

音声のカオス論的指数値を用いた 人間の特性評価

監視通信領域

○佐藤清、及川太、及川健太郎、塩見格一

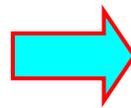
情報伝達

・自分が伝えたいことや相手が知りたいことなどを正確に速く伝える・・・言葉

・音声(電話など)、文字(手紙=郵便、伝書鳩など)、顔の表情(映像など)、煙(のろし)、光(ライト)、など

<発信>

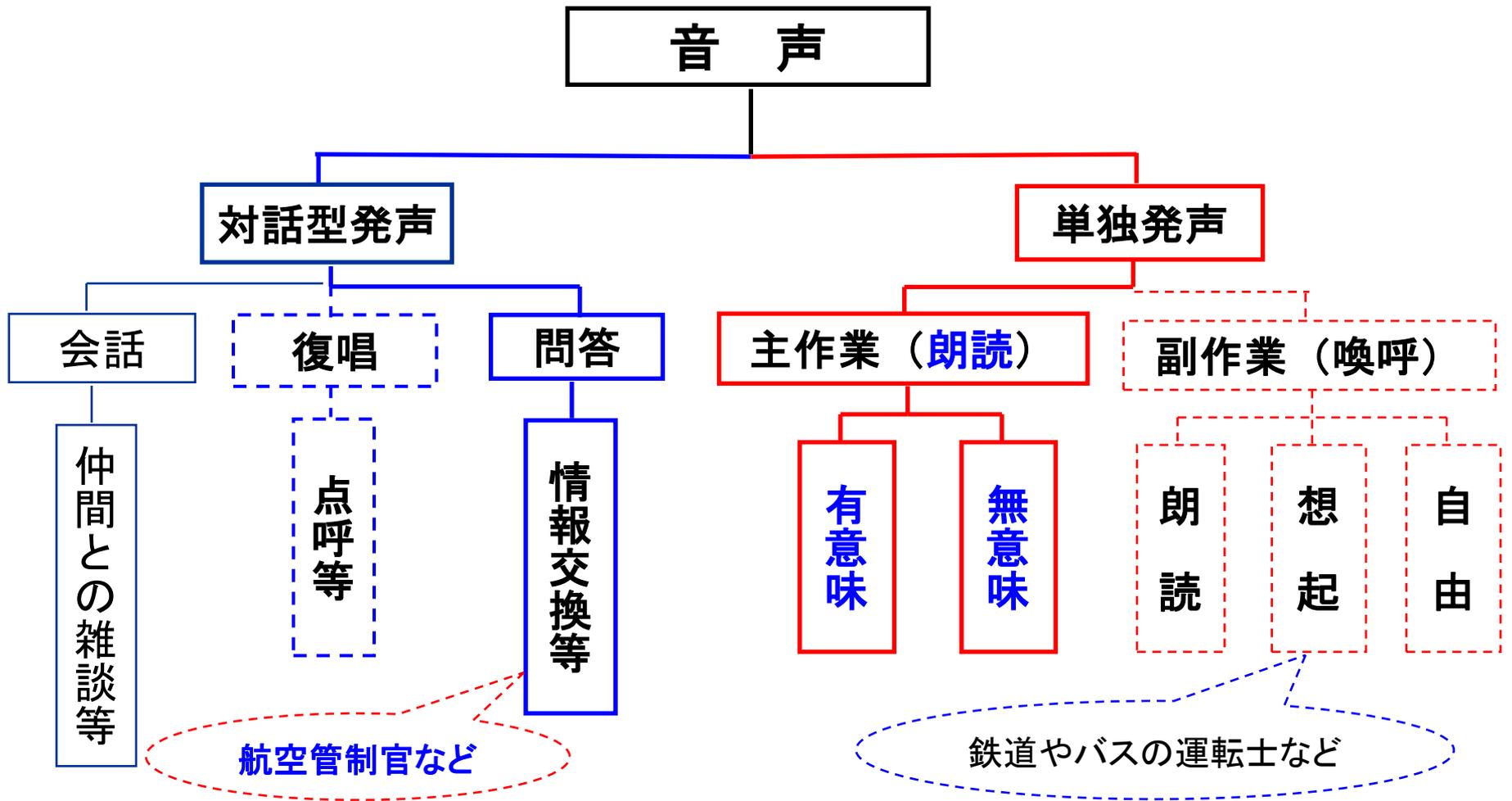
口、目、顔、手など



<受信>

目、耳、皮膚など

距離に関係なく用いられるものは、音声と文字
→音声は口、文字は手・・・意識中枢支配



情報伝達・交換・・・必須

注意水準の保持・・・十分

心身状態 + 発音・発声技術(滑舌)

心身状態

音声について

音声の生理的特性

- ・声帯の振動を伴う呼気(吐き出す息)
- ・上半身の骨格筋が関与 = 筋量や筋力など ←

意識中枢(脳)

個人属性との関係

- ・女性が男性より高い
- ・加齢に伴って低くなる
- ・生育・生活環境によってアクセント等が異なる

訛り

心身状態との関係

- ・緊張時は通常時に比して高い
- ・怒りや喜び等、感情が昂ぶっている時には大きい
- ・疲労感や眠気等が強い、低覚醒状態では弱い

音声解析技術

<概要>

作業中断時の朗読音声や作業中の音声を録音し、カオス論的音声解析技術SiCECA (Shiomis' Cerebral Calculation) で解析することにより、音声の指数値CEM (Cerebral Exponent Macro) が得られる。指数値のベースは呼気の強さ (単位発声当たりの呼気量) と考えられる。

<利点>・・・希望的

- ①作業中の音声: 継続的な覚醒水準の評価
- ②朗読時の音声: さまざまな人間の特性評価

<問題点>

- ①声を出さなくてはならない
- ②SiCECAの音声解析技術上の問題点やCEMの信頼性

人間の心身状態評価指標

①パフォーマンス的指標・・・意識中枢系

作業成績(エラー率、反応時間など)、**フリッカー値(CFF)**、
操作特性(操舵角、速度、機器操作頻度)、**音声(CEM)**
体位変換(体動)、視線配分、その他副次行動など

②生理的指標・・・意識中枢系、自律神経中枢系、その他

脳波、脳血流量、心電図(**心拍数**、CV-RR%、HRVなど)、
筋電図(パルス、面積)、眼球運動(瞬目、閉眼)、皮膚電気反応、
生化学物質(カテコラミン、コルチゾル、乳酸など)、
音声(周波数等)、エネルギー消費量など

③心理的指標・・・意識中枢系

各種チェックリスト(身体各部のこり・痛み等に関する質問紙など)
自覚症状しらべや眠気および疲労感など

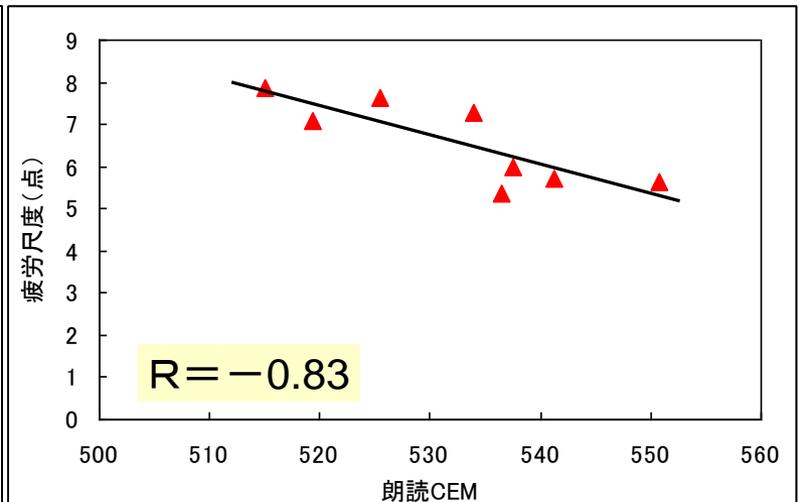
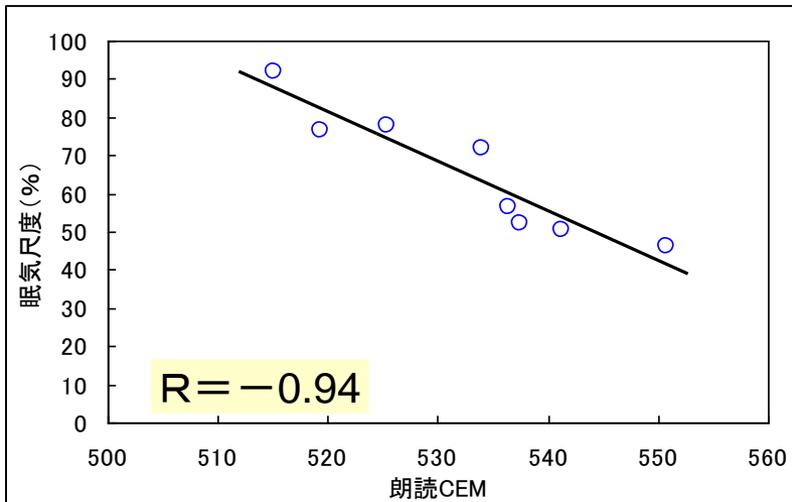
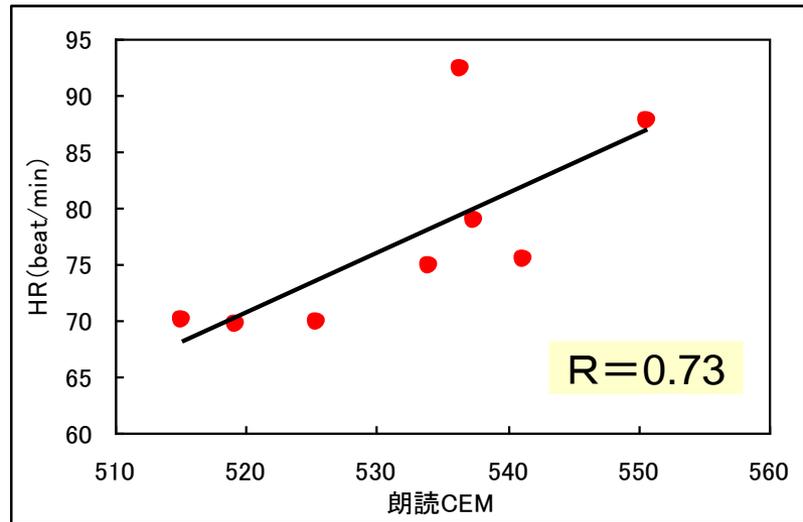
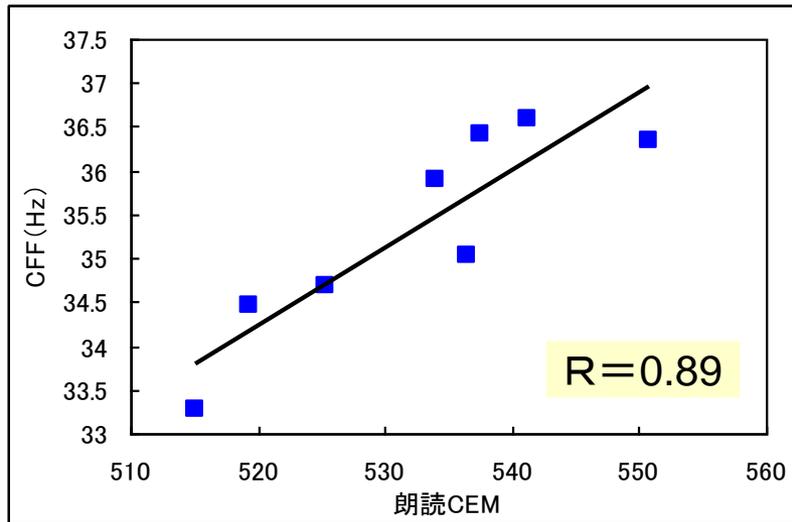
2008年度までに実施した 心身状態評価実験

