



【本著作除另有註明外，採取創用CC「姓名標示
—非商業性—相同方式分享」台灣3.0版授權釋出】

授課教師：蔡振家教授

音樂、演化與大腦

第2單元 音樂的基本元素

器樂的口頭再現

■ 旋律性樂器

- Scat singing

■ 非旋律性樂器

- 爵士鼓

- 京劇鑼鼓

 - 大鑼抽頭

 - 跟 rumba 的比較

Ceiba討論版

■ 同學的心得

- 當老師叫我們口頭再現「爵士鼓」和「京劇鑼鼓」時，我的腦中出現的是「1 65 11 65」
- 可能是因為我只學過鋼琴，也很喜歡鋼琴，所以才會如此自然以這樣具旋律性的方式口頭再現吧？

■ 老師的感想

- 旋律跟鑼鼓的結合：音色→音高
- 「匡 台台 七台 乙台」→「1 55 35 35」

■ 同學的心得

- 有一種電子琴鍵盤上面，每個鍵上面都畫了一種樂器，其實就類似這個概念
- 也是因為沒學過京劇鑼鼓和爵士鼓怎麼念，所以不太習慣；如果每一種節奏樂器都有其獨特的唸法，那不就學不完了嗎？
- 可不可以把它們對應到「多雷咪發梭拉西多」呢？這樣一來，我就可以用習慣的鋼琴模式去駕馭不同的節奏樂器了。

■ 老師的感想

- 「動口不動手」的復古練習
- 學習新事物時，常會希望用既有的概念去理解

Jean Piaget (1896-1980) 的認知發展理論

■ 認知發展 (cognitive development) 是指個體自出生後在適應環境的活動中，**認知方式及解決問題的思維能力**隨著年齡增長而改變的歷程

1. 基模 (schema)
2. 同化 (assimilation)
3. 調適 (accommodation)
4. 平衡 (equilibrium)

■ 基模

- 處理與理解周遭訊息的一套規則，亦稱為「認知結構」，基模可隨個體的發展而變化

■ 同化

- 周遭的訊息能夠被套入既有的基模

■ 調適

- 個體既有的基模不能處理周遭的訊息時，可改變原有的基模
- Open-minded的音樂愛好者

後設認知 (metacognition)

■ 認知的認知

- 監控(monitoring)

個人成功判斷自己認知歷程的能力

- 控制(control)

個人應用其判斷以改變行為的能力

■ 問問自己，今天學到甚麼，改變甚麼觀念，寫在ceiba

臺大人應具備之基本素養

- ➡ 1. 獨立思考與創新
- ➡ ➡ 2. 專業知能
- 3. 道德思辨與實踐
- ➡ 4. 身心健康管理
- 5. 履行公民責任
- ➡ 6. 人文關懷
- ➡ 7. 溝通表達與團隊合作
- 8. 國際視野
- ➡ 9. 了解尊重多元文化
- ➡ 10. 美感品味

