

発話音声を用いた 人間特性評価の可能性

機上等技術領域

○佐藤清、塩見格一、及川太

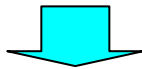
研究の動機

- ・2002年8月：在来線で貨物列車が逆走（広島駅）
 - ・2003年3月：新幹線で停止位置不良（岡山駅）
- 居眠り

指差喚呼確認の**音声**を用いた心身状態モニタリング？

音声を用いた従来の人間特性評価手法

- ・周波数特性等から性別・年齢・**心身状態**等の評価 → 緊張の評価は可能
- ・発話の特徴等から出身地・年齢・生活環境等の評価
- ・聞き取りによる発音・発声技術（滑舌）の評価



電子航法研究所の**音声解析技術**と出会う

→ 音声を**カオス論**的に解析して得られる**指数値**

= Cerebral Exponent Macro (**CEM**)

↳ 音声の**力強さ**を表現

音 声

対話型発声

会話

仲間との雑談等

復唱

点呼等

問答

情報交換等

航空管制官など

単独発声

主作業（朗読）

有意味

無意味

副作業（喚呼）

朗
読

想
起

自
由

鉄道の運転士など

CEMと心身状態との関係確認実験

・2004年～2008年

鉄道総合技術研究所と電子航法研究所との共同研究

長時間実験を5つ＝朗読音声と想起喚呼音声

- ・室内実験：徹夜実験(2名)、列車シミュレータ実験 I (12名)
- ・3睡眠条件での列車シミュレータ実験 II (4名)
- ・実車実験：I (20名)、II (20名)

短時間実験を5つ＝想起喚呼音声

- ・暗算実験(3条件と4条件)、DS実験(発声条件と負荷)
- ・実車実験：Ⅲ、バンク状曲線部、3速度条件(12名)

現場調査(8名)＝想起喚呼音声

- ・列車運転士の運転情報と喚呼CEMおよび心拍数

朗読CEMによる心身状態評価実験

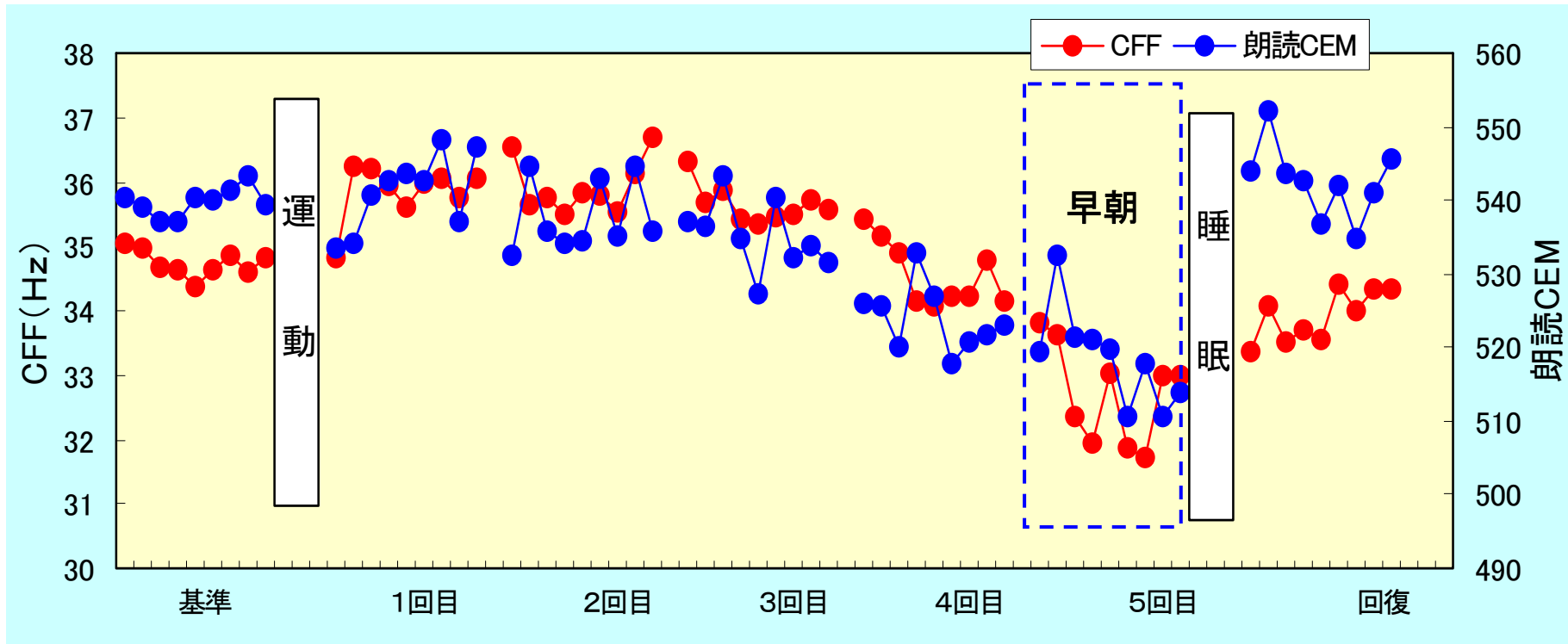
①被験者＝体育学系の大学生等12名

②5日間＝3日間訓練、実験2日間(1日目9:00～2日目14:00)



③馴染みのある
昔話の同じ朗読
カード5種類を
継続

朗読CEMとフリッカー値との関係



肉体的・精神的疲労 + 単調作業 + サーカディアンリズム

運動後相関: フリッカー値 (0.81)、心拍数 (0.76)、眠気尺度 (-0.94)



朗読CEMを用いた心身状態評価は可能

音声の測定条件・方法確認実験

- ・睡眠条件 自宅で睡眠を取る(自宅睡眠)、乗泊で3時間の睡眠を取る(3H睡眠)、一晩眠らない(徹夜)
- ・測定項目 発話音声(点呼時、指差喚呼時)、フリッカー値ほか