疲労実験

- ①被験者＝体育学系の大学生等12名
- ②5日間＝3日間訓練、実験2日間(1日目9:00～2日目14:00)
- ③昔話の朗読カード3種類を適宜抽出して朗読



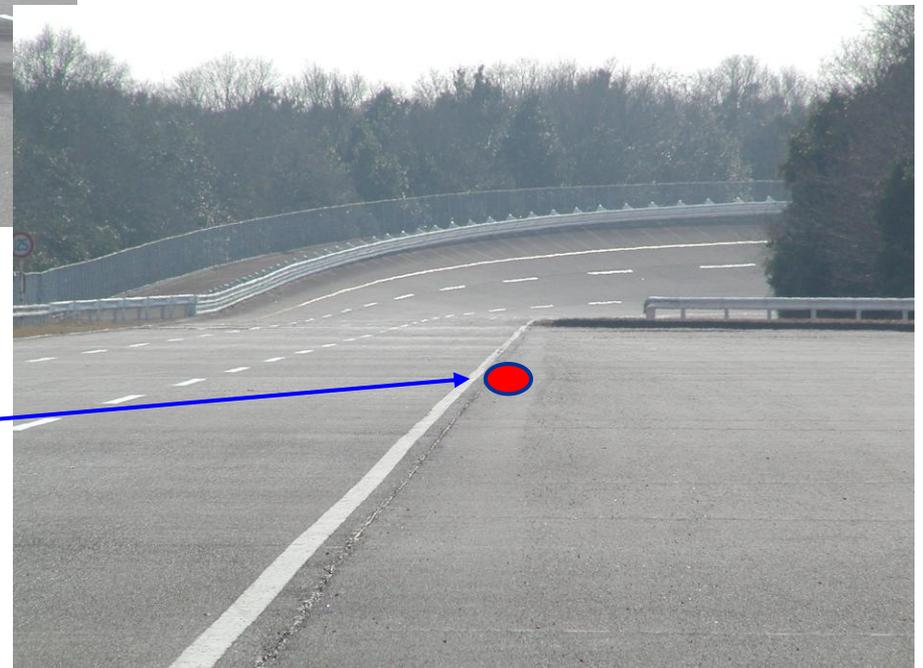
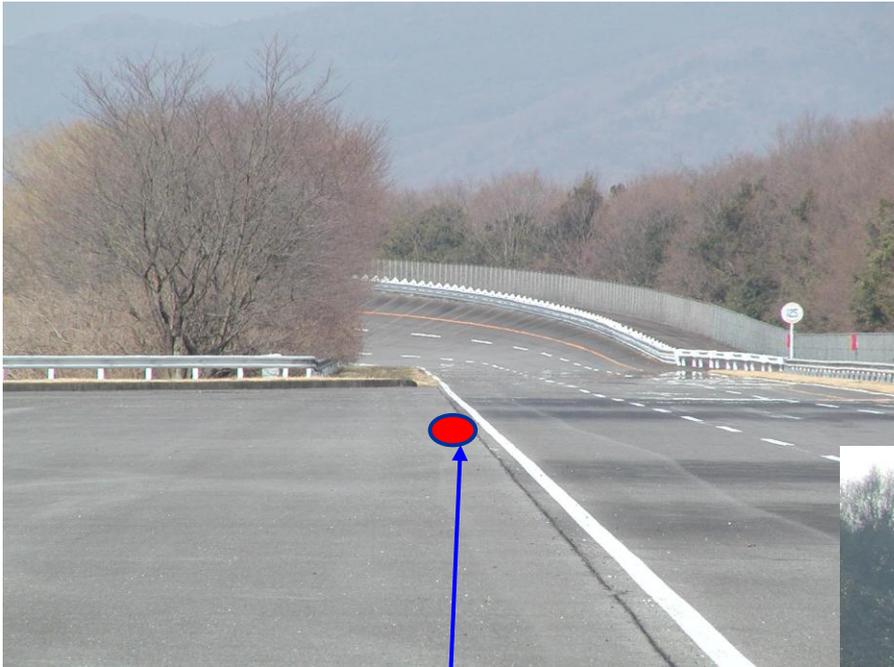
朗読(主作業)CEM=疲労実験



最高HRの70~80%強度で4時間の運動を行った後に、深夜トラック便を想定した長時間のシミュレータ運転を行うという実験の結果(運動後・夕食後~早朝)

喚呼CEMと運転負担との関係確認実験

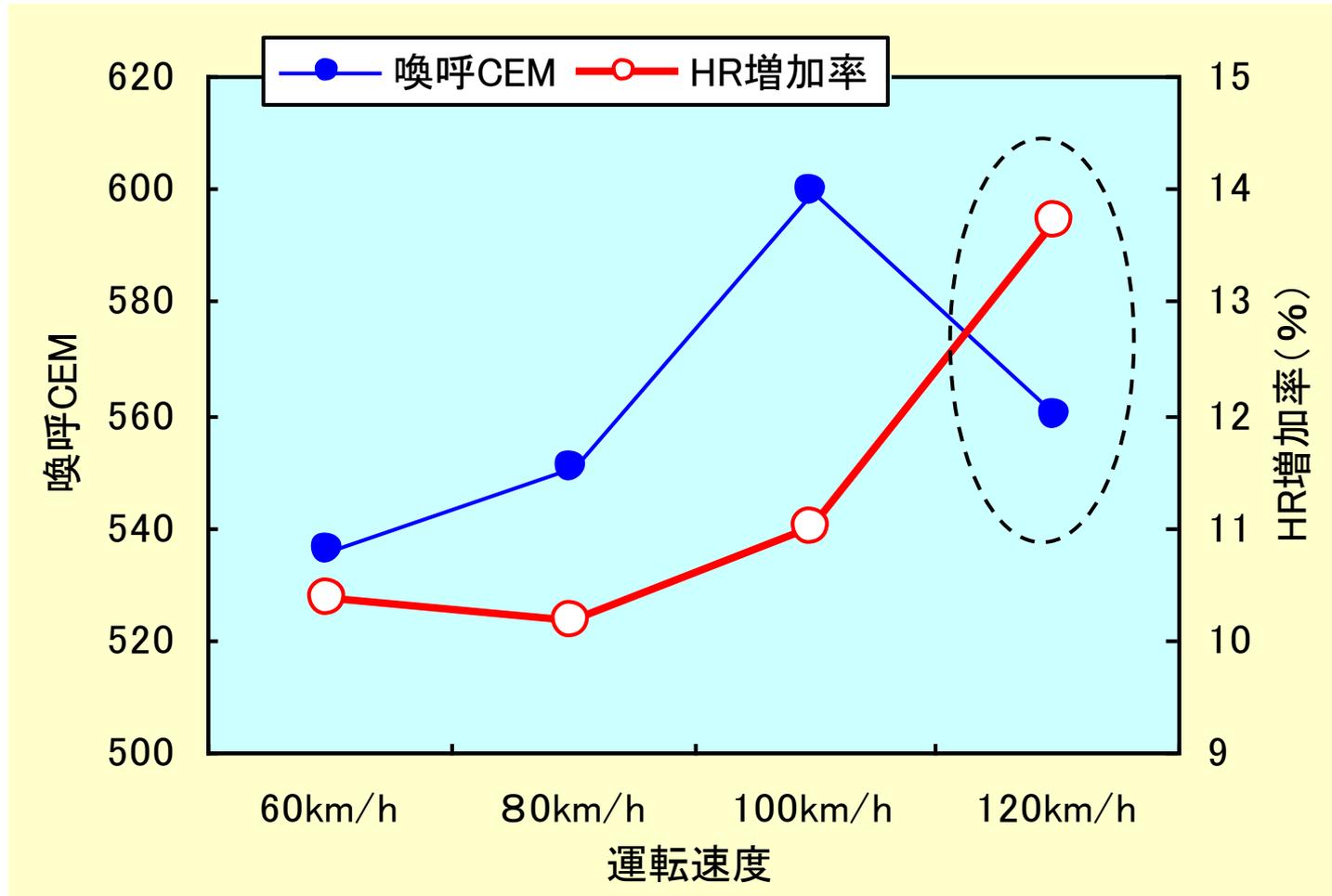
- ① **125**km/hまではハンドル操作なしで走行可能なコース
- ② 速度60、80、100、**120**km/h
- ③ 看板位置で発声する(**想起喚呼**)
- ④ 運送会社のドライバー12名



看板
(4箇所)

