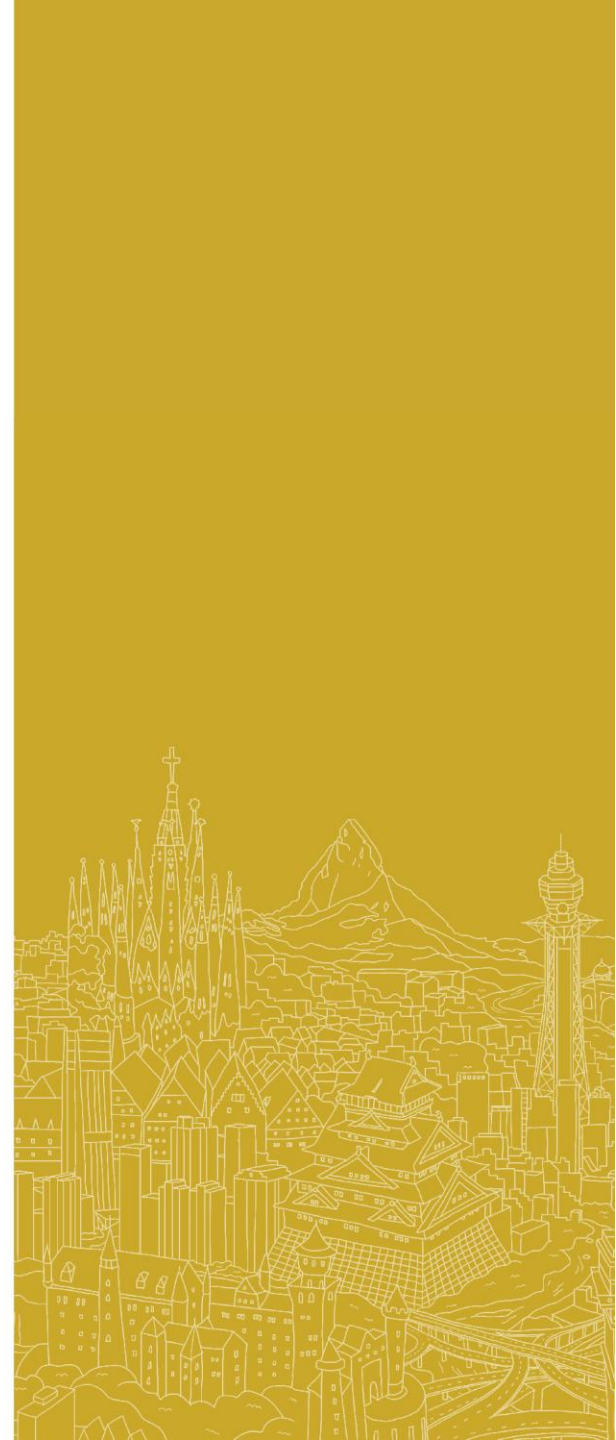


吹き戻し棒を応用した 肺機能評価機器の開発

© Osaka Metropolitan University All Rights Reserved.

大阪公立大学 大学院工学研究科
辻岡 哲夫



- 厚生労働省による健康日本21（第二次～第三次）

https://www.mhlw.go.jp/www1/topics/kenko21_11/s0.html

https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/kenkou/kenkounippon21_00006.html

主要な生活習慣病（がん，循環器疾患，糖尿病，COPD）について
数値目標が定められた

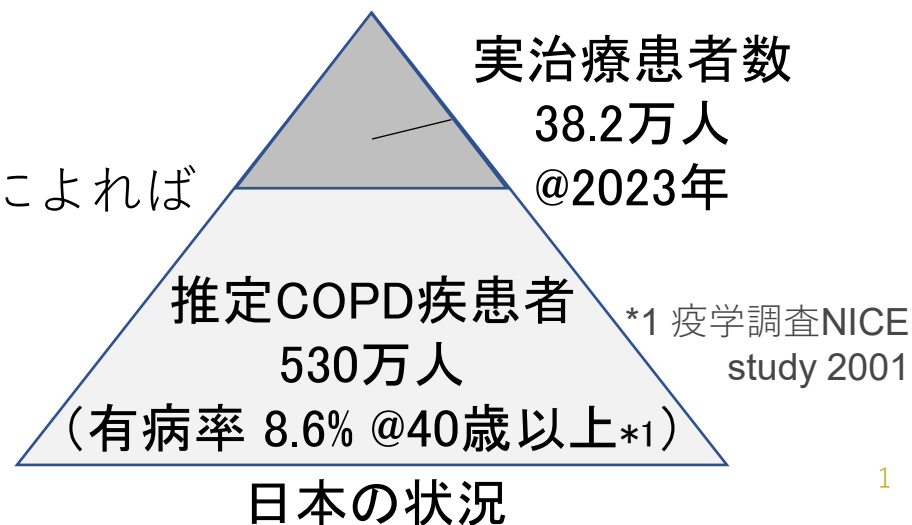
- COPD（Chronic Obstructive Pulmonary Disease）とは

- 慢性閉塞性肺疾患であり，慢性閉塞性気管支炎，肺気腫，または両方に伴って発生
- 原因は，喫煙，大気中に含まれる毒素，高齢化など
- 肺がんとの因果関係が深い

- 問題点

- あまり知られていない
- しかし，世界保健機構WHOによれば
2030年には死亡原因の第3位
になる勢い

※NHK「チョイス」(2024.1放送)
厚生労働省調査(2023)