<点呼>

- ・帽子着用が被験者
- ・通常と同じ内容
- ・立位

<指差喚呼>

- ・通常と同じ
- ・座位

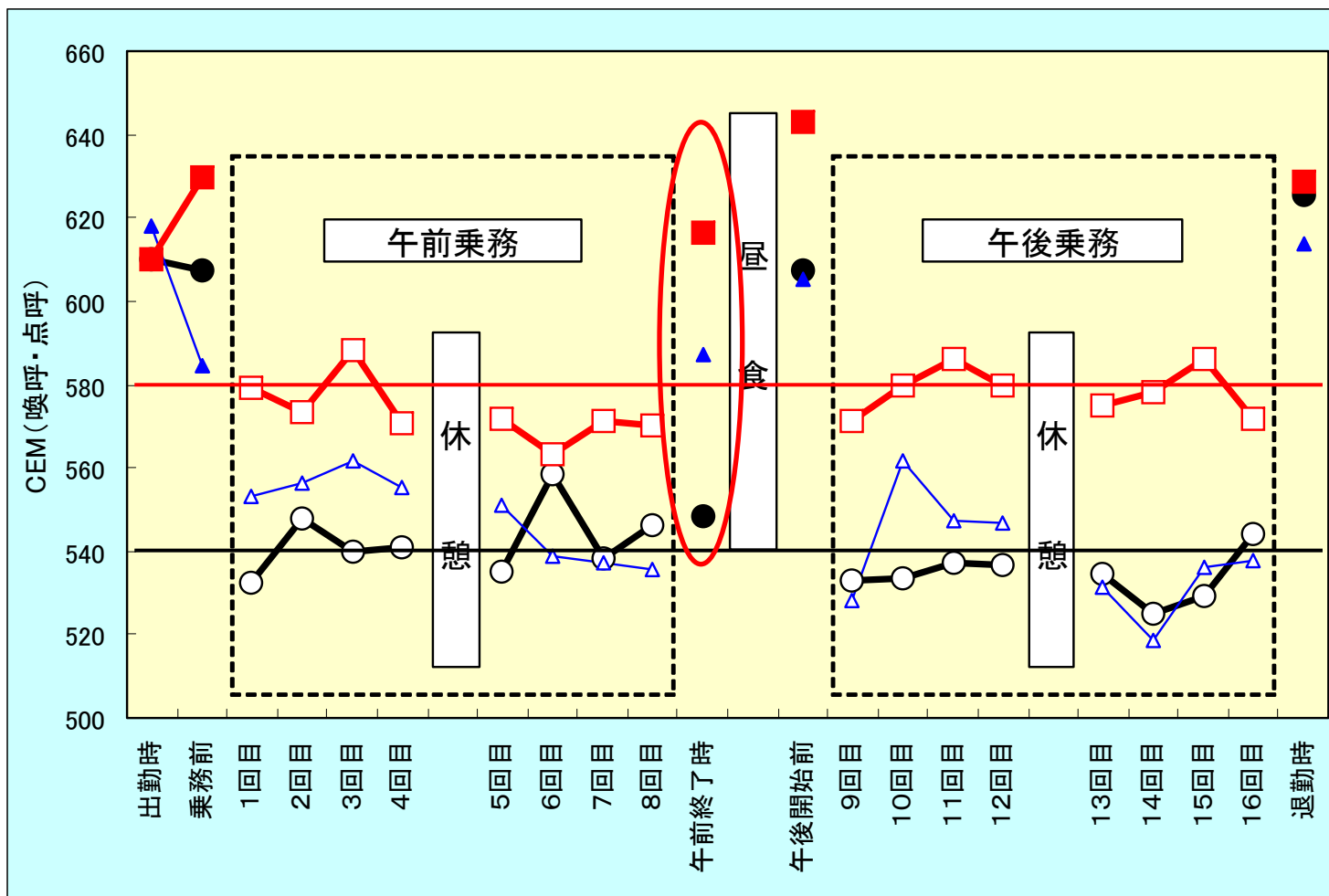


<フリッカー値>

- ・1片道分終了時
- ・運転姿勢と同じ

CEMからみた音声測定条件・方法の効果

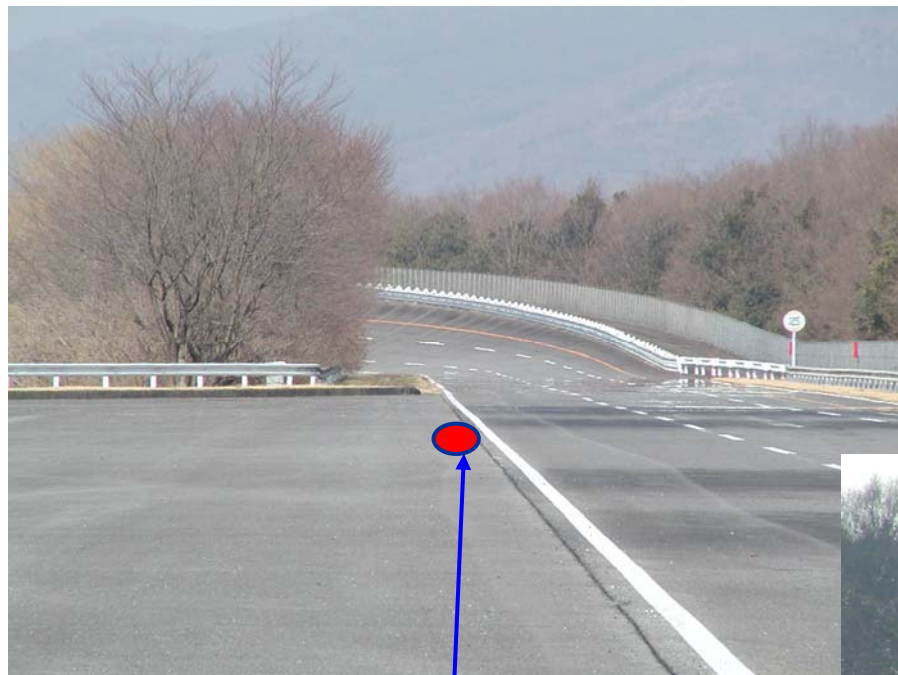
高い↑覚醒度
低い↓



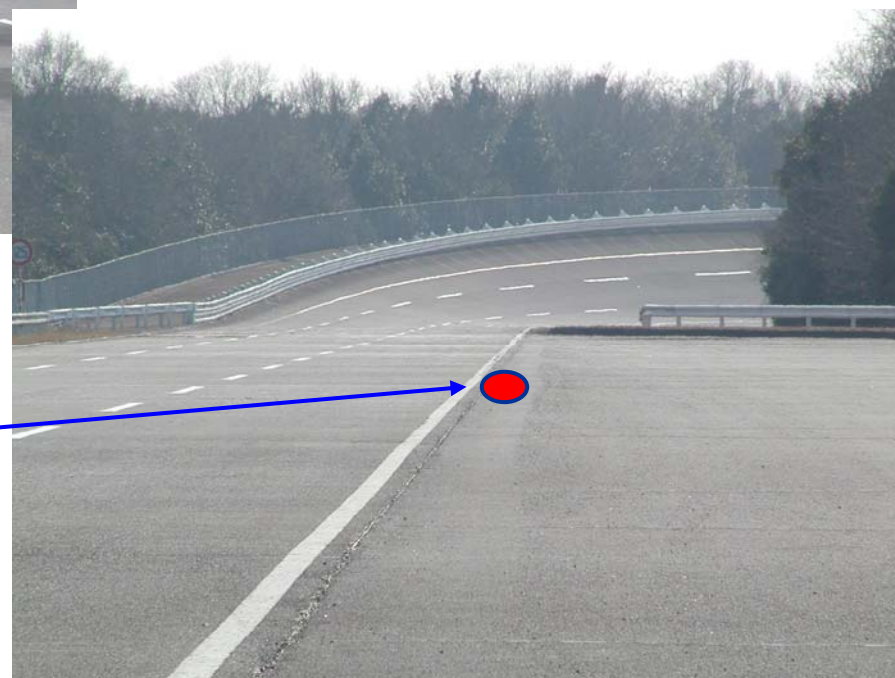
- ・喚呼(抜き)CEMは、午後に徹夜の低下が大きい
- ・点呼(潰し)CEMは、昼前に徹夜の低下が大きい

点呼方式では測定時点をより多くする