喚呼CEMに対する過緊張の影響

高い↑覚醒度
↓低い



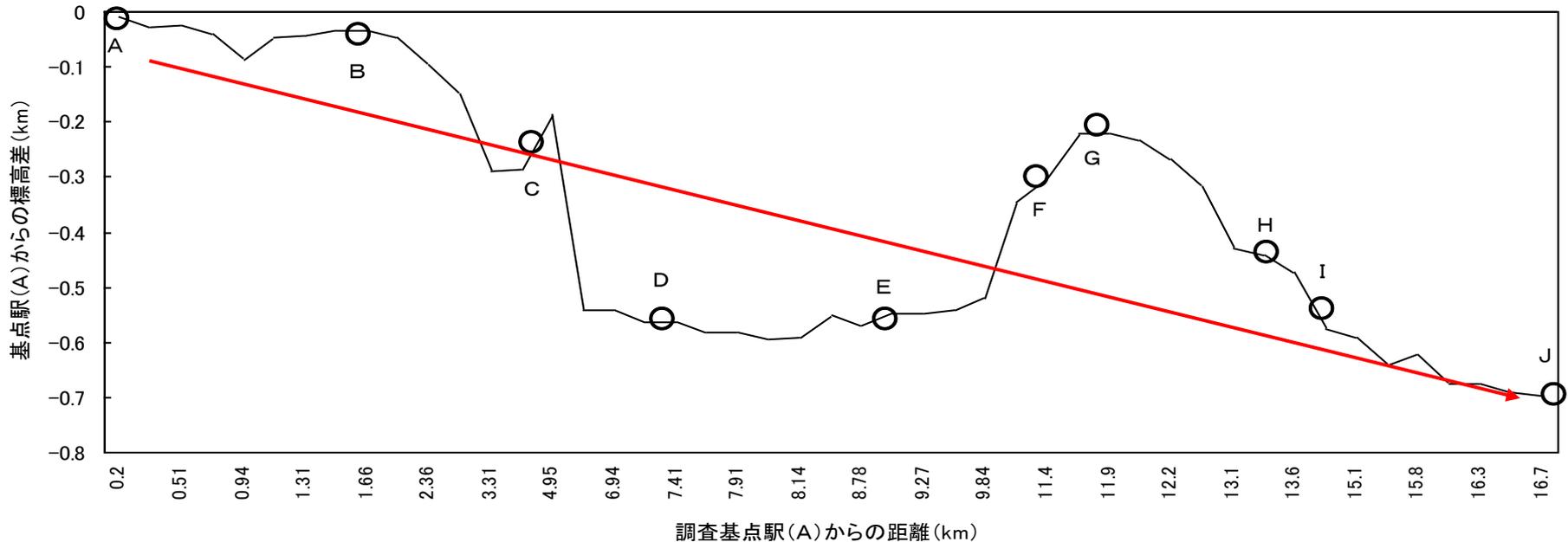
速度が高いほど心拍数は高くなり、CEMは低下に転じる可能性がある。



慣れで変わる？

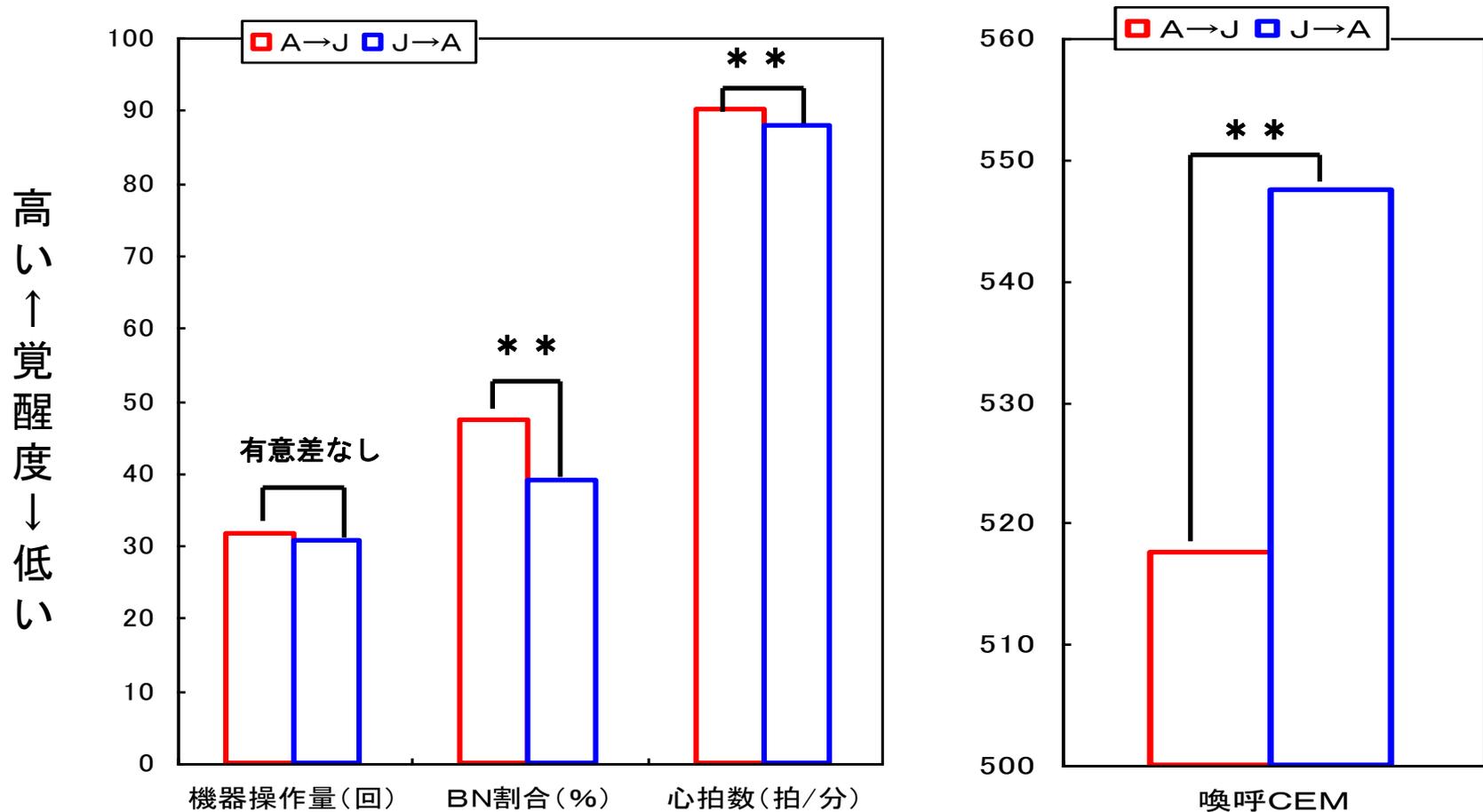
現場調査概要

- 基点（A駅）→終点（J駅）と逆方向の運転を1人各1回（計2日間）
- 被験者は現役の電車運転士8名
- 測定項目は、**運転情報**と心拍数および**想起喚呼音声**



- **基点（A駅）から終点（J駅）までは全体的に下り坂傾向**
- **鉄道では下り坂の運転が難しく、運転負担が大きい**

喚呼CEMに対する運転状況の影響



・BN割合はブレーキノッチ使用時間の割合

※※※ = $p < 0.01$ で有意差あり

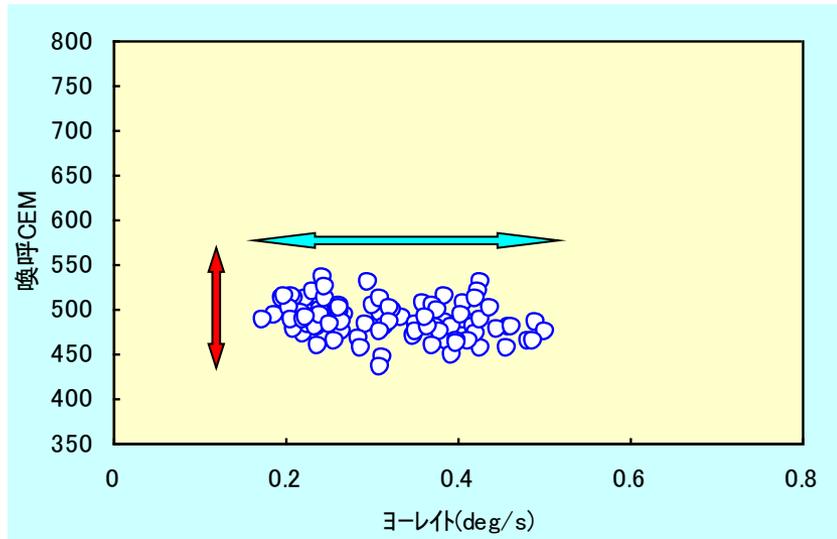
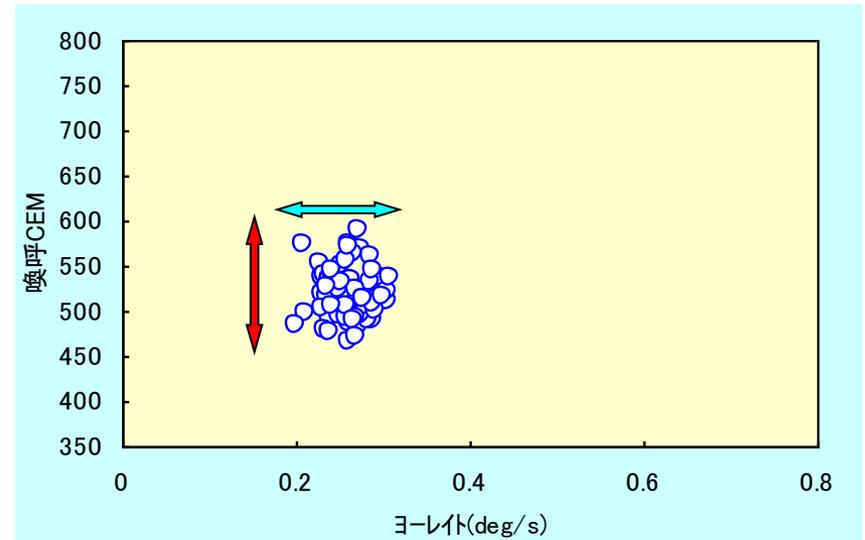
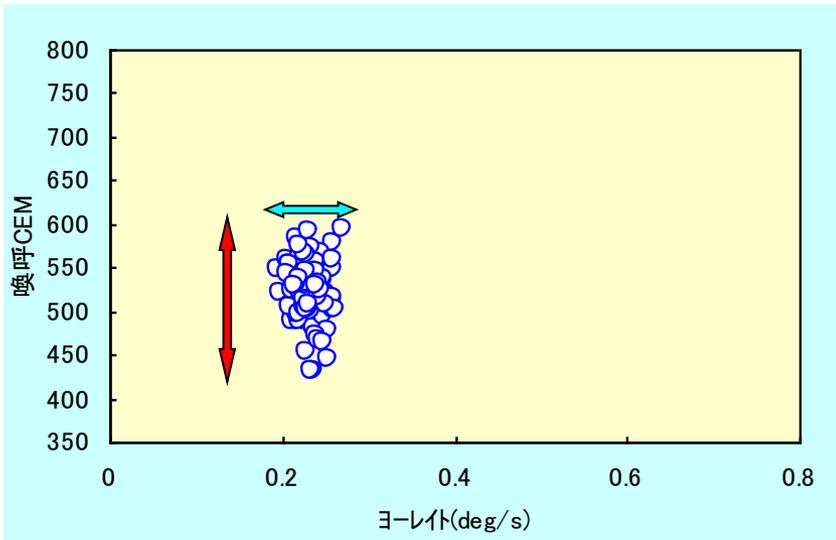
慣れていても想起喚呼CEMは緊張状態が続く場面等で低下する

実車を使った単調実験

- ・ コース＝約2.7km/周、直線1.2km×2（2車線と4車線）、R=50m、全面平坦
 - ・ 被験者＝地元運送会社のトラック運転手20名
 - ・ 運転条件＝時速40kmの一定速度 → **単調状態**
 - ・ 安全対策＝助手席に観察者を同乗など
- ・ 朗読＝カード、**喚呼**＝看板
 - ・ 左右方向のずれ＝**ヨーレイト**