Week 02

音樂的基本元素

蔡振家

Talk Outline

- 聲音本質 & 聽覺範圍
- 心理聲學
- 音樂元素及其組合
 - Ex. 海頓《驚愕交響曲》第二樂章
 - Ex. 流行歌曲

聲音的本質

■ 空氣壓力的微小變化，在空間中傳播

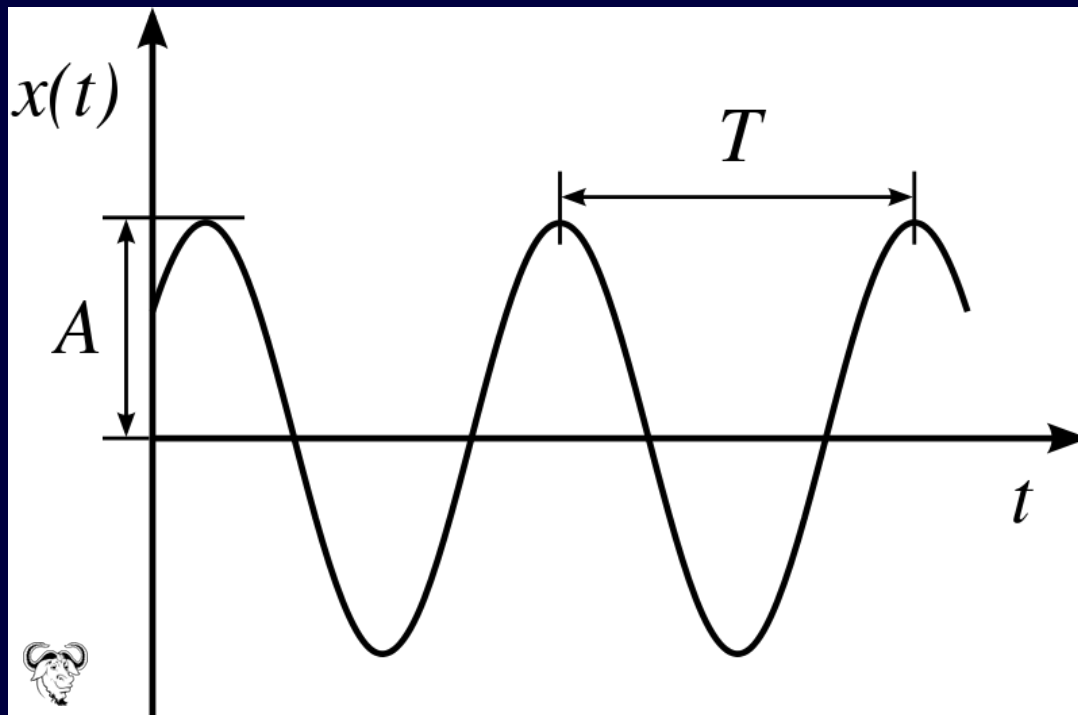
中國膜笛



- ← Mouth hole
- ← Membrane
- ← Finger-holes
- ← End-holes

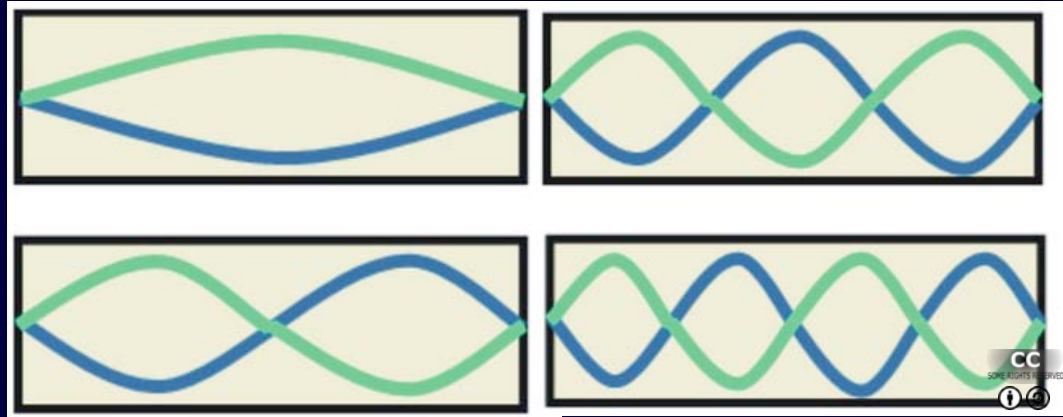


Amplitude vs. period



Ex. 聲帶振動週期 = 0.01秒，振動頻率 100 Hz₁₃

How do these differ?