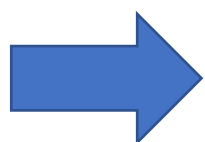


なぜ知られていないのか？

- 肺検査をする機会が少ない！
 - 人間ドックぐらい. . .
- 肺検査が高負担
 - 全力で吸って，全力で吐ききる必要がある

どうすればいいのか？

- もっと手軽に検査する方法が必要！
- 肺トレーニングをしながら検査・測定ができてしまう方法を検討



**我々の答えは
「吹き戻し棒を用いた
肺機能評価」**





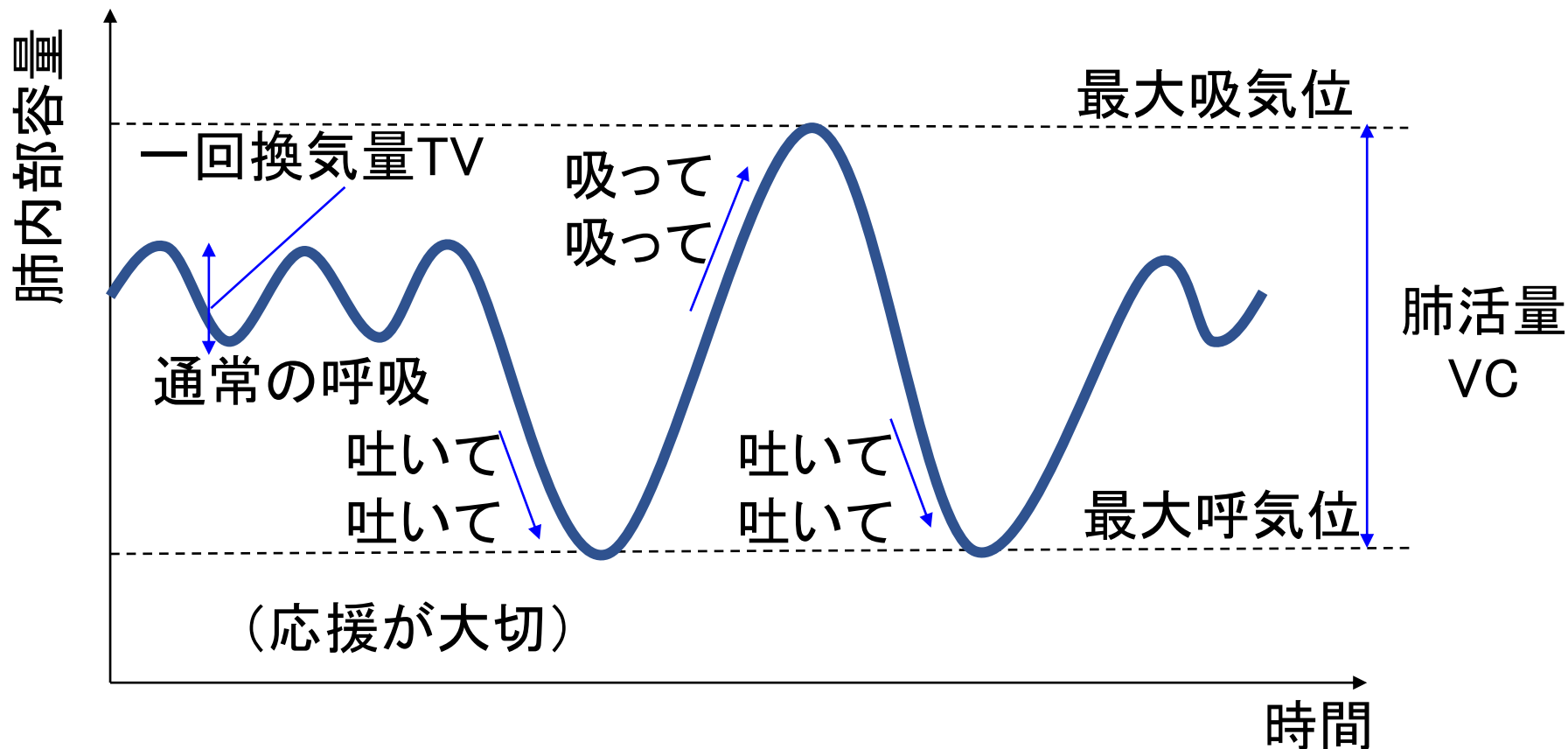
- スパイロメータを使用したスパイロメトリ（肺機能検査）



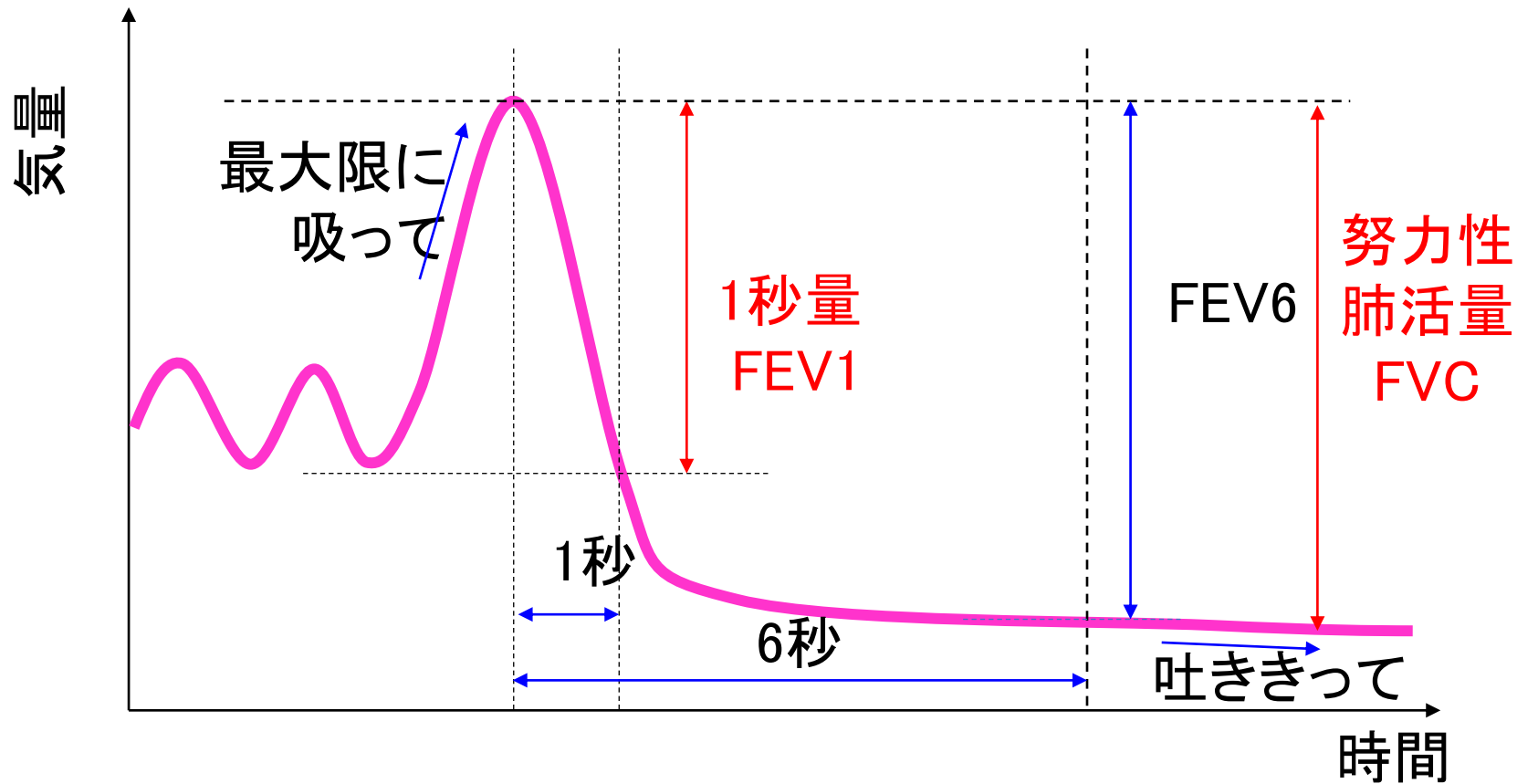
- 流量計測
 - 熱線型呼吸流量計 ※微小流量の計測に適する
 - 超音波流量計
 - 差圧式呼吸流量計（ニューモタコグラフ）

- 肺活量 (VC: Vital Capacity)
目一杯時間を掛けて、ゆっくりと吐ききってから、ゆっくりと吸いきって測定した肺活量
- 努力性肺活量 (FVC: Forced Vital Capacity)
思いっきりはやく息を吐いて、さらにトータルで6秒以上吐き続けて計測した肺活量
- 肺活量(VC, FVC)の予測値 (標準値) の計算方法
(日本呼吸器学会(2001年)の式)
男性 $VC(L) = 0.045 \times HT(cm) - 0.023 \times age - 2.258$
女性 $VC(L) = 0.032 \times HT(cm) - 0.018 \times age - 1.178$

(VC計測時)