喚呼CEMによる運転スタイル評価



中間型

安定走行型

注意の主体が運転

不安定走行型

注意の主体が発声

CEMに関する確認事項

その1: CEMと母音や子音等との関係

CEMは母音によって違いがあるのか
CEMに対する子音の影響
性、年齢、環境などによる影響

その2: CEMに対する発話課題の影響

課題の長さはどうのように影響するのか
朗読(主)課題: 文字のつながりに意味があるか、ないか
喚呼(副)課題: 日常的に発しているか、朗読か、想起か

その3: CEMに対する覚醒度の影響

主作業が忙しいとか緊張する場面での単独評価は難しい
低覚醒状態での評価は可能と思われる。

試作した朗読課題

幅広い年齢でのCEMと朗読条件等との関係→ひらがな主体

課題	課題内容	読み方
1	1文字表示	1文字
2	5文字表示・「あいうえお」等順配列	連続
3	5文字表示・「あいうえお」等順配列	1文字
4	5文字表示・「おえういあ」等逆配列	連続
5	5文字表示・「おえういあ」等逆配列	1文字
6	5文字表示・「はうとすも」等無作為配列	1文字
7	文章(有意味課題)	文章として
8	5文字表示・「あかきたな」等母音毎配列	連続

課題1(1文字表示)

あ

提示された文字をそのまま読む

課題2と課題3（順配列5文字表示）

あ い う え お

課題2は、左から5文字を連続で順読みする

課題3は、左から1文字ずつ読む

「や行」と「わ行」も5文字とした

課題4と課題5（逆配列5文字表示）

お え う い あ

課題4は、5文字を連続読みする
課題5は、1文字ずつ読む

課題6(無作為5文字表示)

は う と す も

45文字の5文字を無作為に抽出し作成した
左から、1文字ずつ読む

課題7(文章)

犬は 大むかしから
人に
かわれてきました

小学生でも朗読可能な文章
普通の文章と同じように読む

課題8(母音別5文字表示)

あ か さ た な

左から、5文字連続で読む

実験の概要

実験の目的: CEMと人間の特性との関係を知る

実験時間: 30分以内／人

作業姿勢: 椅座位

測定項目: 脈拍数(腕時計型)、発話音声(データレコーダ)、
出身地や薬の服用ならびに体調等に関する質問紙

対象者: 800名超

小学生高学年女子 46名

中高校生男女 447名

共学男女中高生 224名

女子中高生 122名

男子中高生 101名

大学生男女 133名

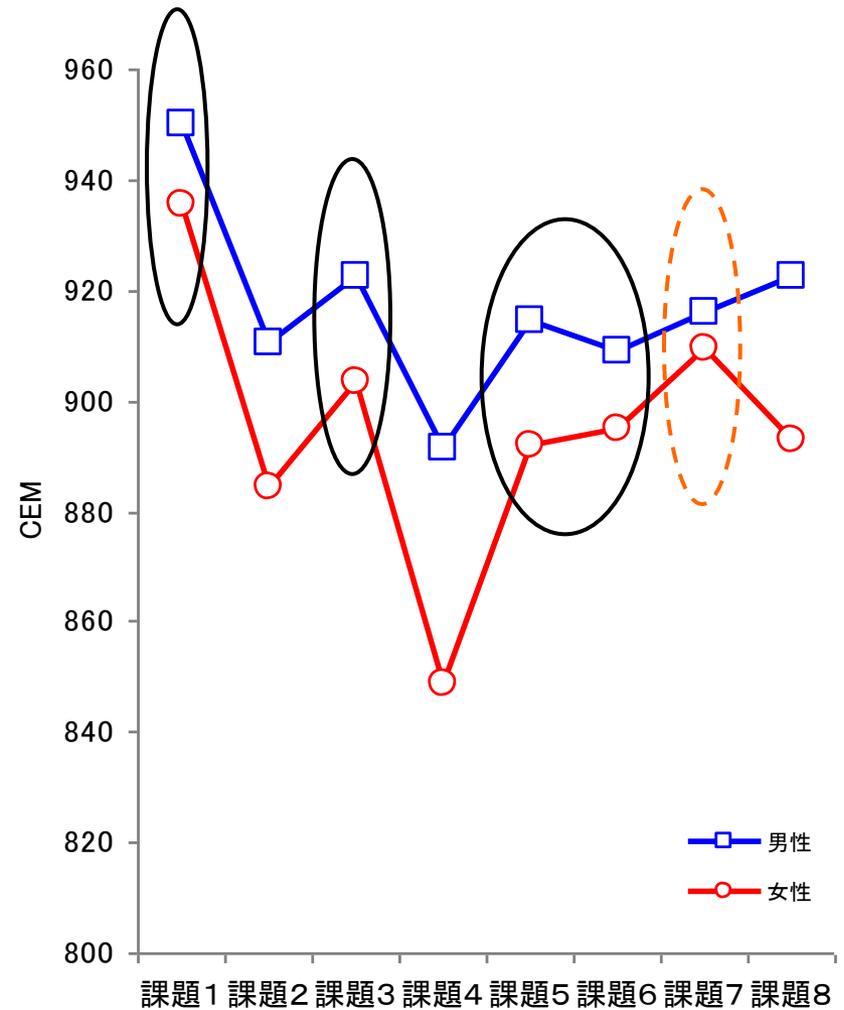
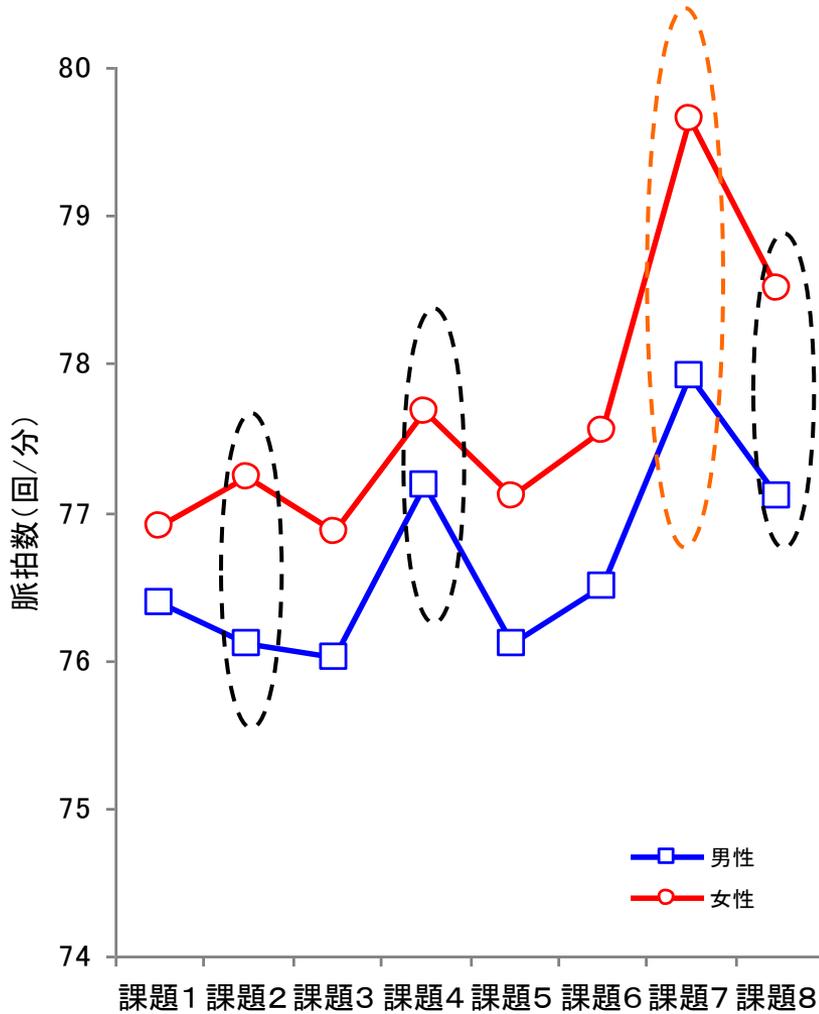
高齢者男女 240名



主に用いるデータの概要

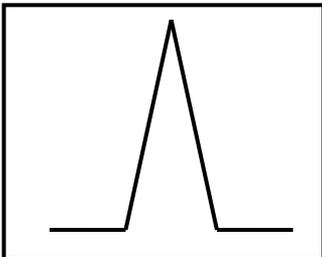
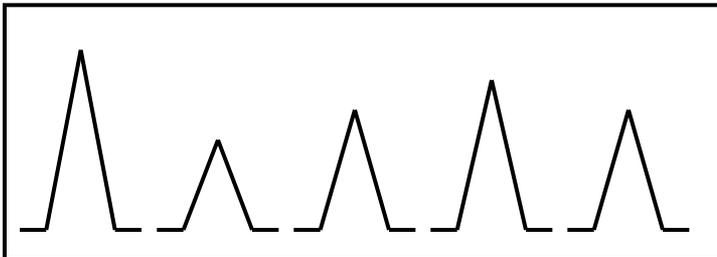
	男性		女性	
人数	109名		97名	
年齢	69.6±5.7歳		69.1±5.9歳	
身長	165.8±5.8cm		152.9±5.1cm	
体重	63.2±9.6kg		51.3±7.8kg	
BMI	23.0±3.2kg/m ²		22.0±3.1kg/m ²	
趣味	あり	なし	あり	なし
	88名	21名	86名	11名
出身	東京	以外	東京	以外
	41名	68名	36名	61名
成長	東京	以外	東京	以外
	55名	54名	44名	53名
服薬	あり	なし	あり	なし
	67名	42名	56名	41名