Frequency, period
Example: 10 - 22000 Hz

以聽閾（分貝為單位）畫出來的兩棲類、爬蟲類、鳥類和哺乳類的聽力頻率範圍圖。哺乳類聽到的頻率比其他脊椎動物都要高；注意圖中的聲音頻率是取對數為刻度。這些曲線是根據**Richard R. Fay**索收及多種不同動物的聽力敏度圖繪製而成。所有脊椎動物每一個綱的曲線圖都包括在這些像封套似的曲線裡面。

哺乳類為何演化出高頻聽力？

大約二億年前三疊紀末期的一景。一隻小犬齒獸離開窩穴迷路了，正發出高頻率的叫聲。母親聽見了，趕來解救牠的危難。圖中右上方的爬蟲類對小犬齒獸的落單渾然不知，因為後者的叫聲遠遠超出爬蟲類的聽力範圍。

Talk Outline

- 聲音本質 & 聽覺範圍

- 心理聲學

- 音樂元素

 - Ex. 海頓《驚愕交響曲》第二樂章

 - Ex. 流行歌曲

Psychophysics (心理物理學)

- Study of the relationship between physical events and the corresponding experience of those events

- Examples

Sound pressure level



Loudness

Frequency



Pitch

Weber-Fechner's Law

$$S = k \log I$$

- S = Sensation
- k = Constant number
- I = Physical magnitude of the stimulus
- 注重 ratio 而非 difference

G. T. Fechner
(1801–1887)

Sound intensity

- Sound pressure level (SPL)
- 分貝 (dB)
- 分貝差 =
 $20 \log_{10} (p_2/p_1)$ dB
- $20 \log_{10} (3) \sim 10$

聲音	dB
噴射引擎 (10公尺距離)	150
疼痛的聽覺界限	130
超音速飛機起飛	120
火車鳴笛 (100呎外)	117
搖滾樂	110
鏈鋸 (1公尺距離)	100
割草機 (1.5公尺距離)	90
噴射客機起飛 (客艙內)	85
汽車 (15呎距離)	70
公路上汽車 (15公尺距離)	70
談話 (1公尺距離)	50 – 70
電腦 (2呎距離)	54
市郊住宅區	40 – 50
錄音室	20

Octave equivalence (八度等價)

- 兩個音高若相差八度（頻率比為1:2），聽起來特別像
- 普遍存在於各個人類文化

簡譜

工尺譜

1 •	1	ī
上	上	仕

Psychoacoustics (心理聲學)

- Loudness (音量)
- Pitch (音高)
- Sound quality (timbre; 音色)
 - Brightness (明亮度)
 - 分布於高頻的泛音強度
 - Roughness (嘈雜度)
 - 泛音之外的雜質

Talk Outline

- 聲音本質 & 聽覺範圍

- 心理聲學

- 音樂元素

 - Ex. 海頓《驚愕交響曲》第二樂章

 - Ex. 流行歌曲

音樂的基本元素

- Dynamics (力度)
 - Relationship of loudness
- Interval (音程) & scale (音階)
 - Relationship of pitch
- Rhythm (節奏)
 - Relationship of duration & loudness
- Articulation (運音)
 - Relationship of adjacent notes

各種 musical scales

■ 音階是一個音高集合，某段音樂的音高皆出自於該集合，它有一個主音

■ 中國音樂

— 五聲音階 1 2 3 5 6

— 客家山歌三聲音階 6 1 3

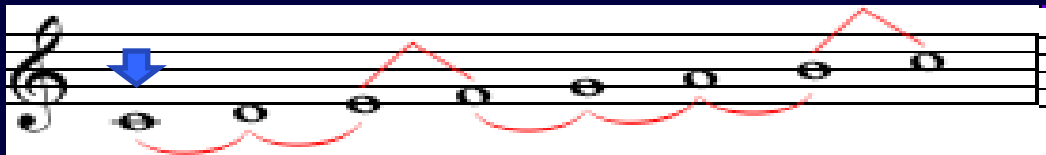
■ 西方古典音樂

— 大調 (major mode)

— 小調 (minor mode)

關係大小調：使用同樣的音

C大調



a小調



節奏

■ 聲音事件的長度關係

— 細分之

— 不均之

■ 聲音事件的音量、音色關係

不太基本的音樂元素

■ 旋律(melody)