喚呼CEMと運転負担との関係確認実験

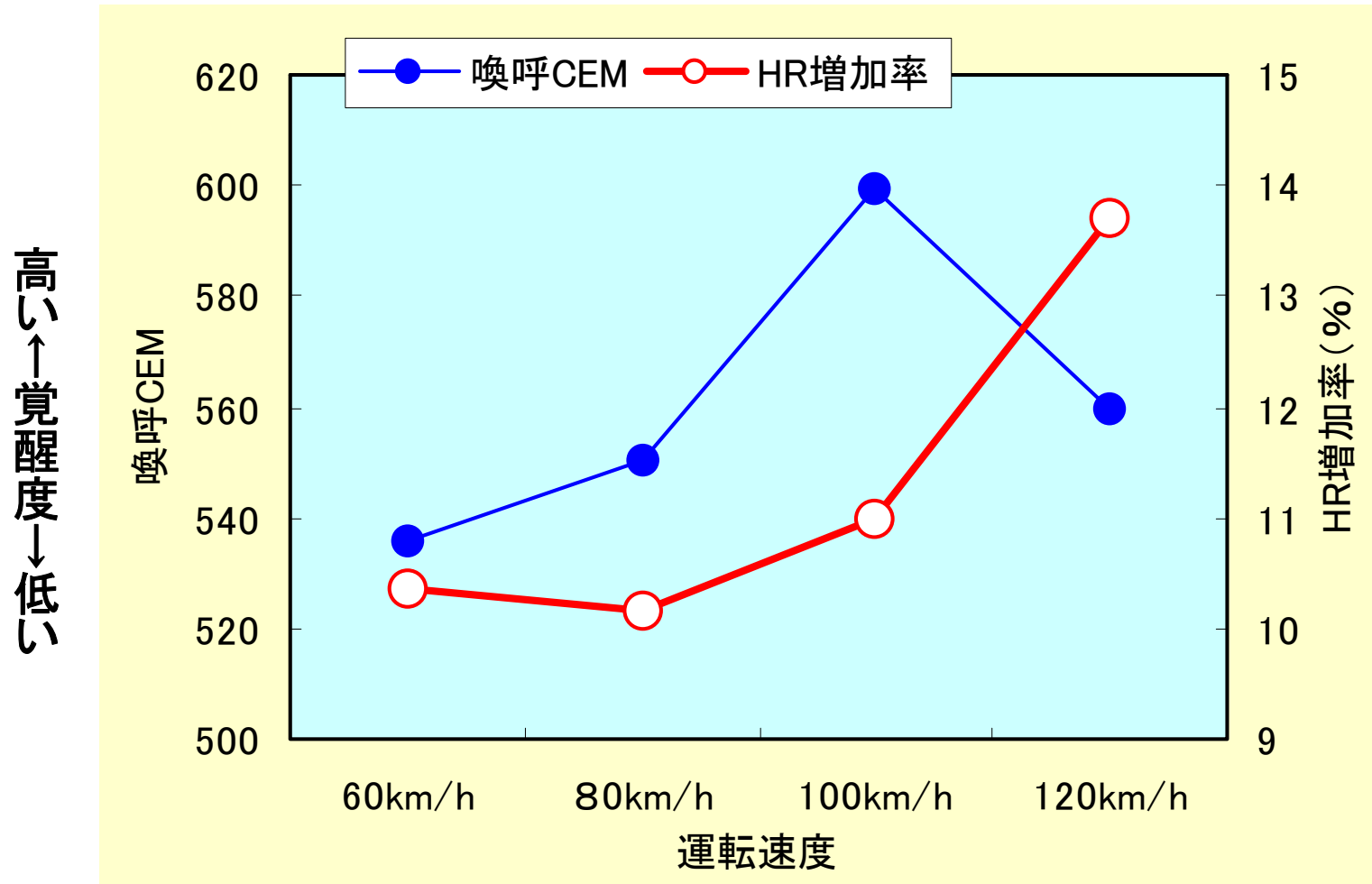


- ① 125km/hまではハンドル操作なしで走行可能なコース
- ② 速度60、80、100、120km/h
- ③ 看板位置で発声する(想起喚呼)
- ④ 運送会社のドライバー12名



看板
(4箇所)

喚呼CEMに対する過緊張の影響



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。

現在実施中の人間特性評価実験

実験とデータの概要

実験時間: 30分以内／人
作業姿勢: 椅座位
測定項目: 脈拍、発話音声、
体調等の質問紙

対象者:

小学生高学年女子 46名、
中高校生男女 226名、
大学生男女 133名、
高齢者男女 159名



主に使用するデータの概要

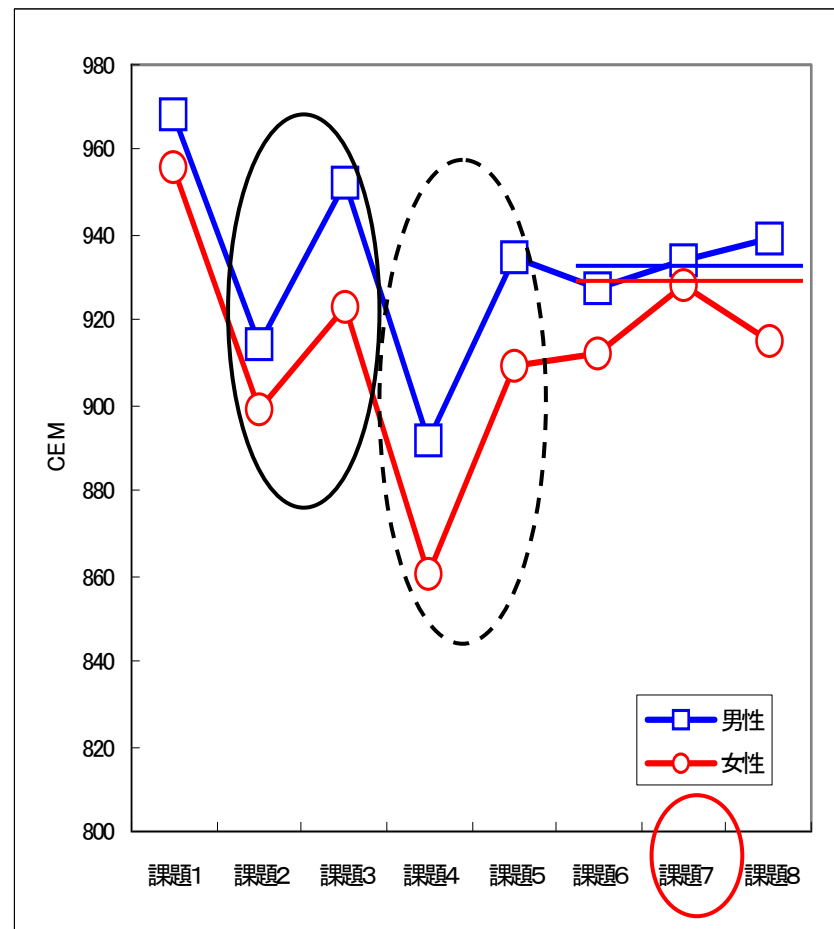
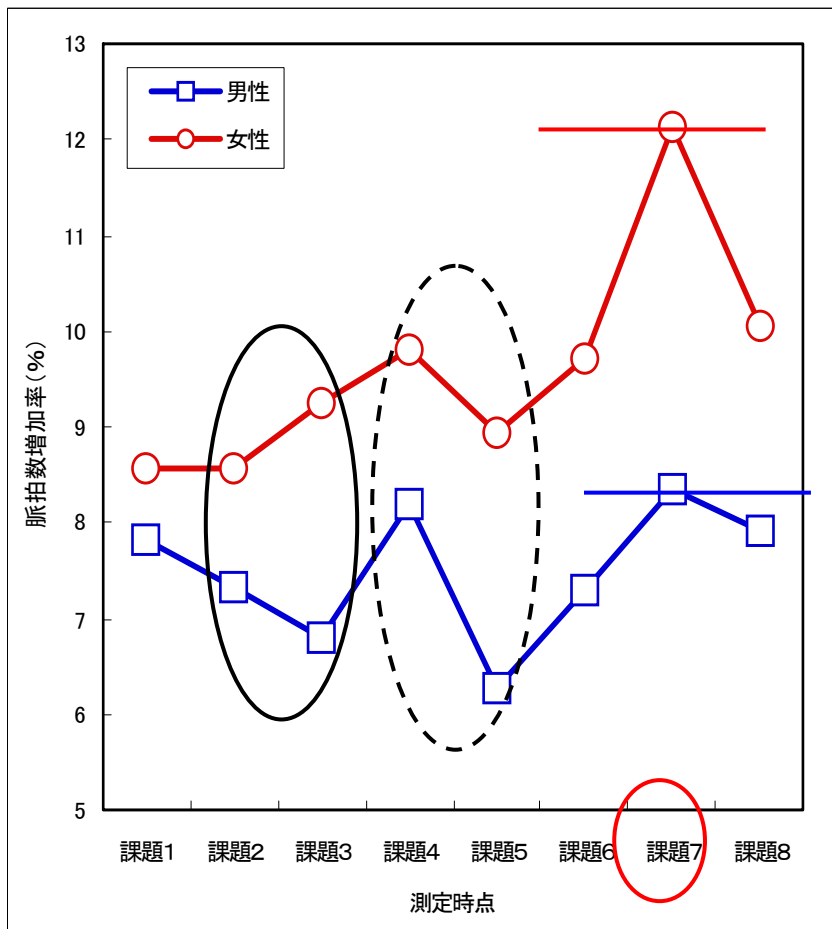
- ① 高齢者男性 79名 (69.7 ± 5.9歳) → 薬常用者 41名 (52%)
- ② 高齢者女性 80名 (69.5 ± 5.9歳) → 薬常用者 49名 (61%)

試作した朗読課題

幅広い年齢でのCEMと課題条件等との関係→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・「はれいのく」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