実験結果の概要

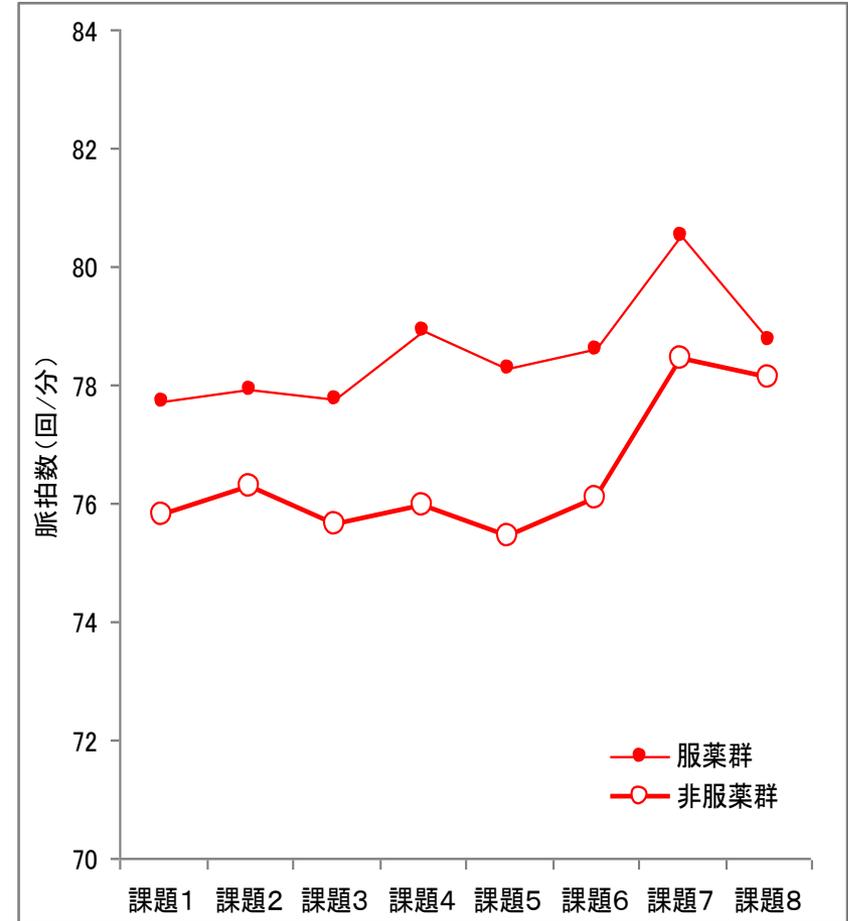
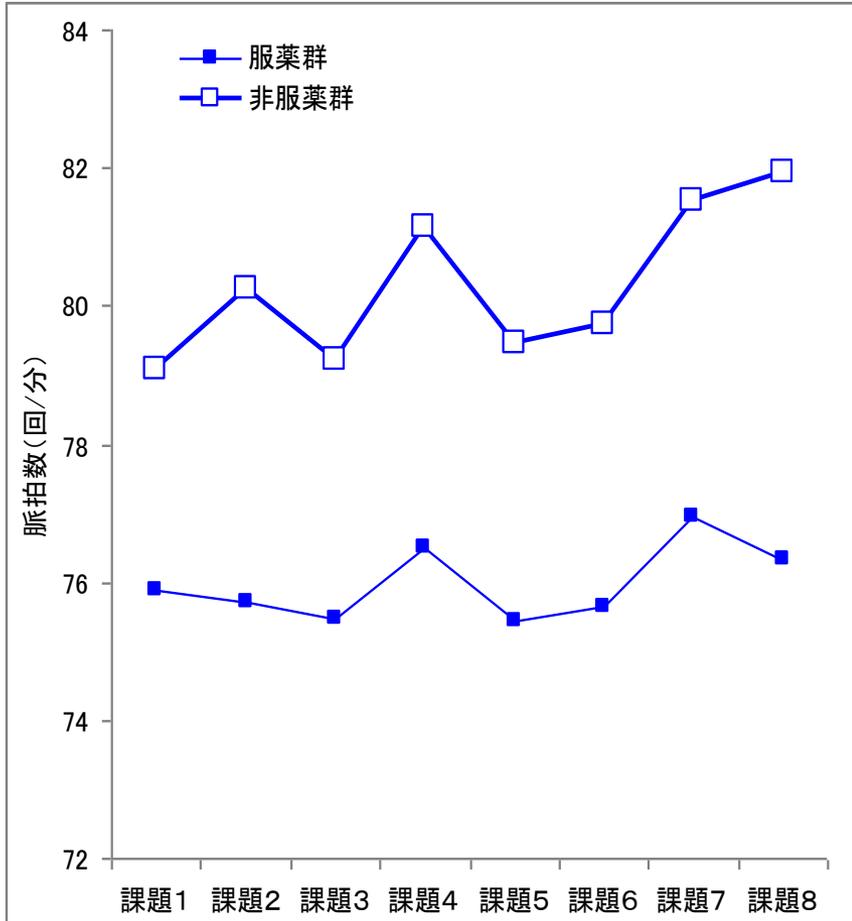


脈拍数は文章を含め連続読み課題で多く、CEMは文章と1文字読み課題が大きい

読み方と呼気の強さおよびCEMの関係

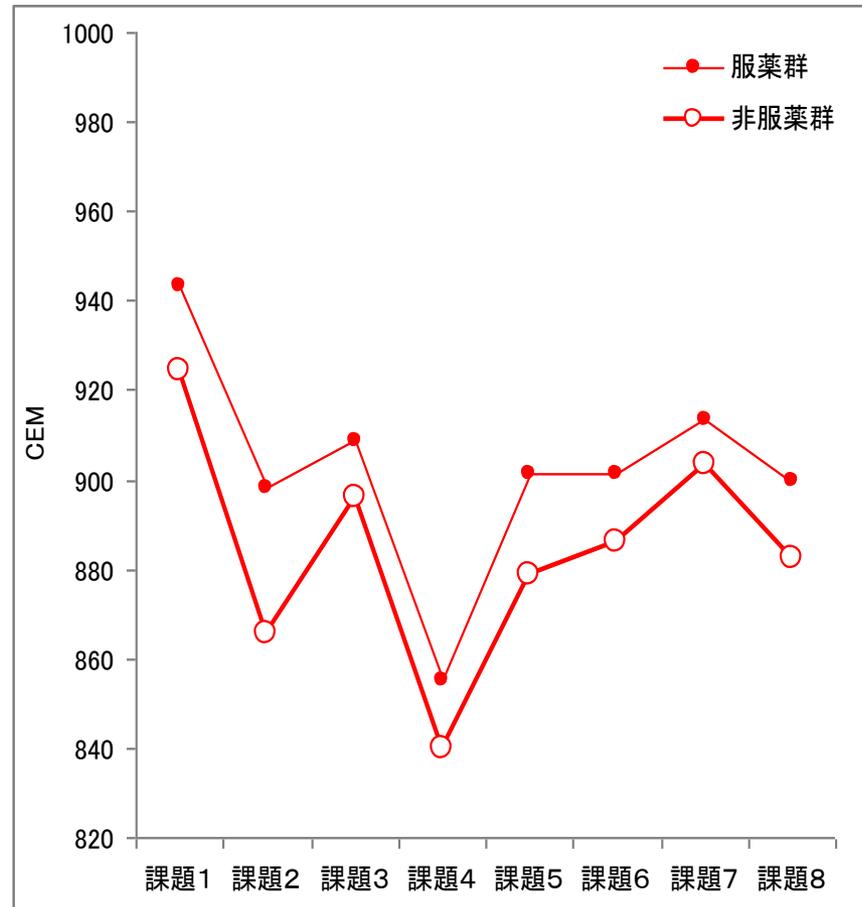
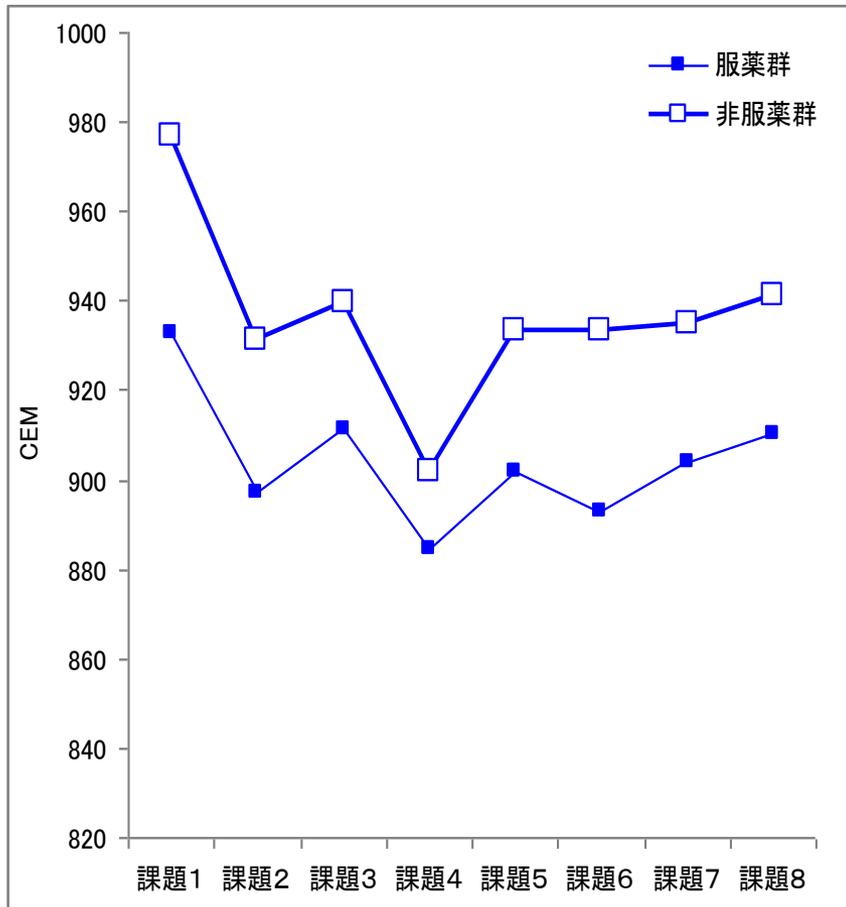
課題	1文字表示 1文字読み	5文字表示 1文字読み	5文字表示 連続読み
表示例	あ	あ,い,う,え,お	あいうえお
呼気の強さ			
CEM	1000	970	920
脈拍	78	75	80

