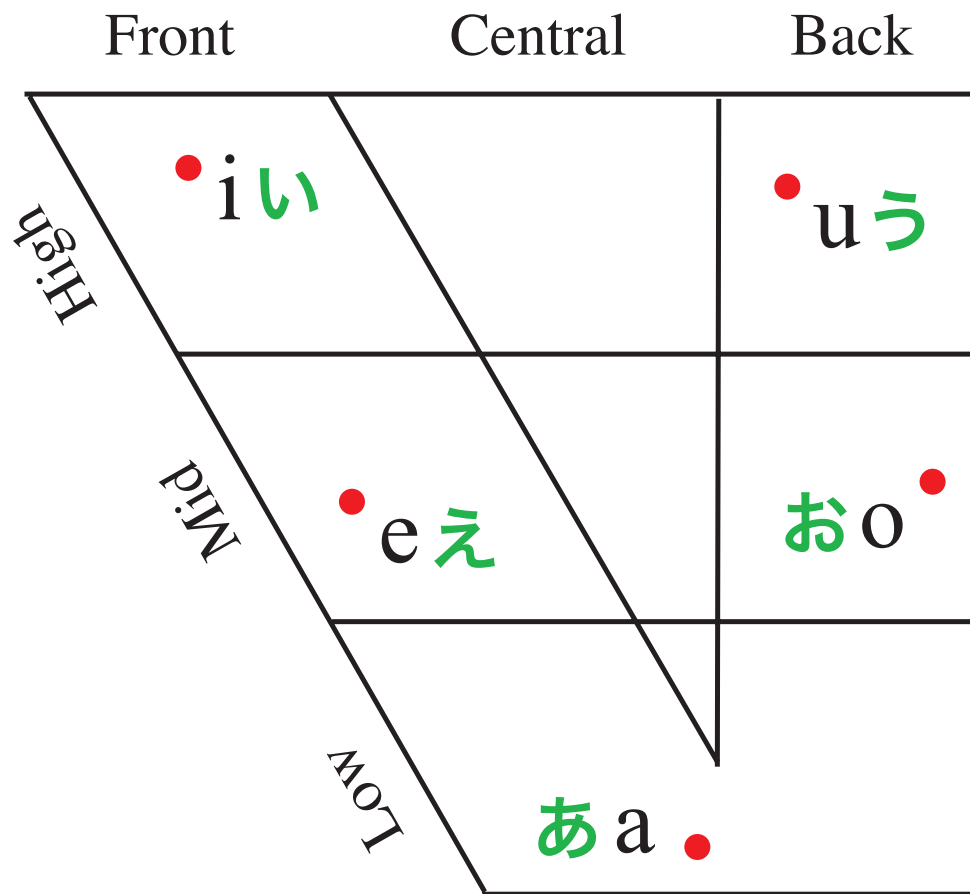
これ、何だか知ってますか？





# イントロ

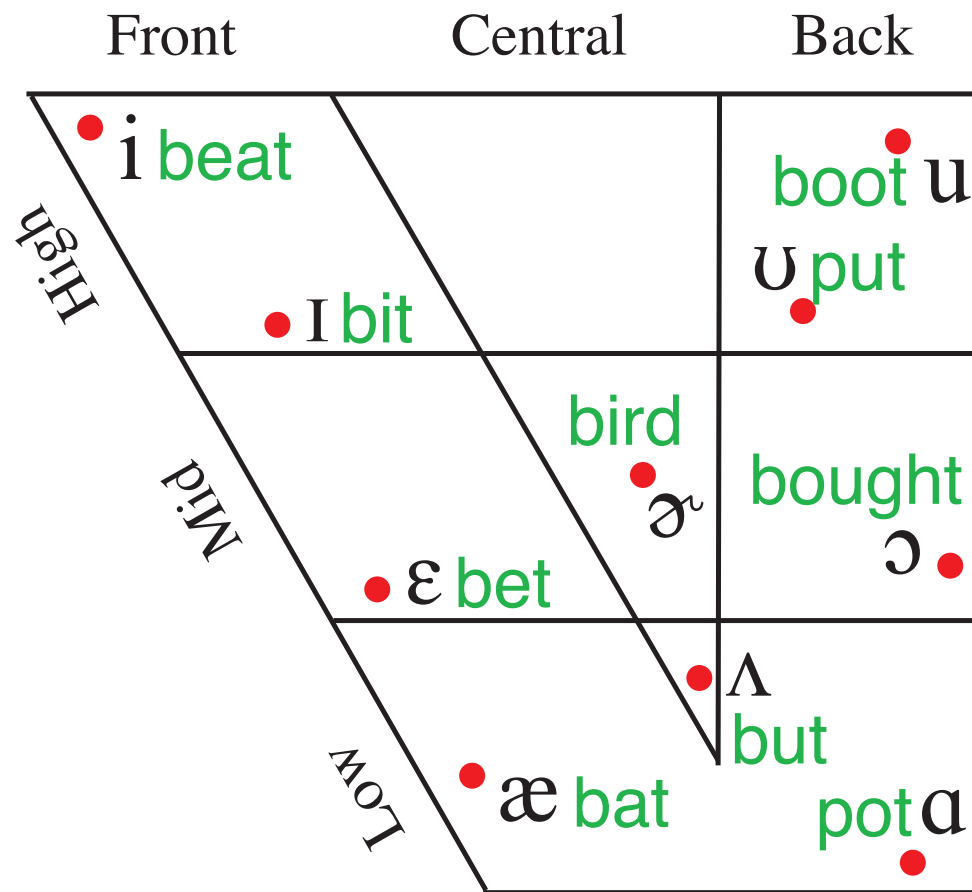
これ、何だか知ってますか？





# イントロ

これ、何だか知ってますか？





# イントロ

これとこれ，何が違うんでしょう？

[x] と /x/

