

マイクロ波レーダーなどの生体センサを用いた非接触バイタルサイン計測技術による医用機器の実用化研究開発

BLSCセミナー
2017/02/23

電気通信大学
孫光鎬



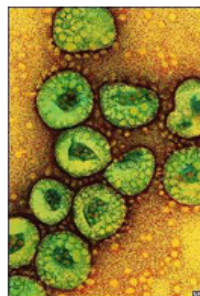
新感染症スクリーニングシステムの開発

感染症の世界的な流行 --- パンデミック

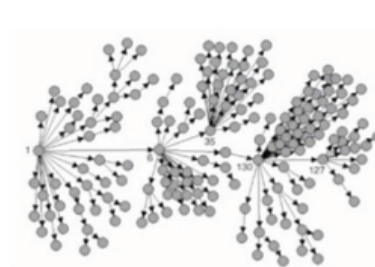
1918 スペイン風邪 死者4000～5000万人
2003 SARS 死者800人
2009 新型インフルエンザ 死者18000人
2014 エボラ出血熱 死者10004人 (WHO2015年3月時点)



2003, Hongkong SARS



SARS virus



人類がまだ遭遇した
ことない感染症



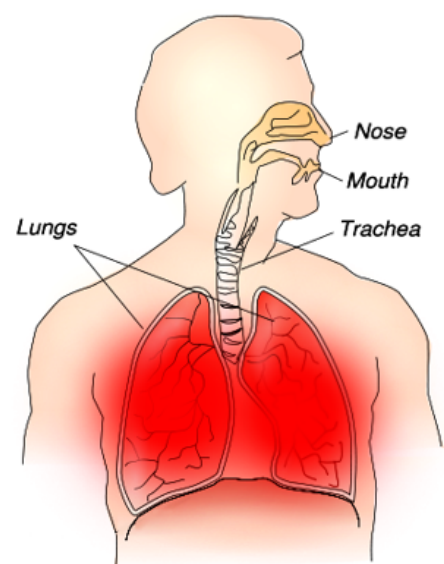
誰も免疫を
持っていない



感染が
一気に広がる

感染症スクリーニングにおけるバイタルサイン計測の重要性

ほとんどの感染症は、体温・心拍数・呼吸数の上昇を引き起こす

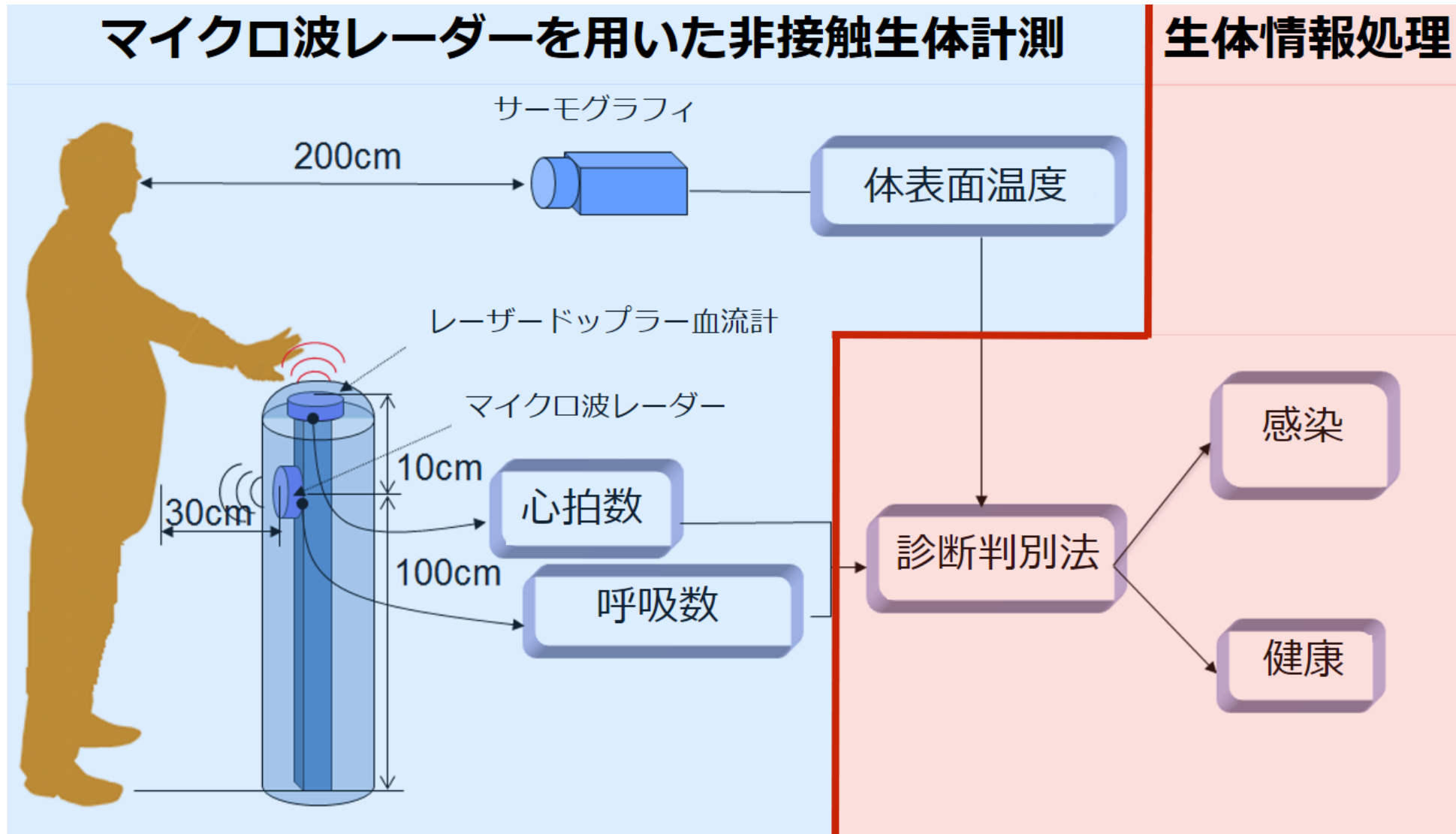


炎症反応

感染症の種類		体温[℃]	心拍数[bpm]	呼吸数[bpm]
チフス、パラチフス		40～41	110～120	30～40
インフルエンザ		40～41	110～120	30～35
腸	痢	38～39	120～130	—
マ	ラ	40～41	100～	—
麻	疹	40～41	120～140	35～40
破	傷	39～40	100～110	25～30
コ	レ	35℃以下		—