脈拍数に対する服薬の影響



服薬(降圧剤等)により、男性ではレベル低下が、女性ではレベル向上が起こる？

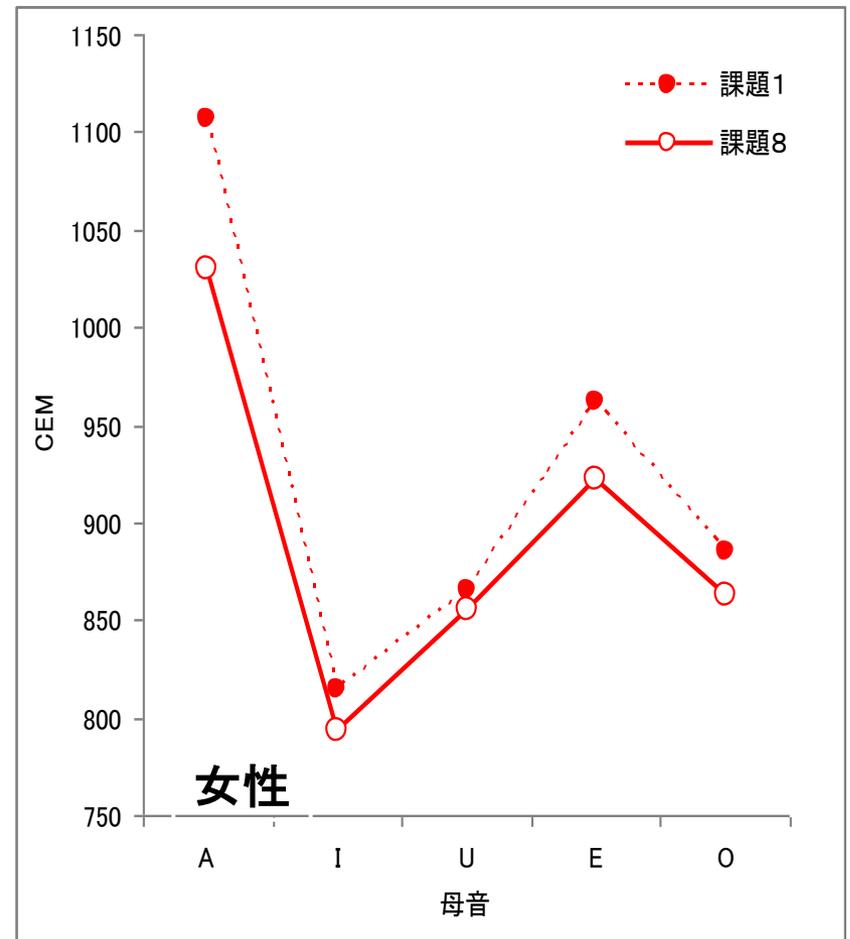
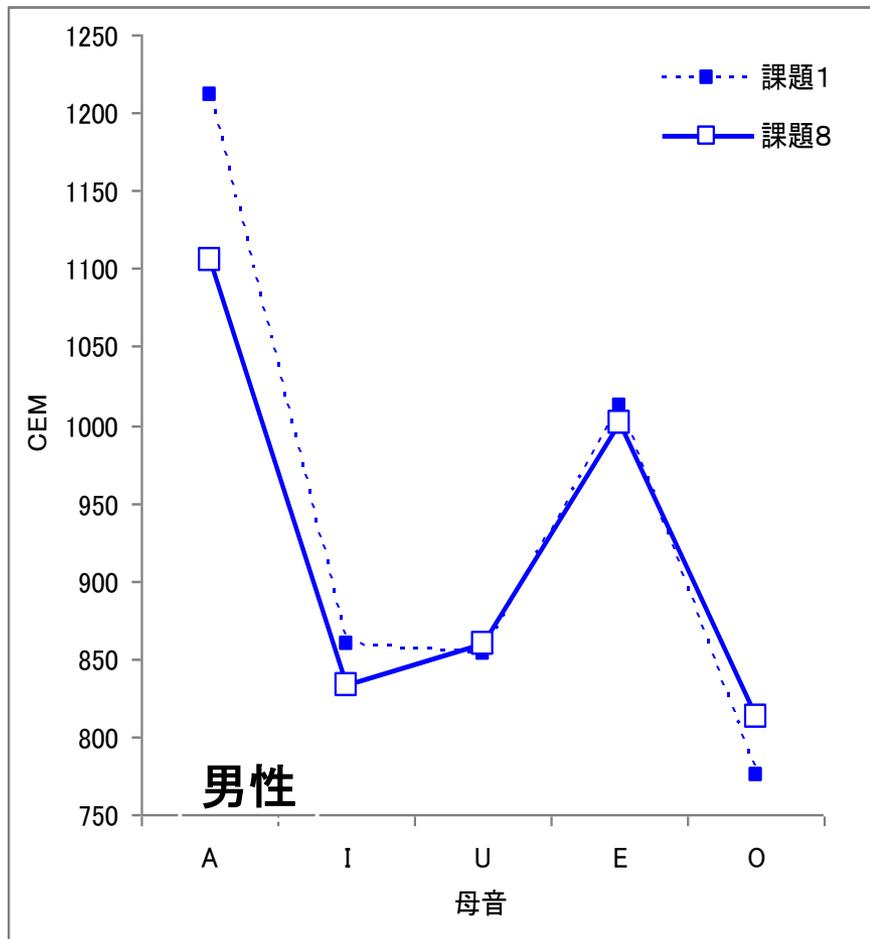
CEMに対する服薬の影響



服薬(降圧剤等)により、男性ではレベル低下が起こり、女性ではレベル向上が起こる？

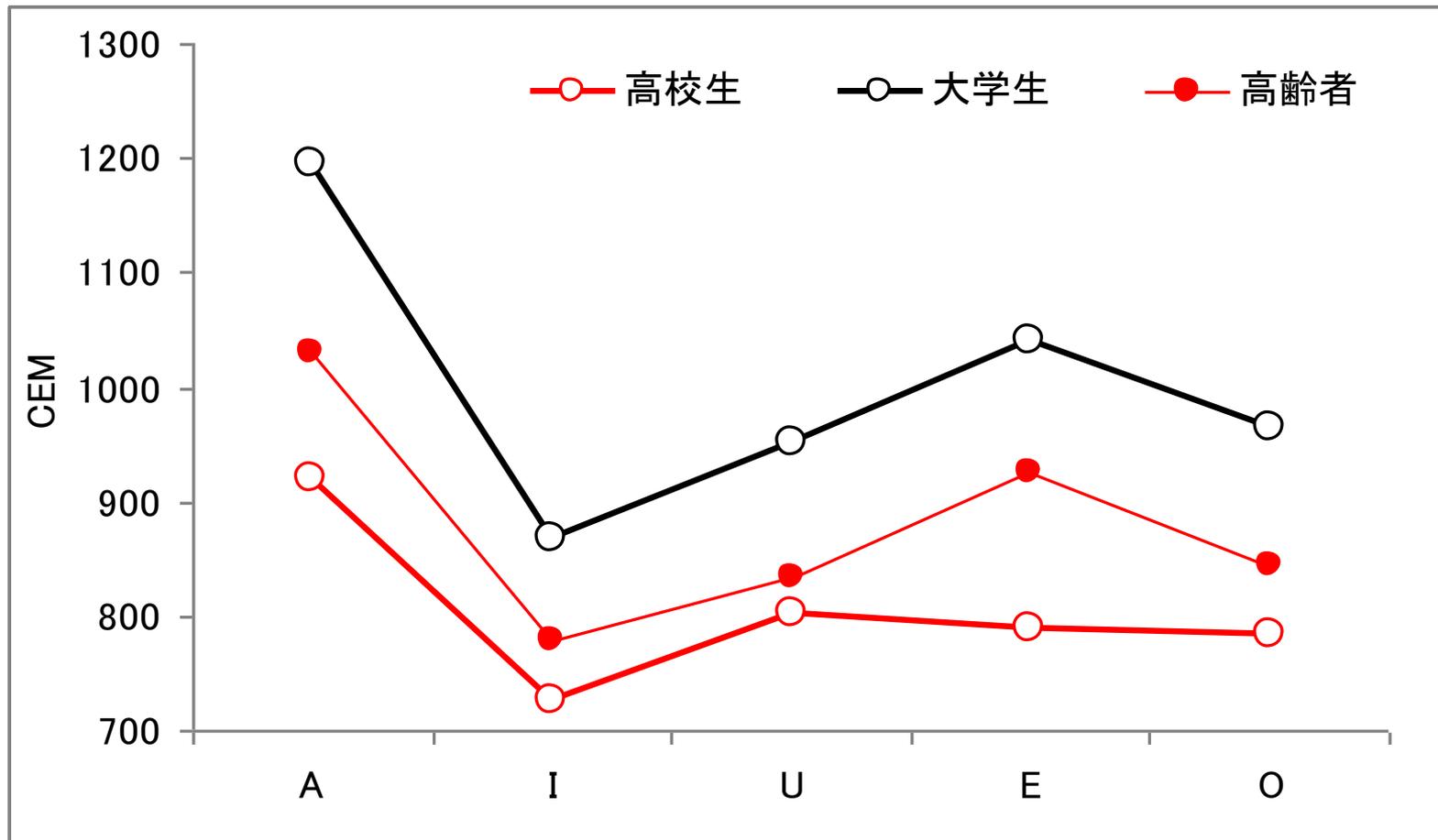
母音のCEM

母音のCEM①



異なる課題の結果を比較しても、同じように結果が得られる可能性がある
→ **発声技術と関係?**

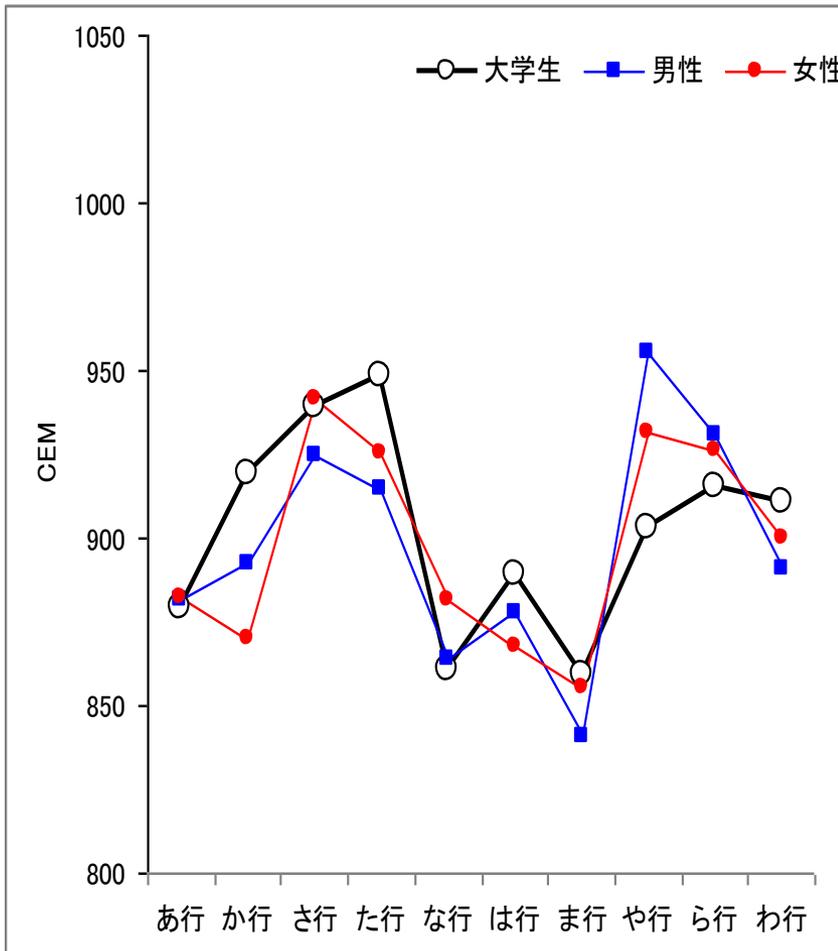
母音のCEM②



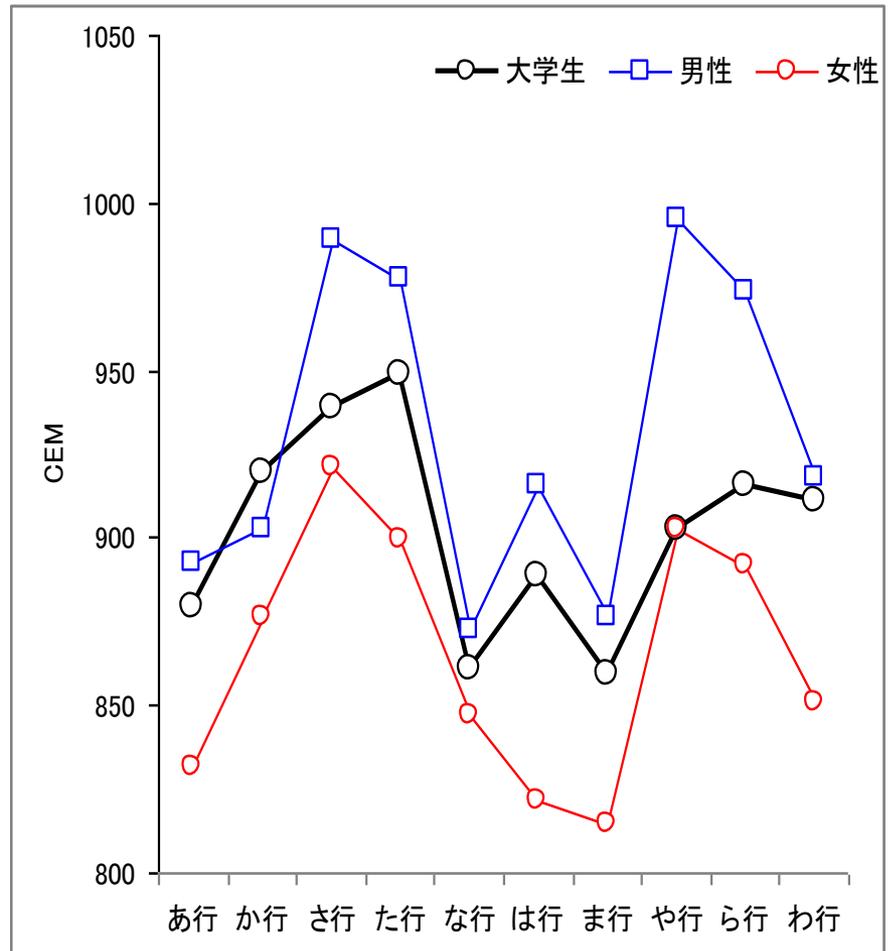
高校生が最も低く、大学生と高齢者はレベルは違うが同じパターンになり、高校生(共学)はレベルもパターンも異なっている。