# イントロ

## 音素と単音

- phoneme と phone
- 「あらゆる現実を」

/arajurugeNzituo/

[arajwɾwɟend͡zitswo]

[aɾɐjɪɾiɟeẽnd͡zitsioʔ]



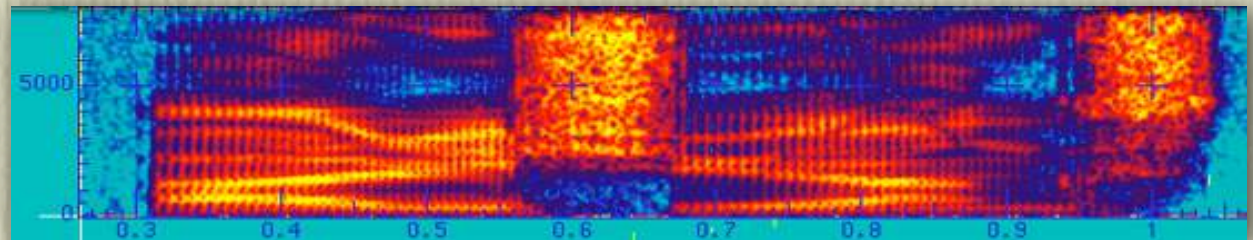
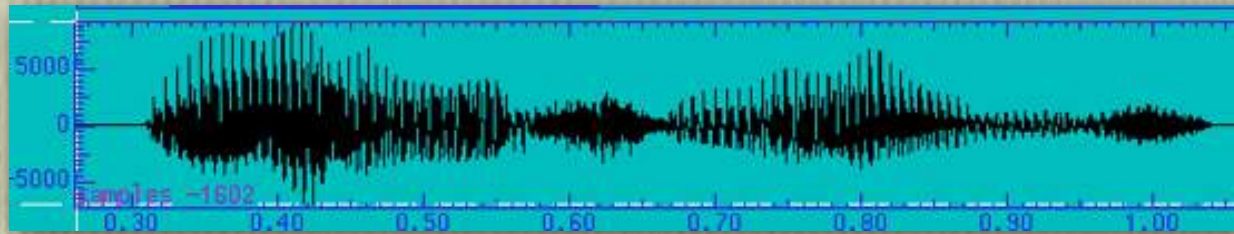
# イントロ