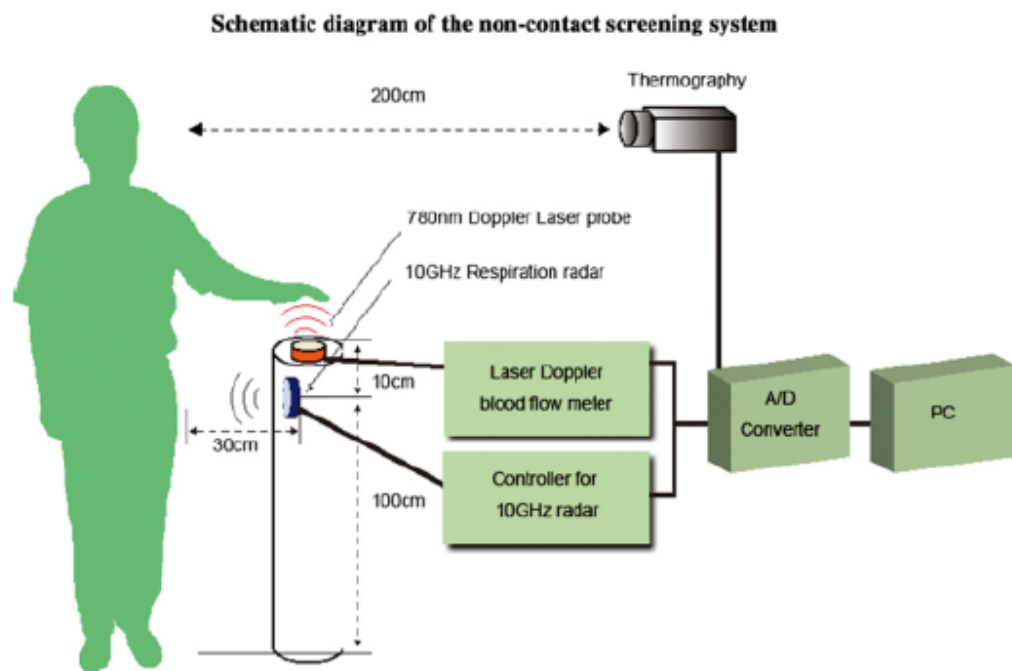
しかし、短時間・非接触でバイタルサインの計測は容易ではない

迅速・高信頼性感染症スクリーニングシステムの構築



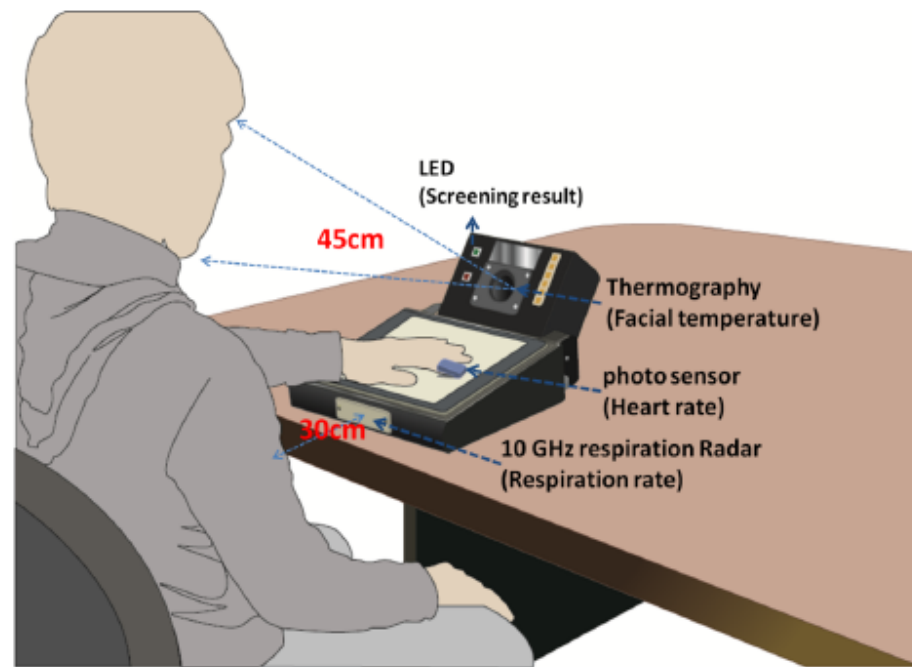
感染症スクリーニングシステムのハードウェア開発-1

検疫所用



Matsui T, et al. Development of a non-contact screening system for rapid medical inspection at a quarantine depot using a laser Doppler blood-flow meter, microwave radar and infrared thermography. Journal of Medical Engineering & Technology. **2009**.