- 對於音樂的第一印象
- 若干音程及節奏的組合

■ 織體(texture)

- 三連音 + 織體(texture)

■ 和聲(harmony)

音樂欣賞：海頓《驚愕交響曲》

- 第二樂章：變奏曲
- 活魚三吃
- 各段變奏操弄(manipulate)
什麼基本元素？
- 曲式
 - 各段變奏如何排列？
 - 對比與連貫

Joseph Haydn (1732-1809)

猜謎（音階系統的文化指涉）

- 關於音階的記憶
- 請問以下兩段旋律分別具有哪個地區的
色彩？

A. 傳統日本

B. 沖繩（琉球）

音階

■ 日本「陰音階」 3 4 6 7 (1) 2

— 椎名林檎〈積木遊戲〉間奏

— <http://vlog.xuite.net/play/T0VkeUpaLTE0NjUxNDQuZmx2/%E6%A4%8E%E5%90%8D%E6%9E%97%E6%AA%8E-%E7%A9%8D%E6%9C%A8%E9%81%8A%E6%88%B2>

■ 沖繩（琉球）音階 1 (2) 3 4 5 7

— 傳統民謠

— <http://www.youtube.com/watch?v=ER2pzz0z2Pw>

— 旅遊節目中的音樂介紹

— <http://www.youtube.com/watch?v=4iE8GeCU0gA>

永不過時的和聲：大逆循環

- A. 孫燕姿：第一天
- B. 五月天：知足
- C. 五月天：戀愛ing
- D. 張棟樑：當你孤單你會想起誰
- E. 伍思凱：分享

可以跟著一起唱

答案

C B A E D

孫燕姿 〈我的愛〉：和聲進行

■ 主歌

- 流暢的「大逆循環」

■ 導歌接副歌

- 回到本壘：終止式
- 小調變大調

孫燕姿 〈我的愛〉：音色、移調

- 第二次副歌

 - 吊鉞漸強

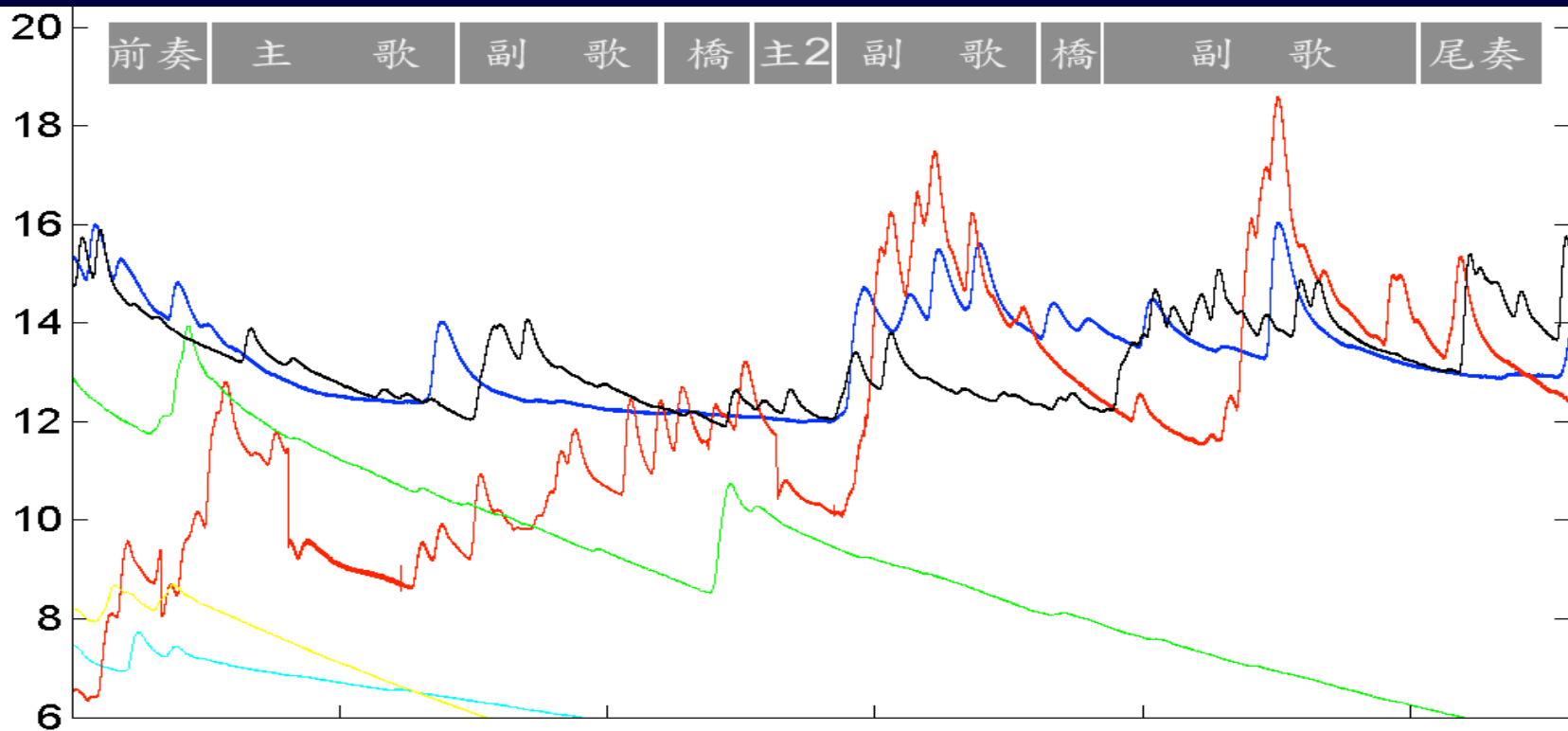
- 第三次副歌

 - 移調

- 速度：「我的～愛」

感動曲線？

皮膚導
電度



人類音樂的通則

■ 音高資訊的階層處理

- 一再回到主音，像是詩的韻腳

■ 音樂的轉折

- 被刻意強調的事件（accented event），包括：
力度、音域、速度、素材（音樂動機的出現）、
和聲、旋律、織度、音色……等的改變
- 經常用在段落的起迄

結論