これ、何の動画か分りますか？



# イントロ

こういうのって、どのくらい馴染みがあります？

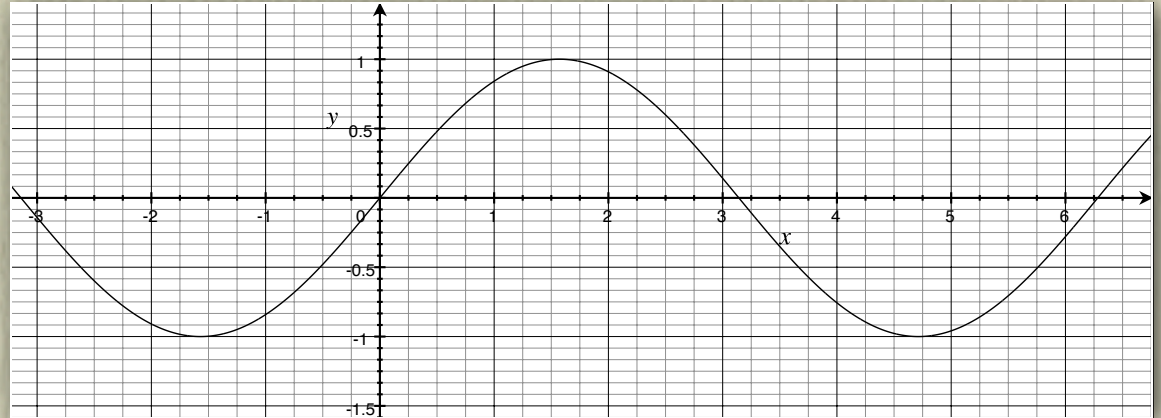




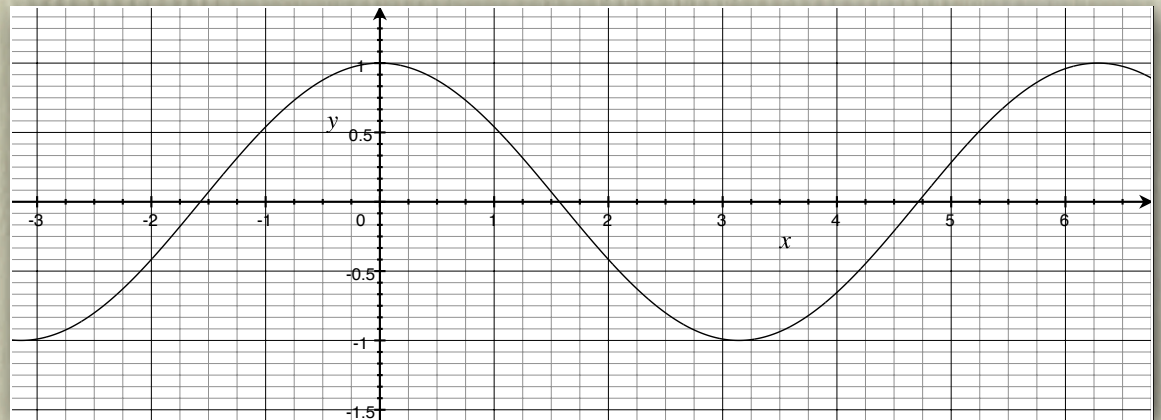
# イントロ

これ，まだ覚えてます？どっちがどっち？

$$y = \cos(x)$$



$$y = \sin(x)$$



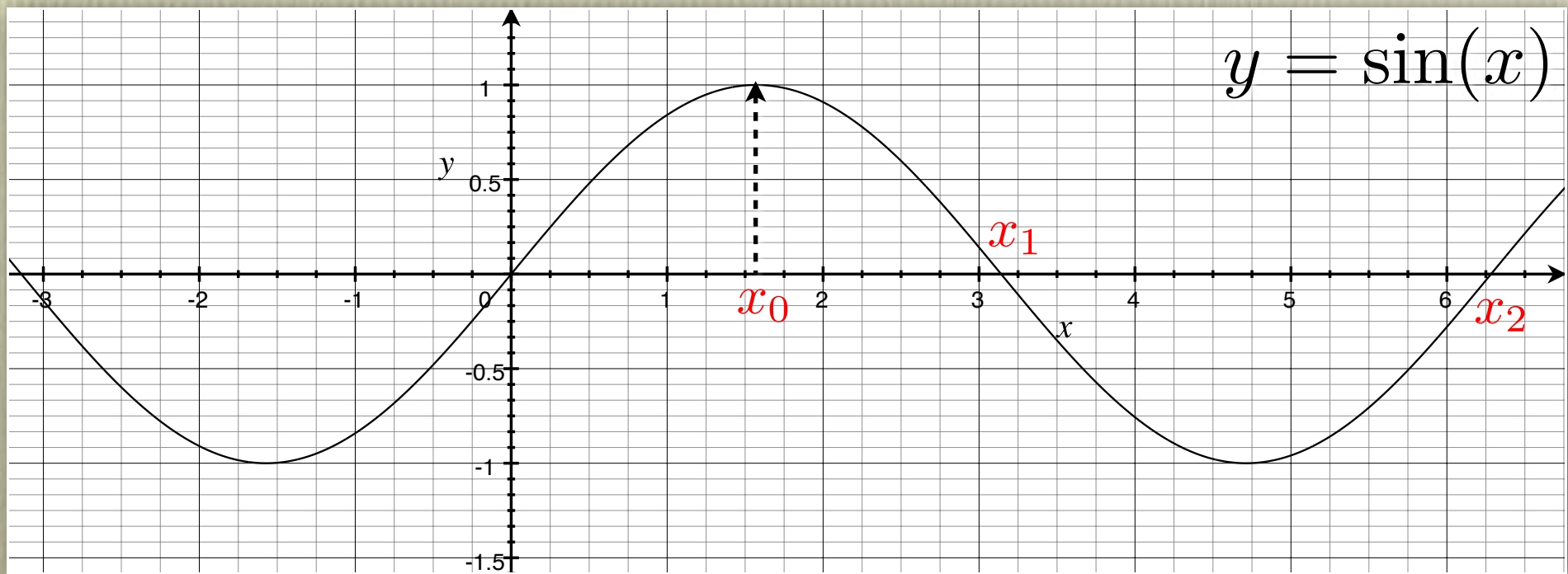