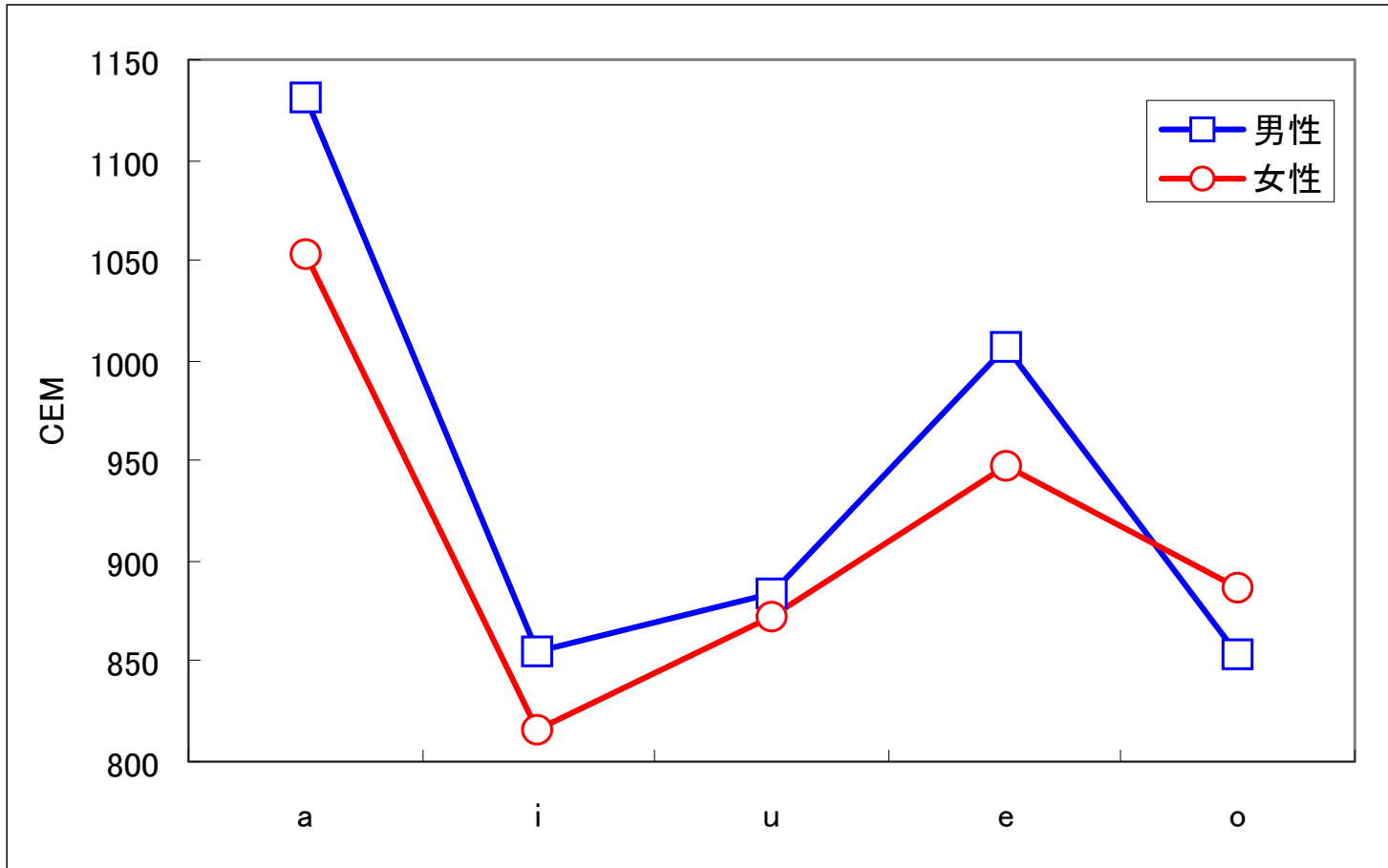
感情や意識および息の出し方との関係



文章課題では女性は脈拍・CEMとも高いが、男性はそうになっていない

無意味課題では、CEMは連続読みが小さいが、脈拍は概ね連続読みが大きい

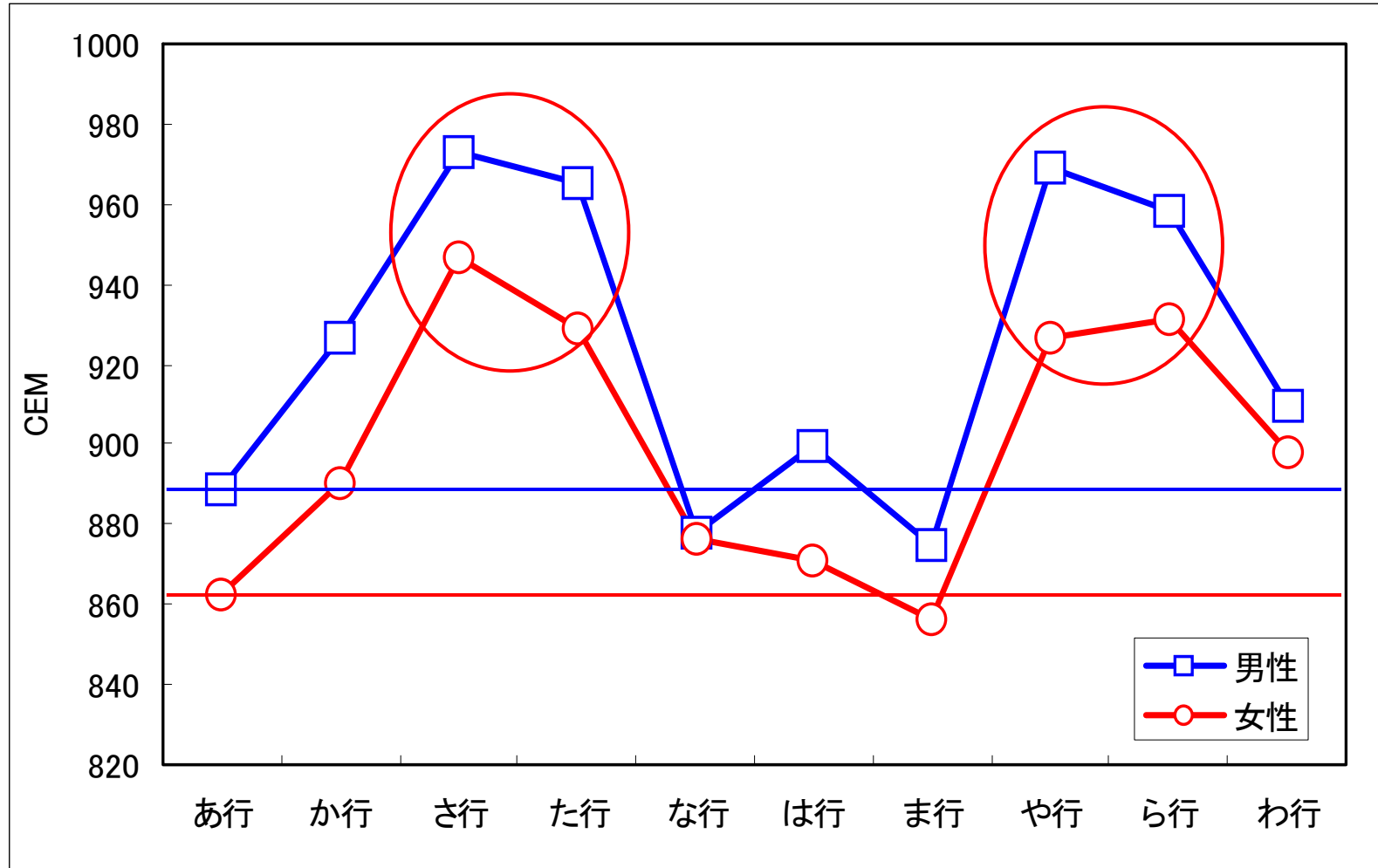
母音(課題8)のCEMの比較