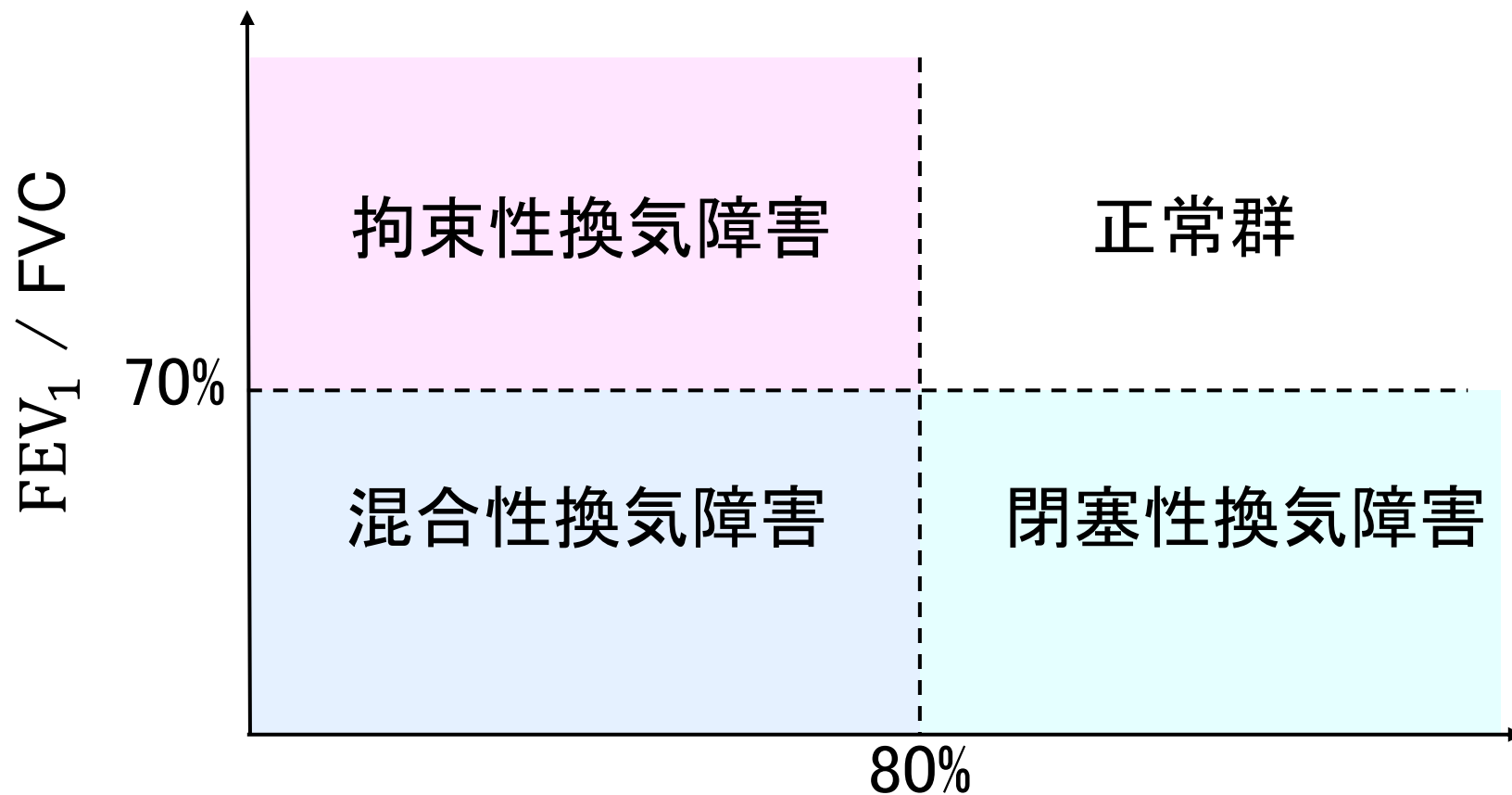


(FVC計測時)