# イントロ

これ，まだ覚えてます？次の値はいくつ？

$x_0 =$

$x_1 =$

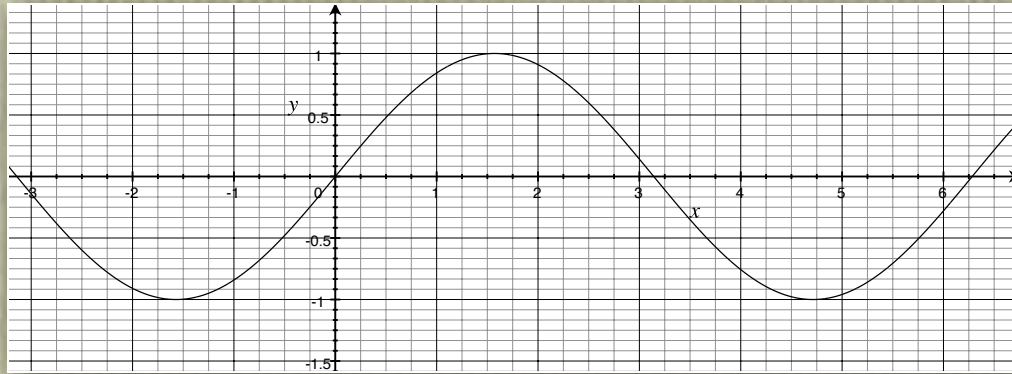
$x_2 =$



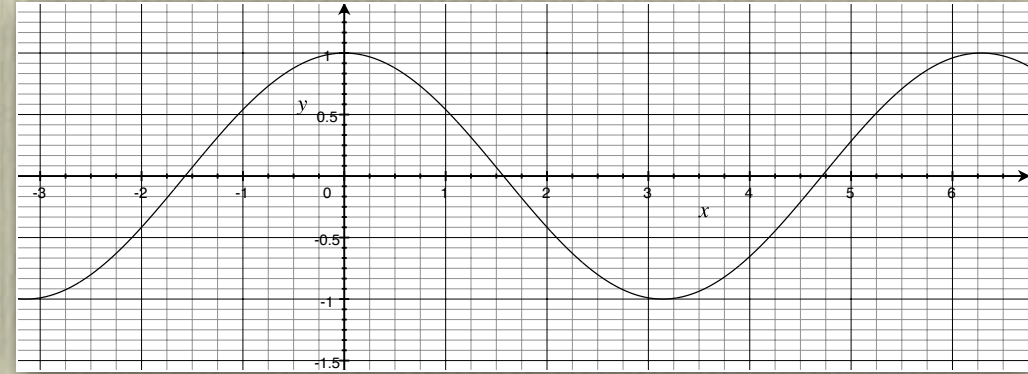


# イントロ

さあ、これはどうでしょう？



$$y = \sin(x)$$



$$y = \cos(x)$$

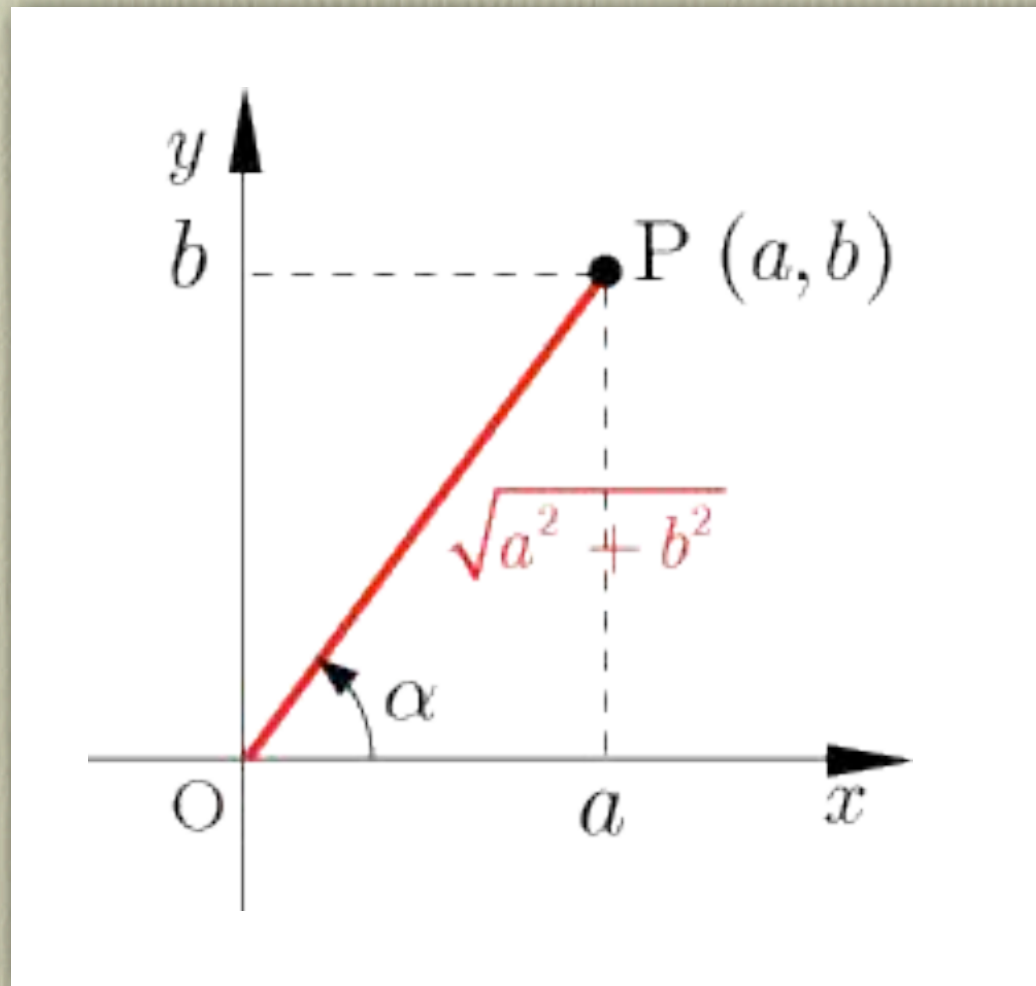
$$\sin(x) = \cos(x + \alpha), \alpha =$$

$$\cos(x) = \sin(x + \beta), \beta =$$

# イントロ

もひとつ，三角関数ネタです。どうでしょう？

$$a \sin(\theta) + b \cos(\theta) = \sqrt{a^2 + b^2} \sin(\theta + \alpha)$$





# イントロ

次は対数, ログです。これ, 覚えてますか?