「o」以外は、男性が大きいものの、傾向は概ね似ている

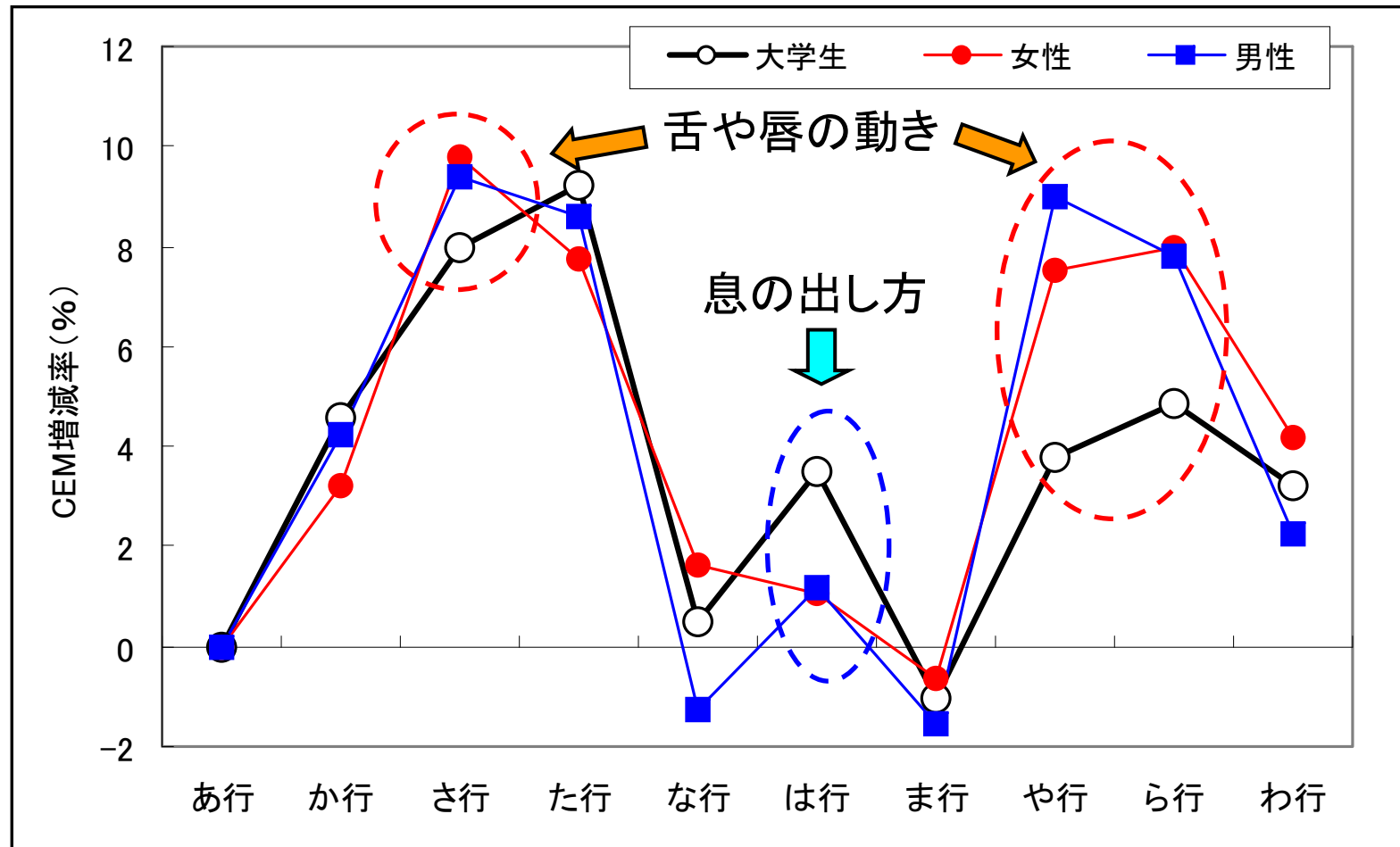
→情報伝達エラーの防止につながる？

子音(課題2)のCEMの比較



概ね男性が大きい。舌や唇を大きく動かす子音で数値が大きくなっている

CEMによる発音・発声技術(滑舌)評価



高齢者で さ行、や行、ら行が高く、は行が低くなっている

→情報伝達エラーの防止につながる？