換気障害の分類

最初の1秒でどれだけ息を吐けるか

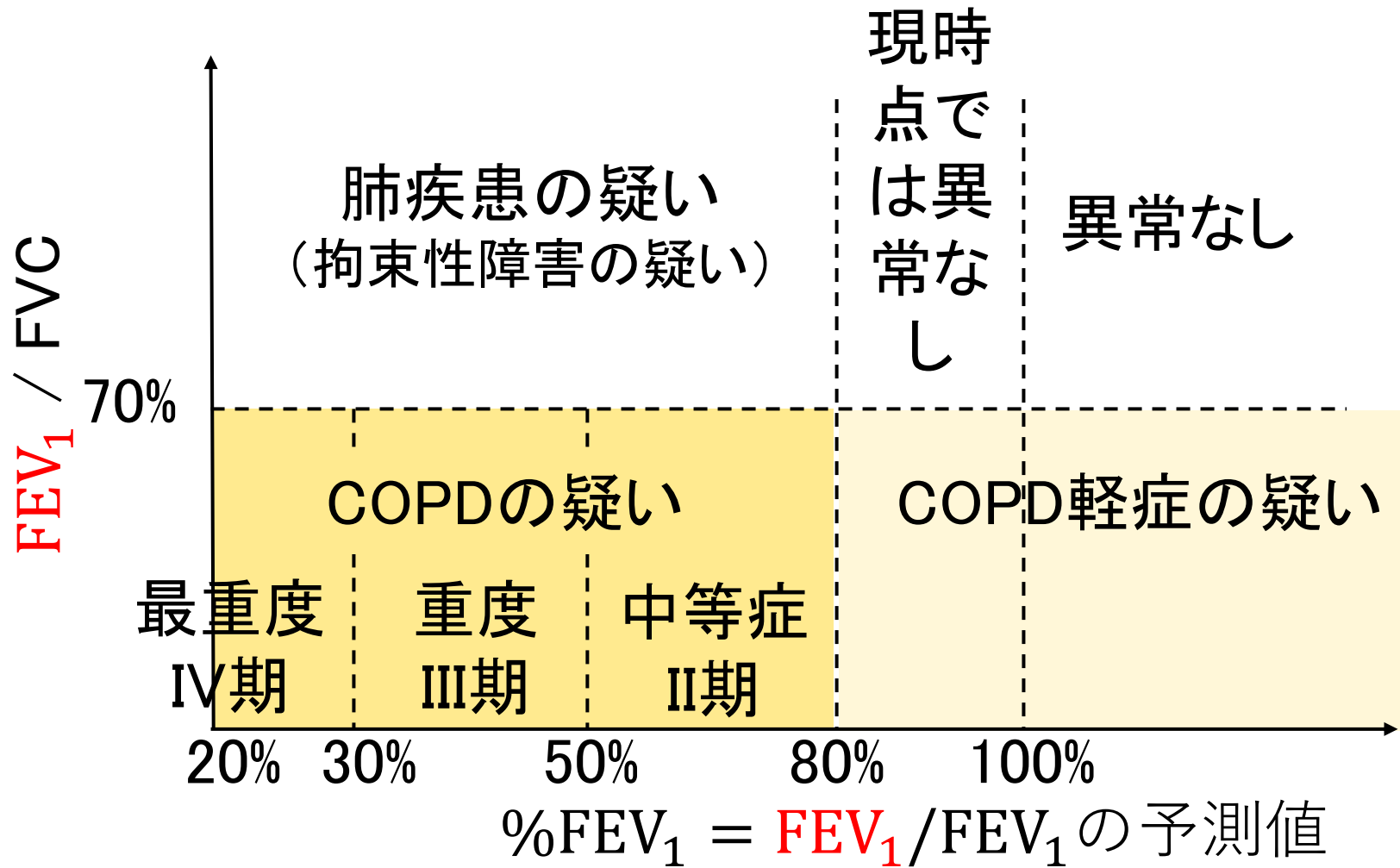


%VC = VC/VCの予測値

肺活量が標準値よりもどれだけ小さいか？

COPDの診断には一秒量 FEV_1 を使う

最初の1秒でどれだけ息を吐けるか



努力性肺活量が標準値よりもどれだけ小さいか？

わかりやすい「肺年齢」という指標

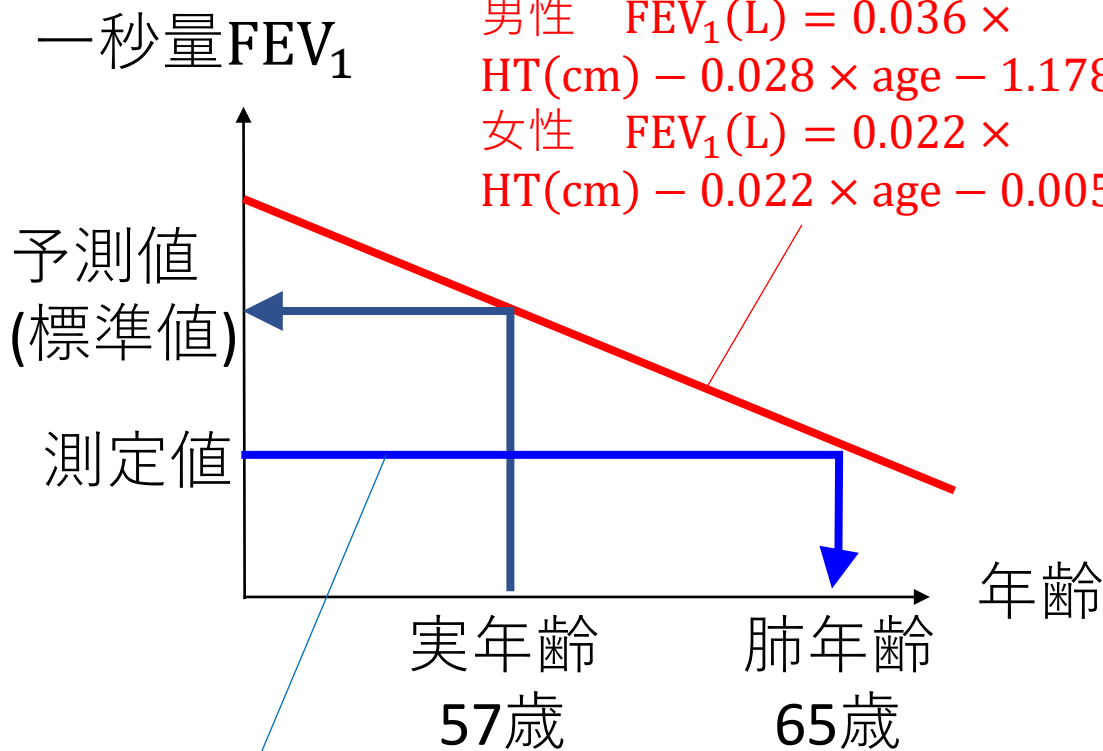


2008年，日本呼吸器学会によりコンセプトが制定

一秒量 FEV_1 の標準回帰式

男性 $FEV_1(L) = 0.036 \times$
 $HT(cm) - 0.028 \times age - 1.178$

女性 $FEV_1(L) = 0.022 \times$
 $HT(cm) - 0.022 \times age - 0.005$



肺年齢： 65歳
(+10歳)

[コメント] 境界領域
(現時点では異常なし)

同姓同年代の平均値に比べ数値がやや悪く，今後も定期的な呼吸機能検査を続ける必要があります。
※肺年齢の評価は目安ですので，最終的には医師の診断を要します。

一秒量を測定してみたら標準値より低かったとき，
肺年齢は上がる

吹き戻し棒を使った健康活動

- 大阪府立大学 松浦義昌先生の活動「遊びの中での健康づくり」
- 2020年、松浦先生より相談を受ける



平成27年度大阪府立大学 体験参加型講座

遊びの中での健康づくり

— 吹き戻し棒を用いた遊びや製作体験を通じて心もからだもリフレッシュ —

吹き戻し棒は、吹き方を工夫することで音が変わるため、昔から子供たちの間で親しまれてきました。近年では、遊び感覚で取り組むことのできる小児喘息や言語障害などの呼吸訓練及び美容トレーニングの道具として注目されています。また、吹き戻し棒、吹き方を変えたり回数を増やすことによって心拍数や体温上昇などの生理的変化やストレスの解消といった心理的な変化も促されます。そこで本講座では、吹き戻し棒を用いた様々な遊びや実際の製作体験を通じて、楽しみながら健康づくりにチャレンジし、「心もからだもリフレッシュ」を目標に行っていきます。