$$y = \log_{10}(x) \quad \longrightarrow \quad x =$$

$$y = \log_e(x) \quad \longrightarrow \quad x =$$

( $e = 2.718281828459045235360287471352\dots$ )

# イントロ

次は対数, ログです。これ, 覚えてますか?

$$y = \log_{10}(x) \quad \longrightarrow \quad x = 10^y$$

$$y = \log_e(x) \quad \longrightarrow \quad x = e^y$$

( $e = 2.718281828459045235360287471352\dots$ )



# イントロ

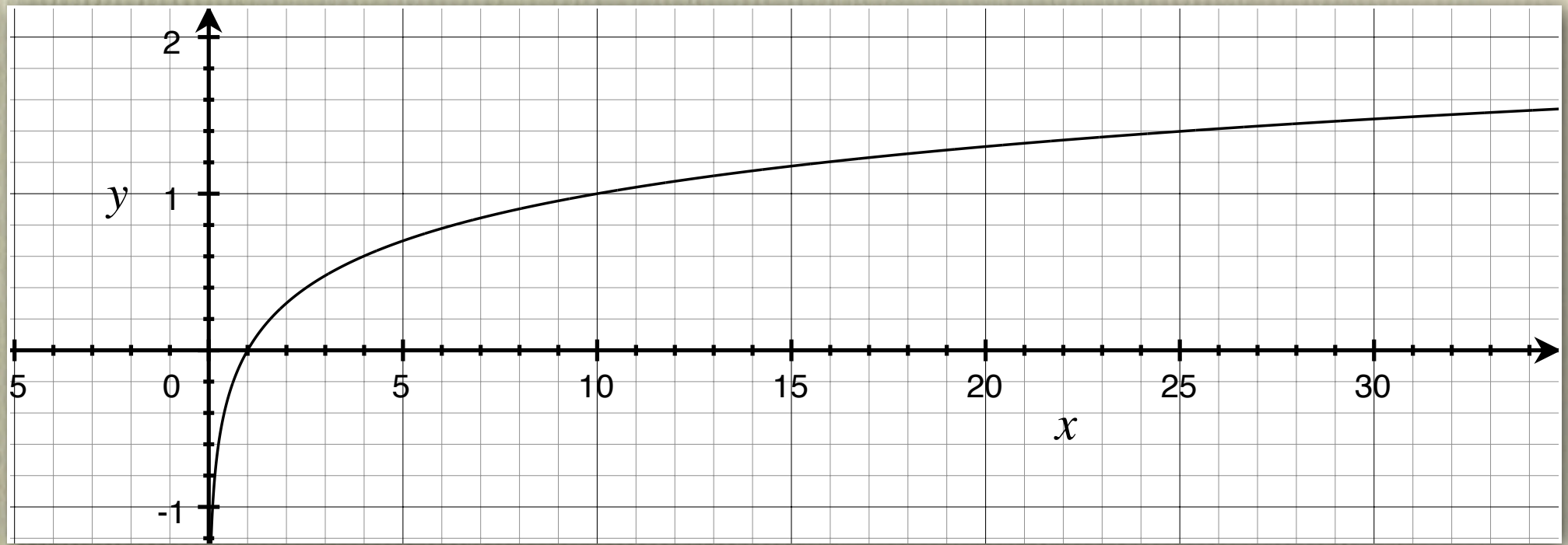
$y = \log_{10}(x)$  のグラフってどんな形？

|          |      |     |   |    |     |      |
|----------|------|-----|---|----|-----|------|
| x        | 0.01 | 0.1 | 1 | 10 | 100 | 1000 |
| y=log(x) | -2   | -1  | 0 | 1  | 2   | 3    |

$$y = \log(x) \quad \Leftrightarrow \quad x = 10^y$$

# イントロ

$y = \log_{10}(x)$  のグラフってどんな形？



|               |      |     |   |    |     |      |
|---------------|------|-----|---|----|-----|------|
| $x$           | 0.01 | 0.1 | 1 | 10 | 100 | 1000 |
| $y = \log(x)$ | -2   | -1  | 0 | 1  | 2   | 3    |