機内検疫用



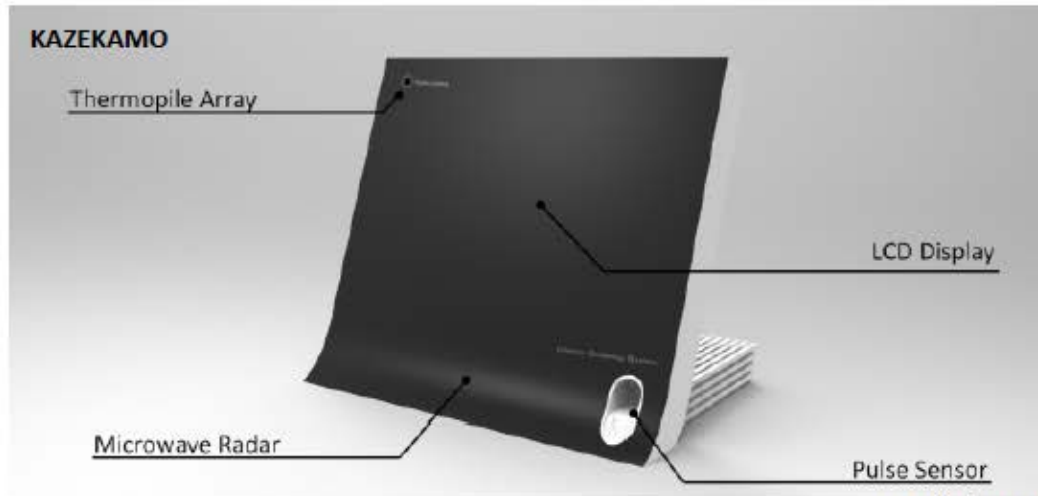
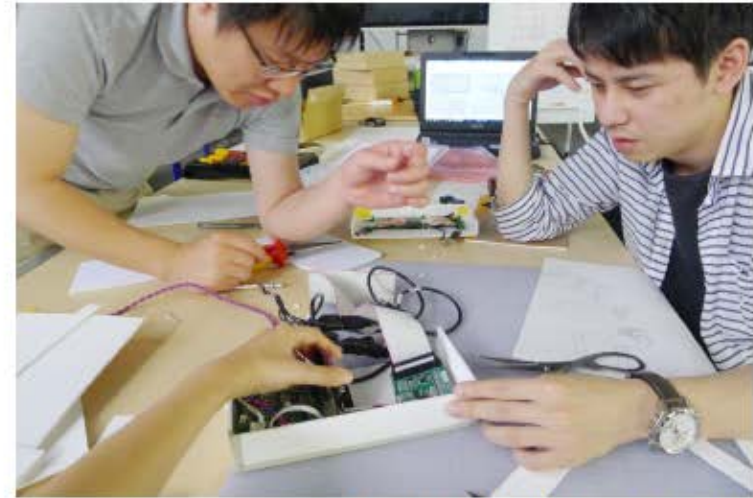
Sun G, Matsui T, et al. A Portable Infection Screening System Designed for Onboard Entry Screening Based on Multi-parameter Vital Signs. International Journal of E-Health and Medical Communications (IJEHMC). **2013**.