平成28年
3月5日(土) 13:30~15:00
講師:大阪府立大学 地域連携研究機構 准教授 松浦 義昌
場所:大阪府立大学 I-site なんば

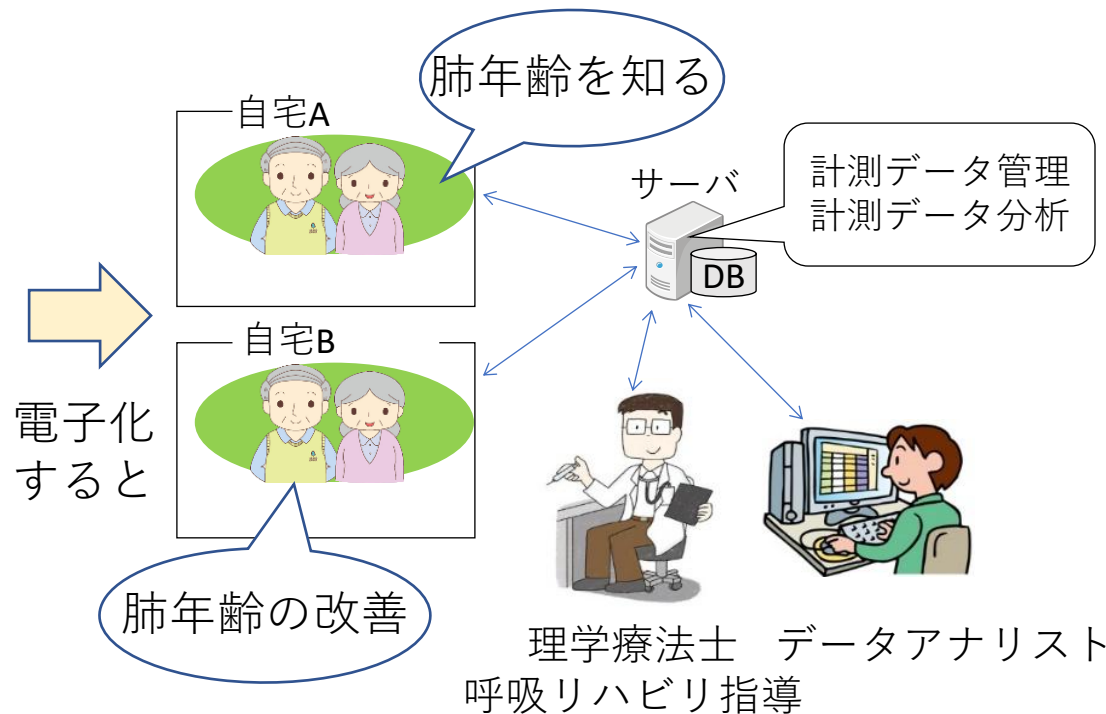
対象 年齢問わず
どなたでも
※小学生以下は要保護者同伴

受講料
1,500円
(製作材料費含む)

実際に吹き戻し棒を作って体験してみよう!
年齢問わずに参加できます。
皆さん、一緒に参加してください!
そして、家でも遊んでみよう!

「地域のピーヒャラ」、1本ずつ増やして、挑戦!