- 人類的聽覺範圍
- 音高與音量符合 Weber-Fecher's law
- 音樂元素
 - 音高之間的關係（音程）、力度、速度、旋律、和聲、織度、音色...
- 各元素彼此配合，使樂曲段落分明、首尾連貫

思考題（期末考題庫）

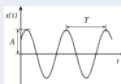
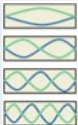
- 為什麼哺乳類演化出高頻聽力？
- 請根據 Weber-Fecher's law，寫出從頻率換算為音程的算式（音程以八度為單位）
- 海頓《驚愕交響曲》第二樂章，主題之後有幾次變奏？您覺得第幾段變奏最為激昂？最後一次變奏帶給您甚麼感受？
- 音階轉換容易造成聽眾的心情轉換，請以流行歌曲舉例說明

■ 下周閱讀作業

— 《腦袋裝了 2000 齣歌劇的人》，pp.1-10

■ 加簽名單將於9/18晚上公布於課程網頁，名單上的同學可憑學生證至音樂學研究所辦公室（樂學館101）領取加簽單

版權聲明

頁碼	作品	授權條件	作者/來源
12			Wikipedia: “File:Dizi dimo.jpg” (http://en.wikipedia.org/wiki/File:Dizi_dimo.jpg) 瀏覽日期 2012/09/21
12			Wikipedia: “File:Dizi.JPG” (http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dizi.JPG) 瀏覽日期 2012/09/21
13			Wikipedia: “File:Simple harmonic motion.svg” (http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Simple_harmonic_motion.svg) 瀏覽日期 2012/09/21
14			Wikipedia: “File:Allowed and forbidden standing waves.png” (http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Allowed_and_forbidden_standing_waves.png) 瀏覽日期 2012/09/21