感染症スクリーニングシステムのハードウェア開発-2

Q1 & Q2



BES-SEC Design Silver Award, ICBME-2013 国際ME学会で受賞

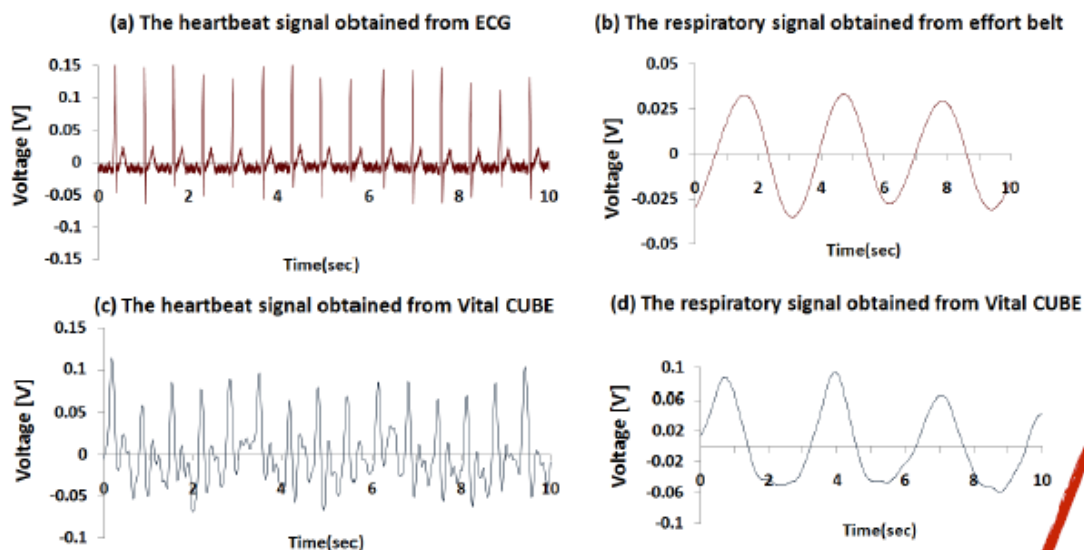


臨床応用型

小型化・使いやすさ・ローコスト
デザイン性・機能性・非接触

マイクロ波レーダーで計測された心拍・呼吸信号の計測精度の評価

マイクロ波レーダーによる計測された心拍・呼吸信号



心拍数計測

差の平均: -1.1 bpm (加算誤差)

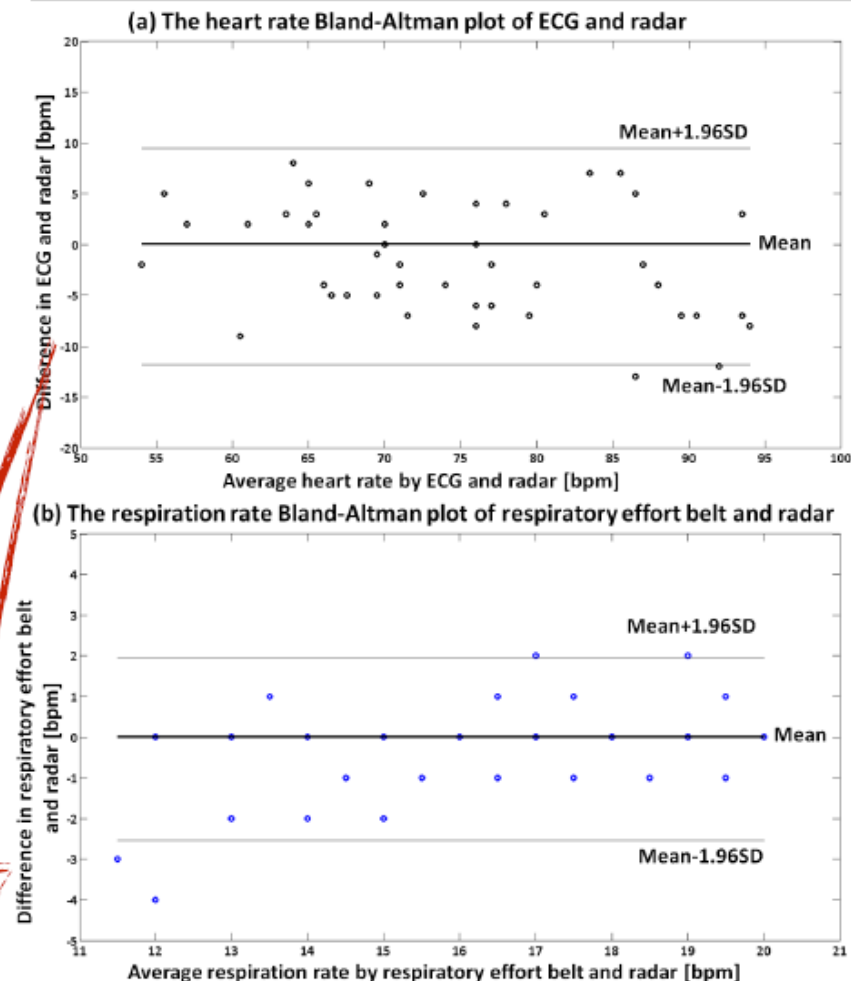
95% の信頼区間: $-11.8 \sim 9.5$ bpm 相関係数: $r = 0.87$

呼吸数計測

差の平均: -0.3 bpm (加算誤差)