思いっきり吹くとこうなります



いろいろな吹き戻し棒



吹き戻し棒

多数の吹き戻し棒をつないだ商品

どの吹き戻しを使うのか？

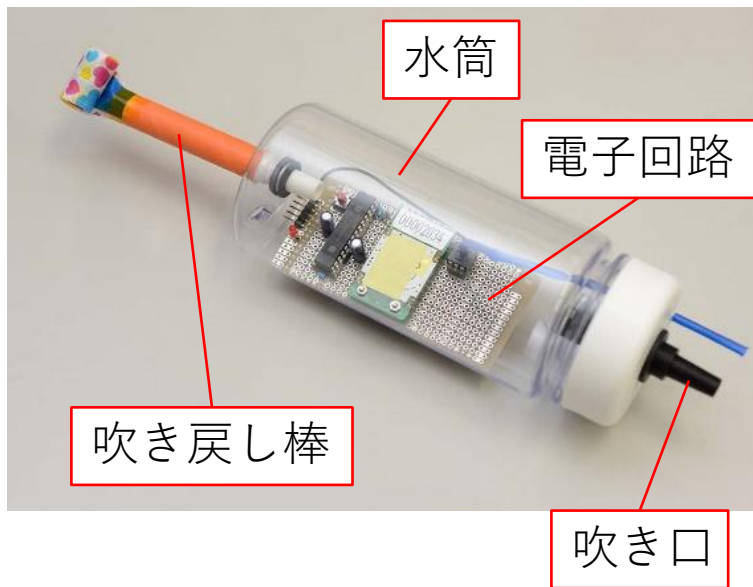
→ 玩具用（ブレが少ない）

何を測定するのか？（一秒量と相関の高い項目を検討）

→ 内部圧力 ※圧力変化を解析して特徴量を算出

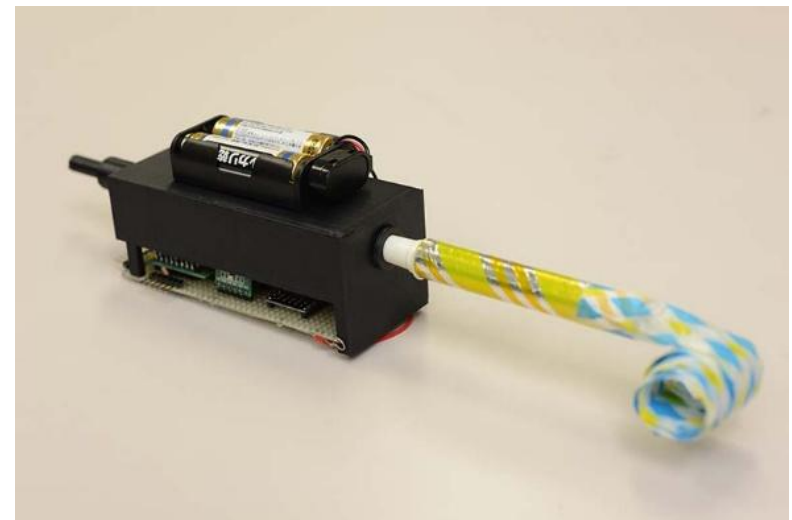
試作した電子化吹き戻し棒

第1期試作機



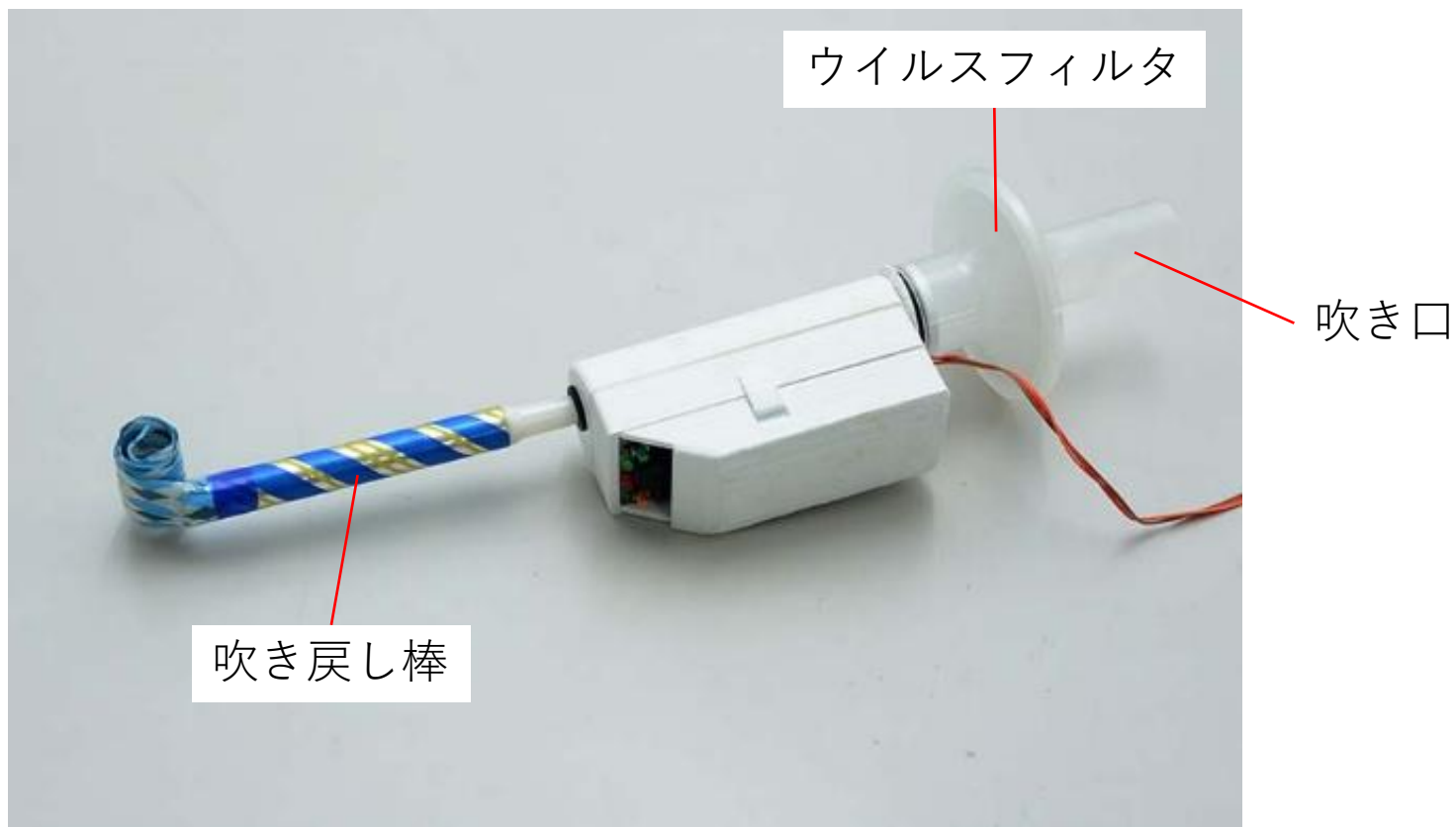
水筒の中に電子回路基板とセンサを実装した

第2期試作機



電子回路を外付け仕様に変更し，3Dプリンタで筐体を製作した

第3期試作機



ウイルスフィルタを接続できる（被験者実験のため）
Bluetooth無線通信機能を搭載 → 宅内ルータ経由でサーバに接続できる
加速度センサを搭載 → 振ることで電源ON
タイムアウトで電源OFF