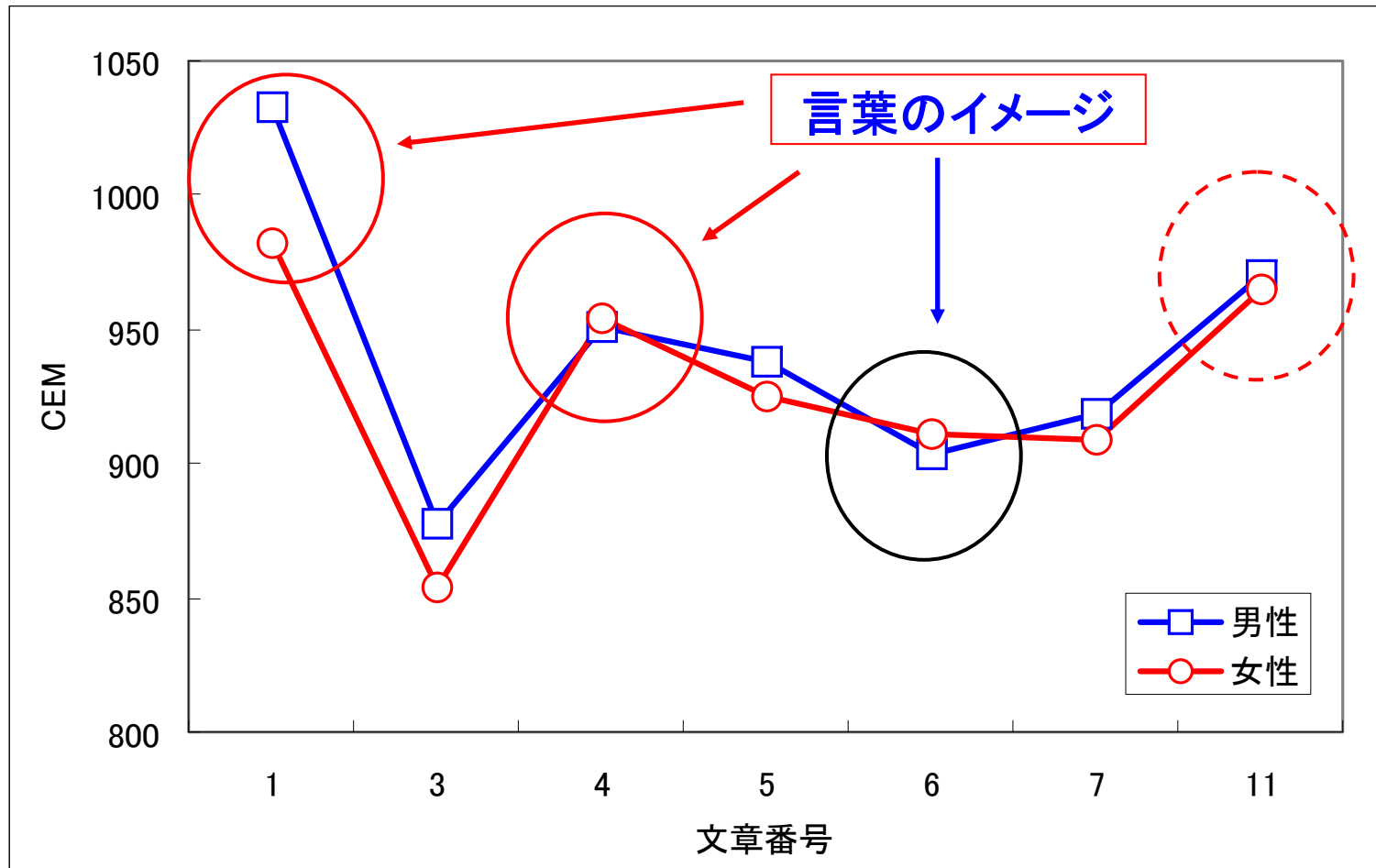
文章の内容

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

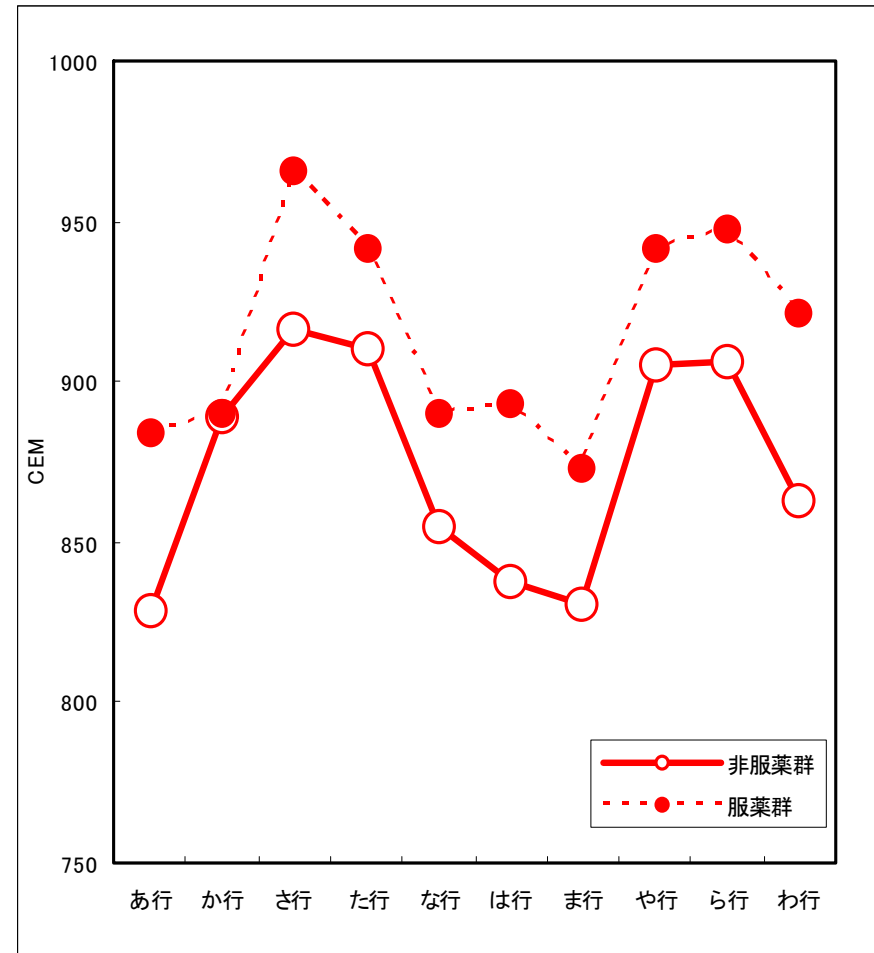
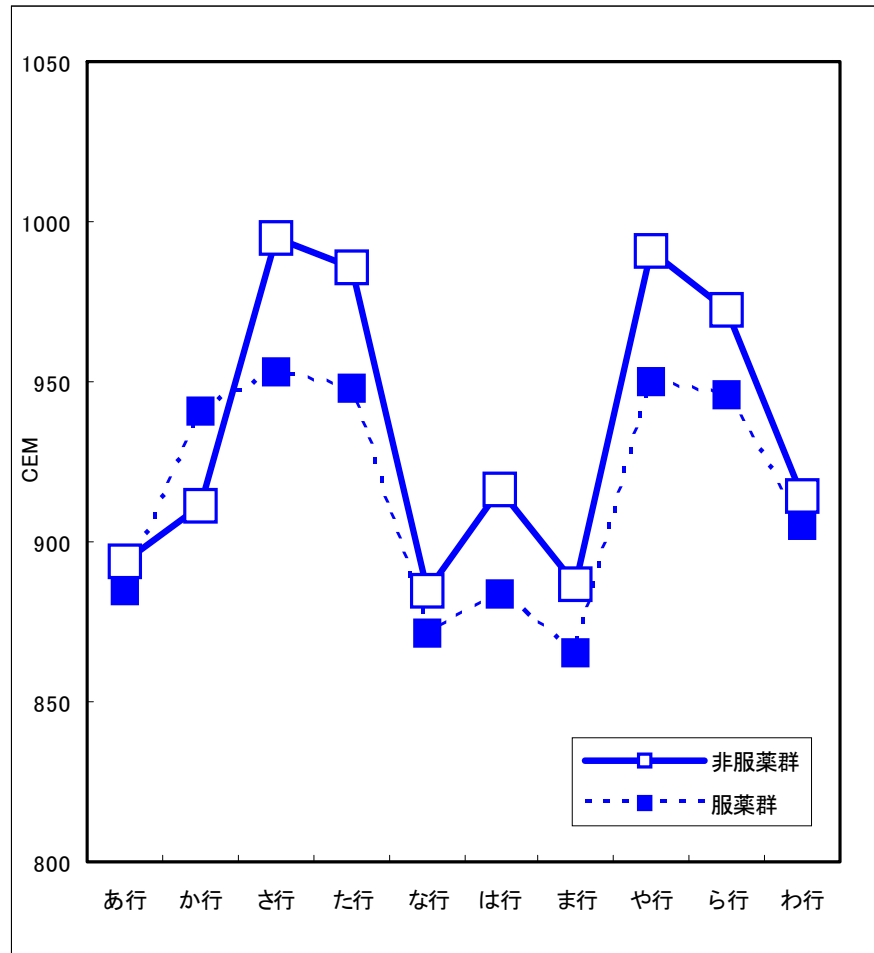
文章のCEM