子音のCEM

子音のCEM(課題2)



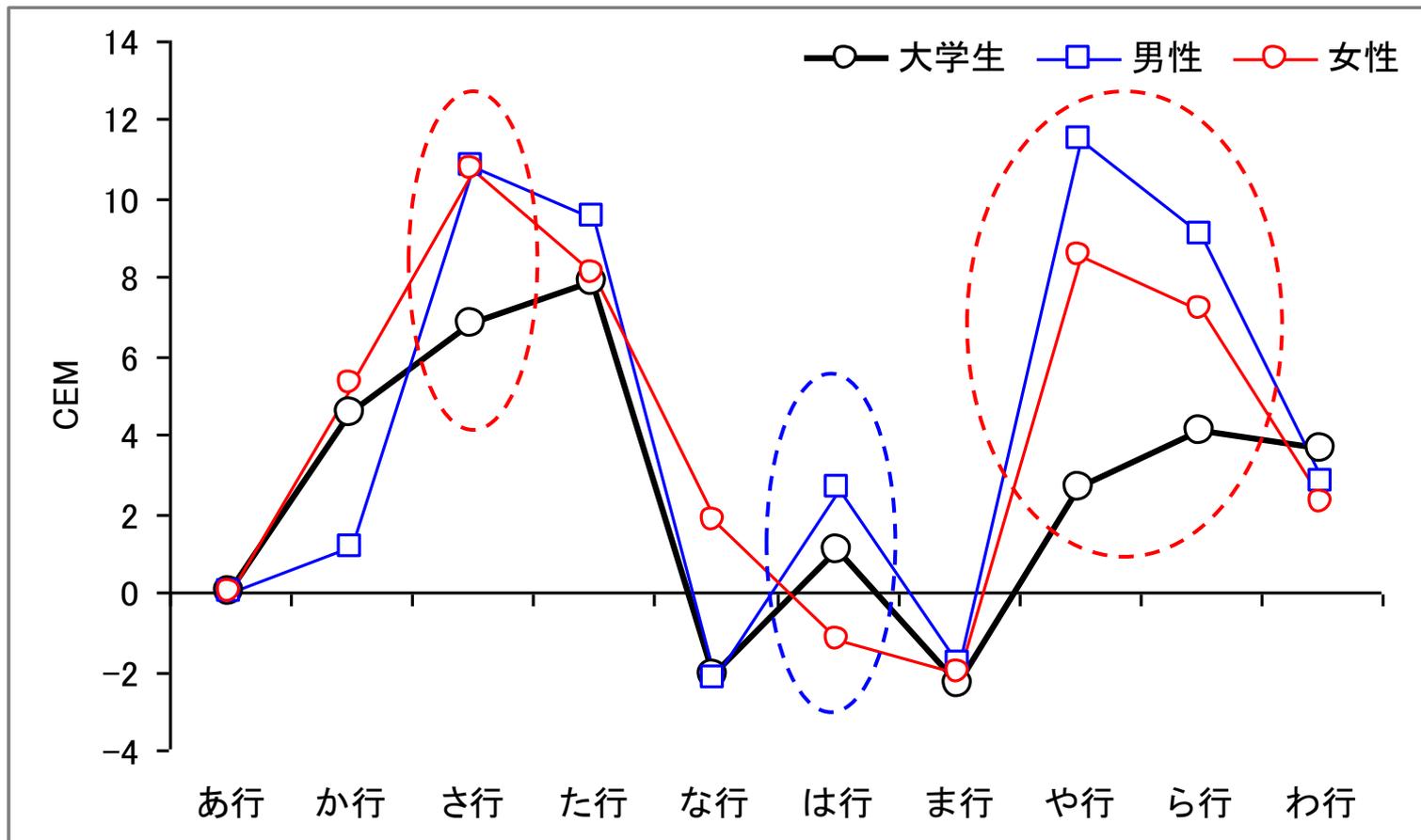
服薬群



非服薬群

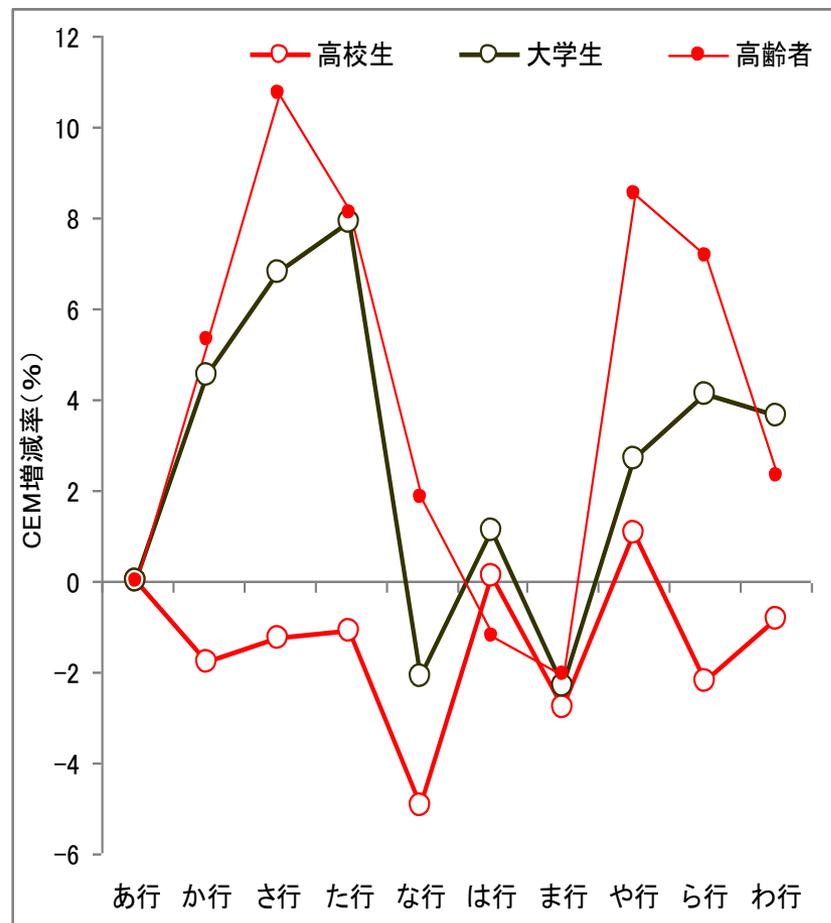
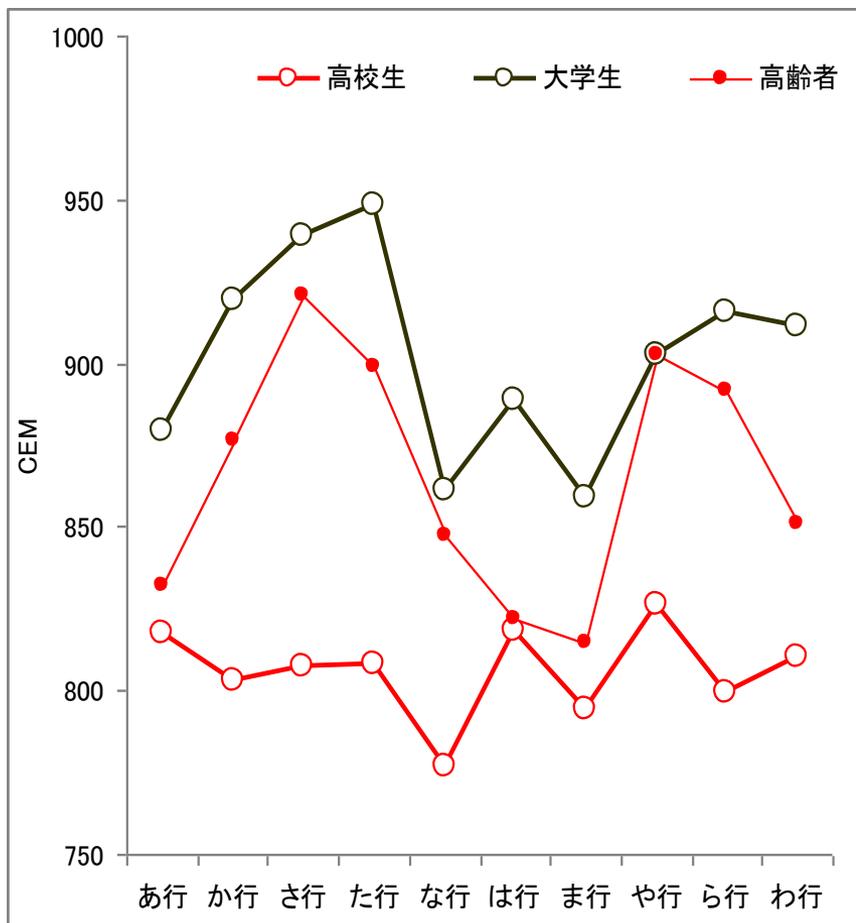
非服薬群(右)では性差や年齢差(大学生は女性)がみられるが、服薬群(左)ではみられない。高齢者は大学生よりで上下動が大きい。・・・発声技術と関係？