被験者実験

のべ10回のイベントにおいて、325名の被験者にご協力をいただいた



吹田市 みんなの健康展



パナソニック
スタジアム吹田



健都地区
健康測定会



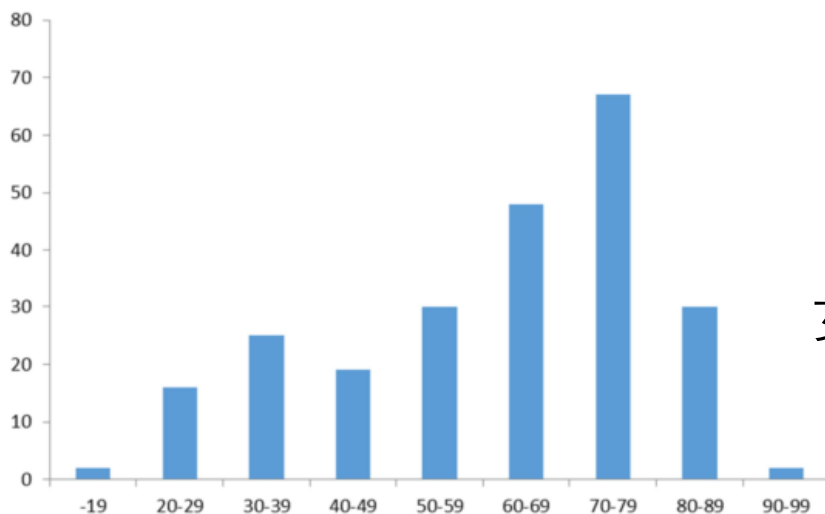
茨木市×藍野大学
身体機能測定会



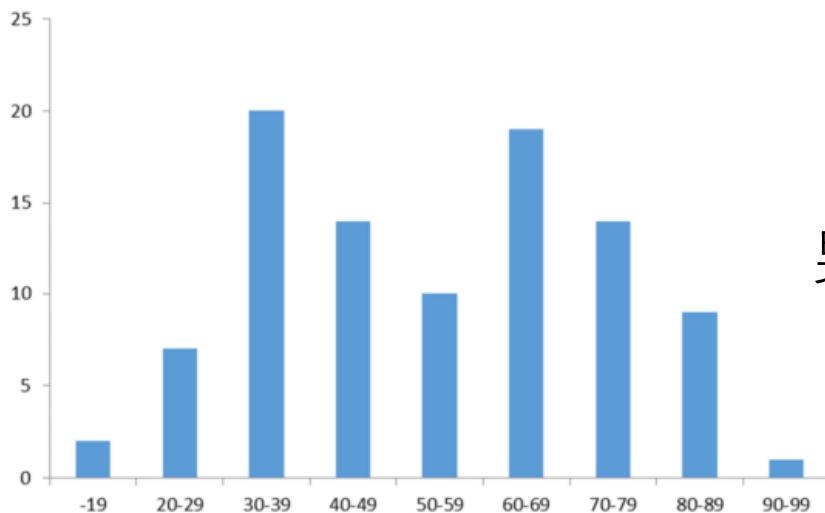
堺市の自治会イベント 堺市 スポーツフェスタ



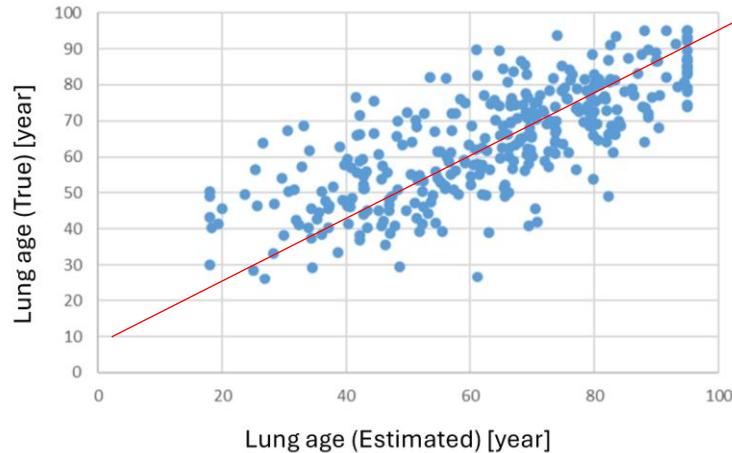
被験者の年齢分布



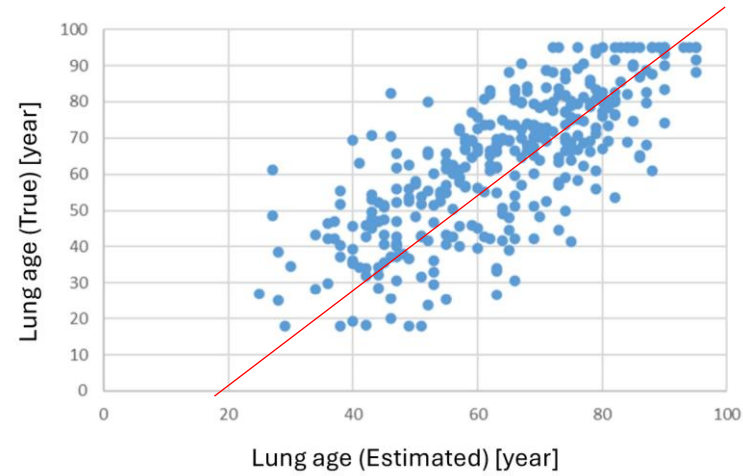
女性 229名
(喫煙歴のある人 33名)



男性 96名
(喫煙歴のある人 29名)



(a) 方式1の結果



(b) 方式2の結果

	組み合わせ1		組み合わせ2		組み合わせ3		組み合わせ4	
sex	Female	Male	Female	Male	Female	Male	Female	Male
Mean RMSE	13.135	11.887	13.047	11.785	13.363	11.869	13.188	12.098
SD of RMSE	1.952	2.013	1.492	1.816	0.494	2.677	0.853	2.308

特徴量の組み合わせと肺年齢の推定誤差

- 肺年齢の推定においては、**RMSE = 約11歳**の精度で測定可
- 肺トレーニングの指標としても十分に使える

- 吹き戻し棒を用いた肺機能評価機器を開発
 - スパイロメータよりも簡単に測定が可能
 - Bluetooth搭載により，サーバに測定データを蓄積可能
 - ユーザはWebサイトで測定結果・履歴を閲覧可能
- 被験者実験を実施
 - みんなの健康展，パナソニックスタジアム吹田，健都地区健康測定会など
 - 合計325名よりデータを取得させていただいた
- 性能評価
 - 肺年齢については，RMSE約11歳の精度で推定可能
- 今後の予定
 - 肺年齢以外の肺機能パラメータの推定（FVC, VCの推定など）