$$y = \log(x) \quad \Leftrightarrow \quad x = 10^y$$



# イントロ

## 対数の一番大切な公式

$$\log(xy) = \log(?) + \log(?)$$

$$\log(x^{10}) = \log(?) + \dots$$

# イントロ

ある正の数  $x$  を考える。

- $x$  は 1 を何回足した数ですか？
- $x$  は 2 を何回足した数ですか？
- $x$  は  $e$  を何回足した数ですか？
  
- $x$  は 1 を何回掛けた数ですか？
- $x$  は 2 を何回掛けた数ですか？
- $x$  は  $e$  を何回掛けた数ですか？

何故、足し算ではなく、  
掛け算で物事を考えようとするのか？



# イントロ

1オクターブの音高変化 =  $x [\text{Hz}] \rightarrow 2x [\text{Hz}]$

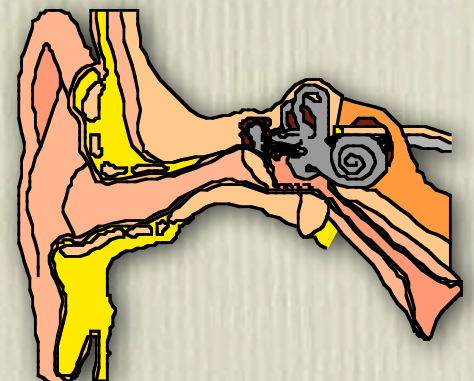
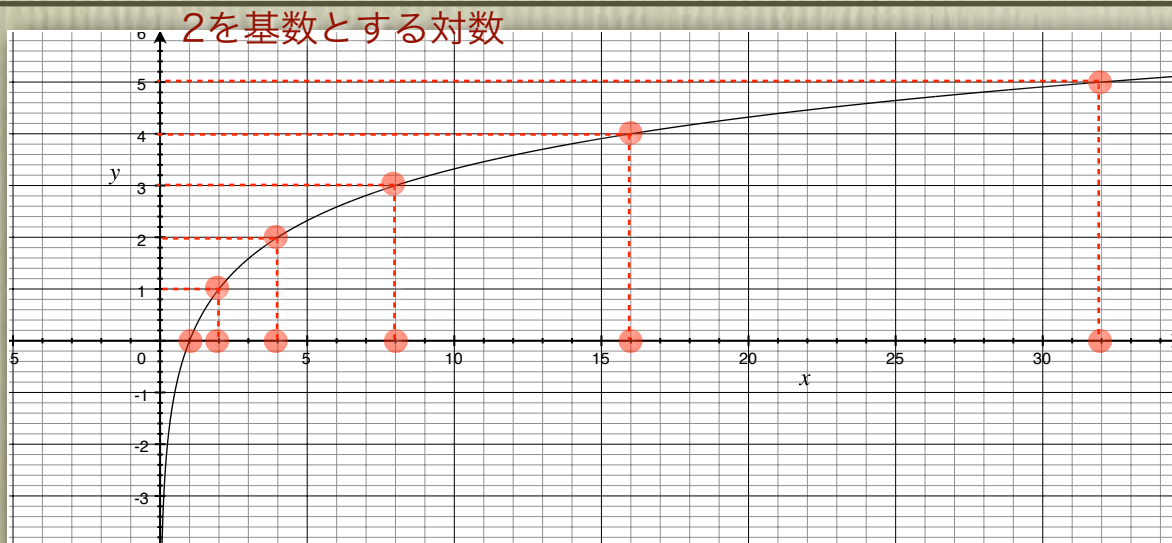


**C → C# → D → D# → E → F → F# → G → G# → A → A# → B → C**

$\times 1.059$        $\times 1.059$   
 $\times 1.059$        $\times 1.059$

$\times 2.0$

$$1.059 = 2^{\frac{1}{12}}$$



# 再度，授業日程

## 夏学期

- 1回目 イントロ+ $\alpha$
- 2回目 音声学会ビギナーズセミナーの再現
- その後，ビギナーズセミナーを高度化
- 音声の生成・聴取プロセスと音響現象とを絡めて高度化

## 教科書

- 本授業の途中からしっかり使います。
  - 言語聴覚士の音響学入門（吉田友敬著）
  - 購入を薦めます。

## 注意事項

- 休講が入ることがあるので web で確認
- 教室が変わることがあるので web で確認



連休明けまでに，三角関数と対数を復習しておくこと。