文章のCEMの変動理由が複雑

→ 数値だけで状態評価はできない

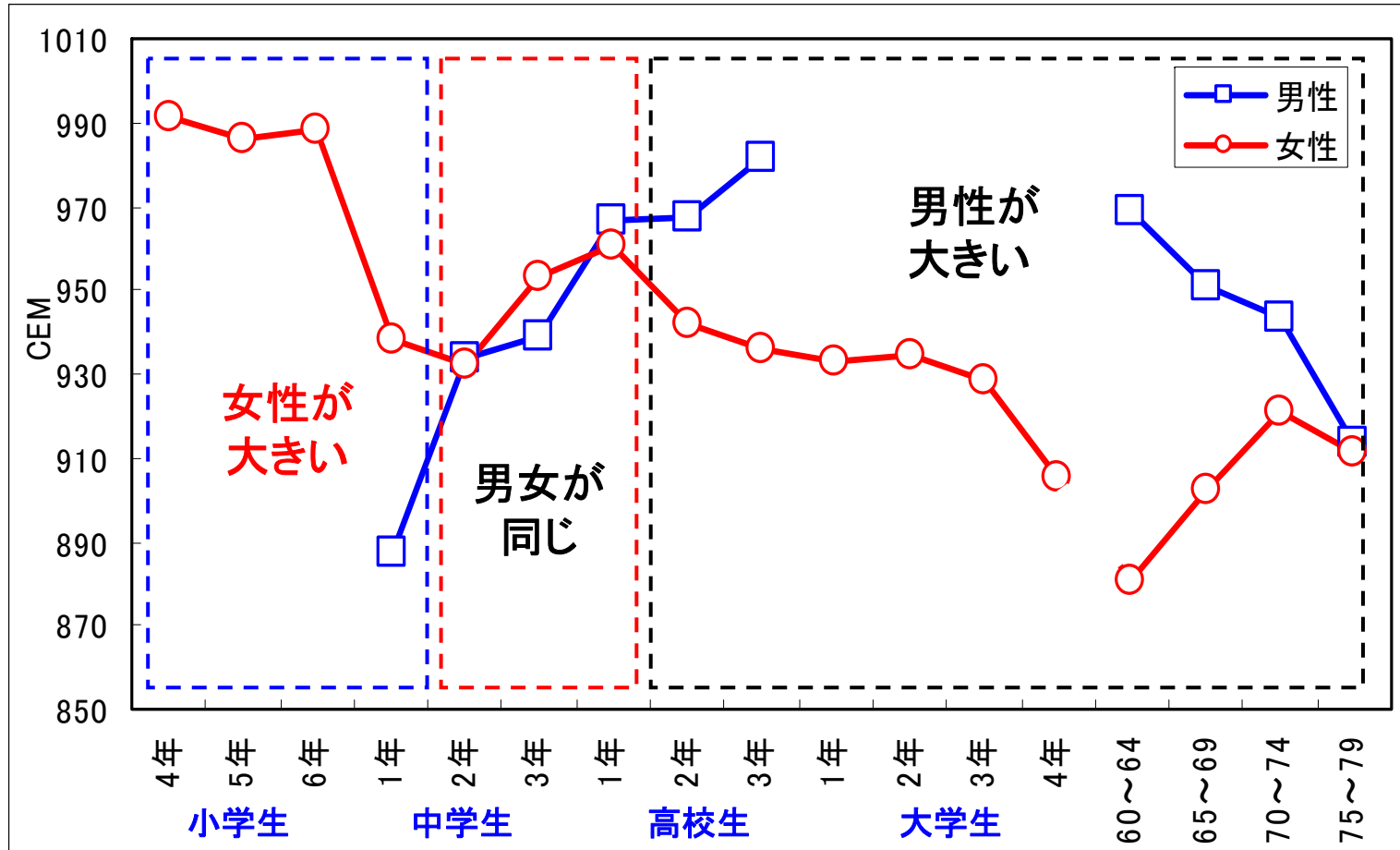
CEMに対する薬の影響？



男性(左図)では抑制的、女性(右図)では昂進的に作用する可能性がある

→薬の影響によるヒューマンエラー防止に役立つ？

CEMと性および年齢との関係



まとめ

CEMの基本特性

- 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
- ②指数値だけで心身状態評価はできない

CEMと個人属性的特性

- ①年齢によって数値が異なる可能性がある
- ②成人では男性が女性より大きい
- ③発音・発声技術の影響を受ける・・・生育・生活環境との関係

CEMと心身状態的特性

- ①朗読CEMは覚醒水準が高ければ大きく、低ければ小さい
- ②想起喚呼CEMは過緊張状態等では小さくなる
- ③薬(酒を含む)の影響を評価できる可能性がある
- ④文章は読み手の感受性等によって数値が異なる

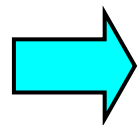
今後の課題

基礎的検討

- ①正しい発音・発声技術を有する人の音声の採取
- ②性・年齢との関係
- ③生育・生活環境との関係 → 発音・発声技術への影響
- ④姿勢の影響(臥位、座位、立位など)
- ⑤言葉の性質や文字の構成等との関係 などの解明

実用化にむけて

- ①標準朗読課題の作成
- ②心身状態評価判定方法・判定基準の開発
- ③音声の測定方法等の検討 など



航空管制官の業務負担評価

ご清聴ありがとうございました。