CEMによる発声技術評価例①



高齢者でさ行、や行、ら行が高く、女性のは行が低くなっている

CEMによる発声技術評価例②



高校生はレベルが低いだけでなく、あ行～わ行のパターンをみても、大学生や高齢者と異なっている。舌を使う子音が大きくなっていない。

文章のCEM

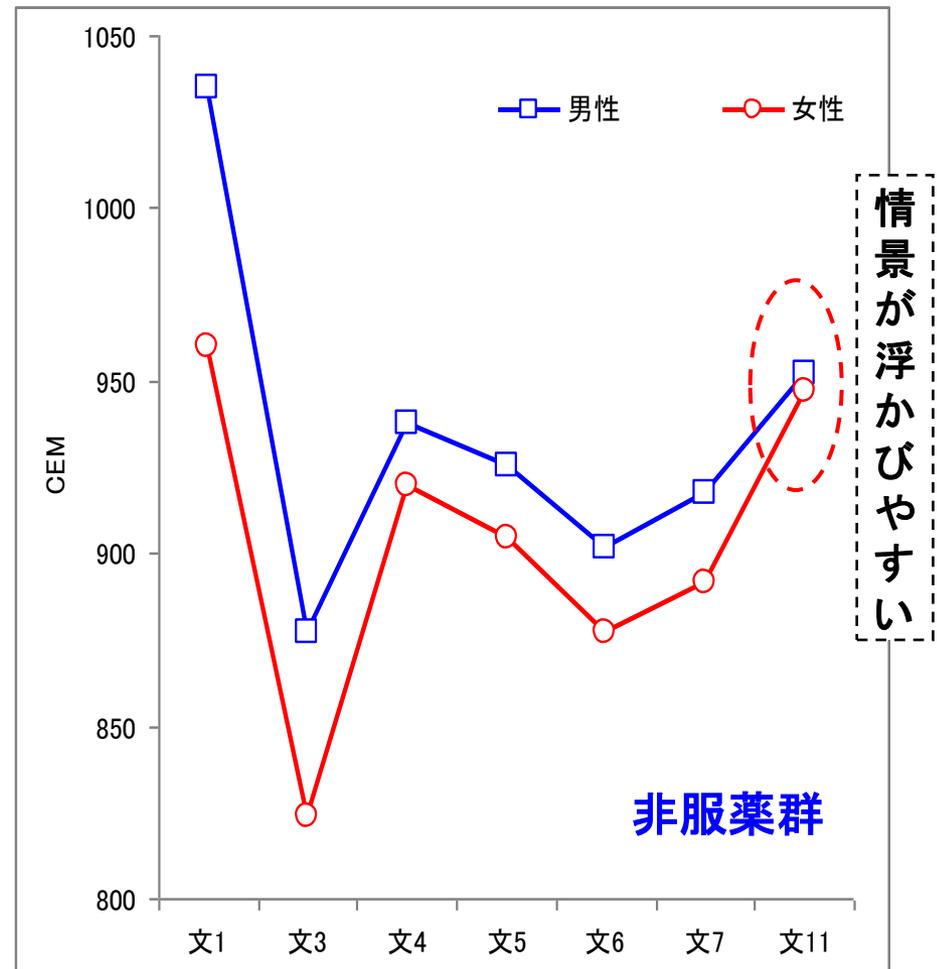
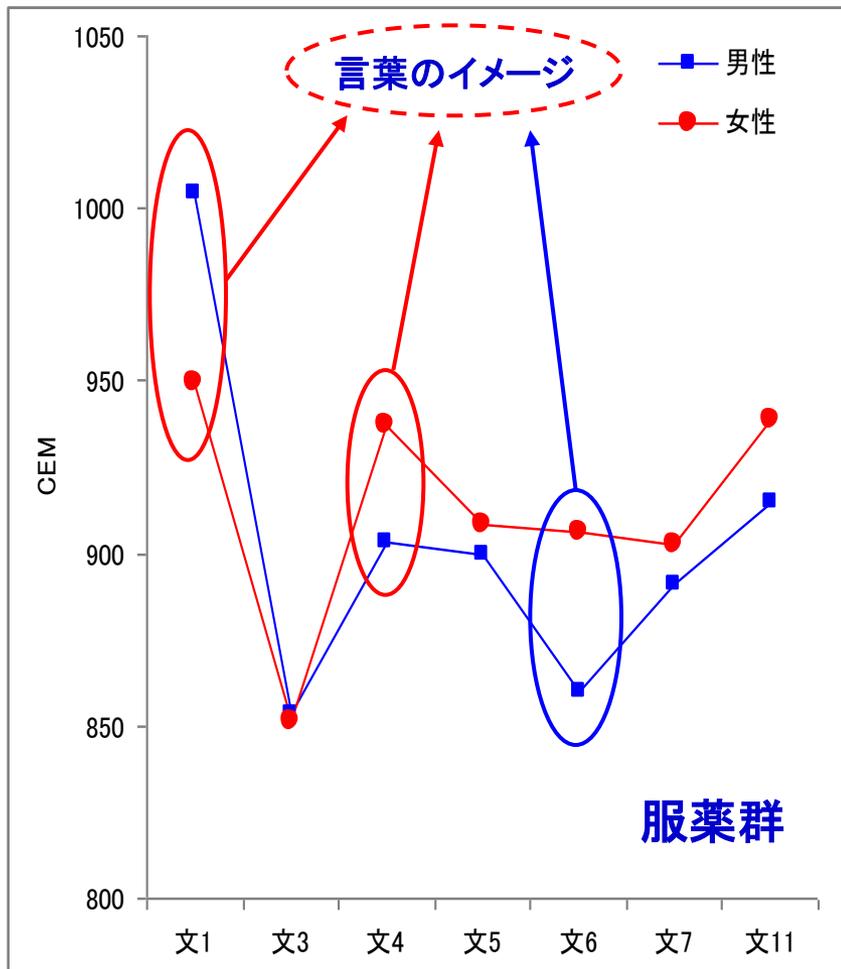
文章の内容

番号	内容
1	おきなわでは1月にさくらが咲きます
3	犬は大昔から人にかわれてきました
4	昔の人はお月さまを大切にした
5	地下鉄に乗ると外の天気がわからない
6	夜の海は波の音がとてもすてきです
7	いつもより遠回りして帰りたいですね
11	ココアを飲むと口のまわりにヒゲができる

言葉のイメージ

情景

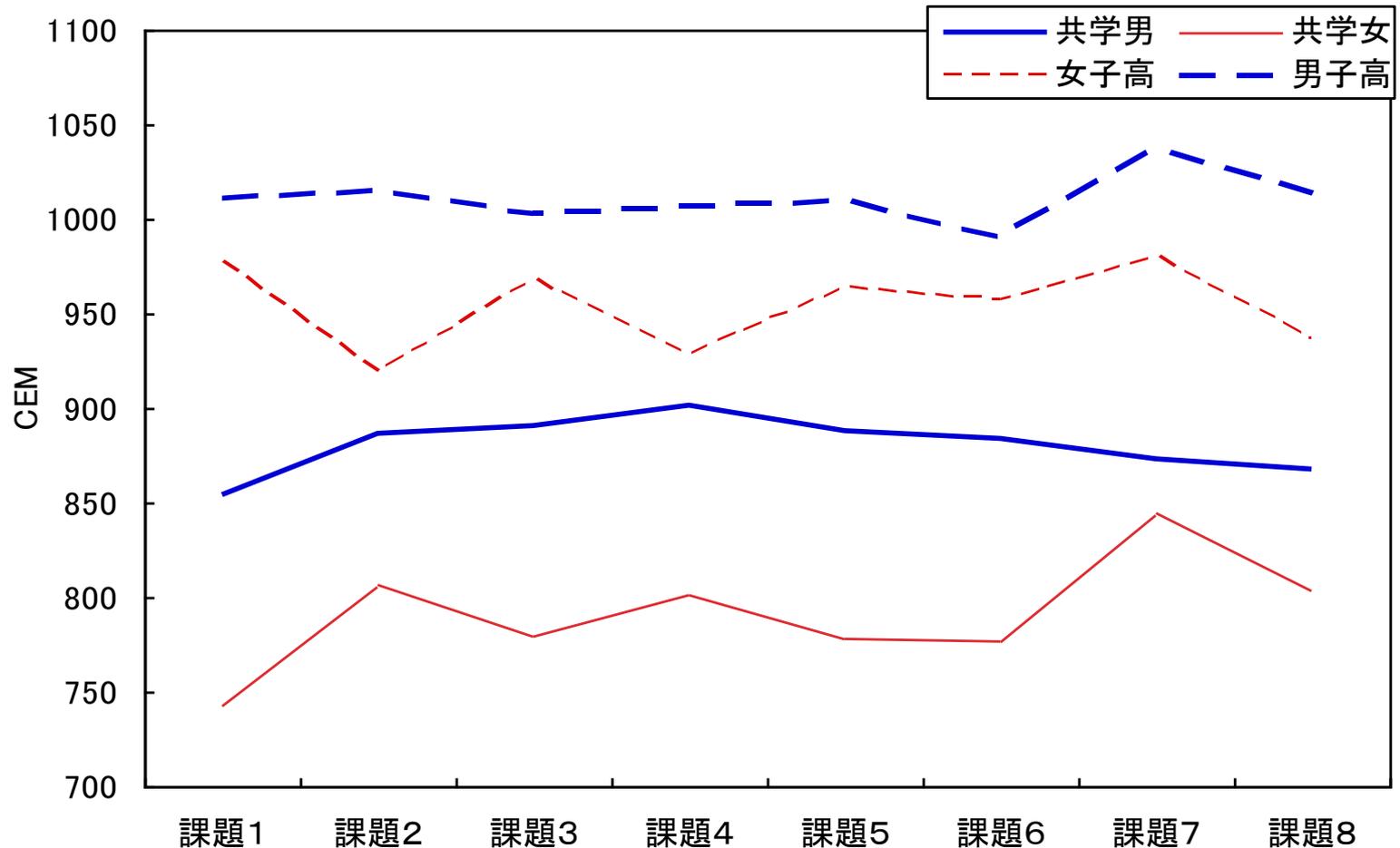
文章のCEM



非服薬群では、無意味課題に比して、男女差が小さくなっている。
ほとんどの女性は感情をこめて読んだが、そのような男性はほとんどいなかった。

CEMによる環境評価

CEMに対する環境の影響？



共学か共学でないかに関わらず、**男性が大きい**。
同性では、男女の別なく、**共学が小さい**。

まとめ

CEMと個人属性等との関係

- ①母音や子音によって異なり、母音より小さくなる子音がある(基本)
- ②読み手の発音・発声技術の影響を受ける
- ③成人では男性が女性より大きい
- ④年齢によって数値が異なる可能性がある
- ⑤人間に及ぼす生活環境の影響を評価できる可能性がある

CEMと心身状態との関係

- ①薬剤の影響を評価できる可能性がある
- ②CEMは低覚醒水準状態の評価に適している
- ③CEMは作業に対する意識が強くなる状況で小さくなる
- ④言葉の性質や配置ならびに読み手の感受性によって数値が異なる
- ⑤指数値だけで心身状態評価はできない

今後の課題

①音声解析技術の数学的問題点等の解決

→パラメータの見直し・・・軽度の疲労または単調時のデータで実施

②心身状態評価判定方法・判定基準の開発

→測定時刻の影響評価・・・サーカディアンリズムとの関係を見るための実験を実施

→標準朗読課題の決定・・・いくつかの外部指標との関係等から評価

→評価基準の試作・・・軽度の疲労または単調時のデータで実施

③発声技術等の評価

→標準パターンの決定・・・子音と発声技術との関係からみた子音のCEMの標準パターンを見つける

ご清聴ありがとうございました。