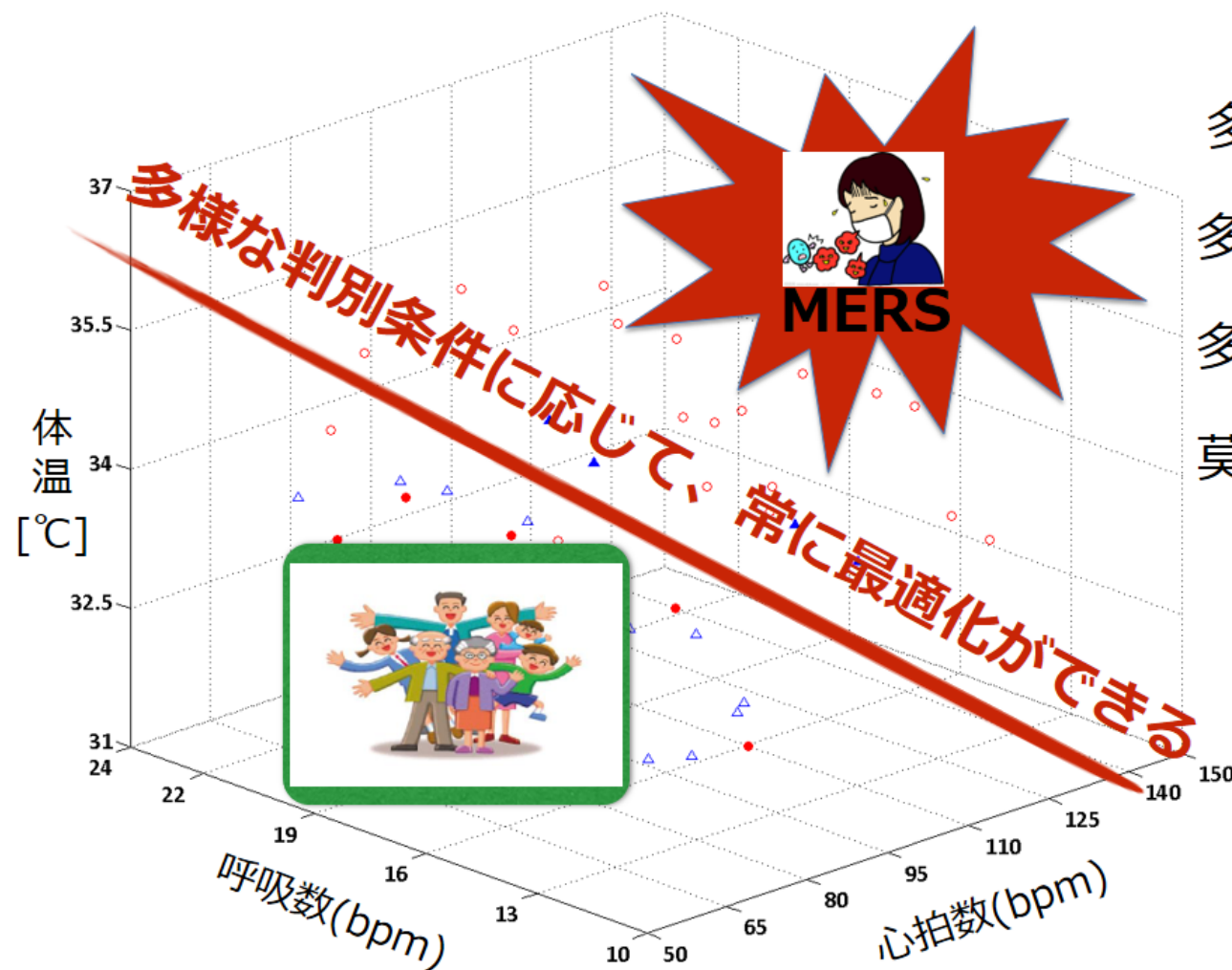
95% の信頼区間: $-2.5 \sim 2.0$ bpm 相関係数: $r = 0.91$

Bland-Altman解析による計測精度の評価

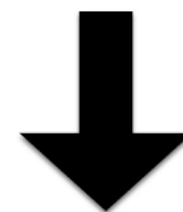


Sun G, Matsui T, et al. Vital-CUBE: A Non-contact Vital Sign Monitoring System Using Medical Radar for Ubiquitous Home Healthcare. Journal of Medical Imaging and Health Informatics, (2014)

感染症スクリーニングに特化した判別法の要件



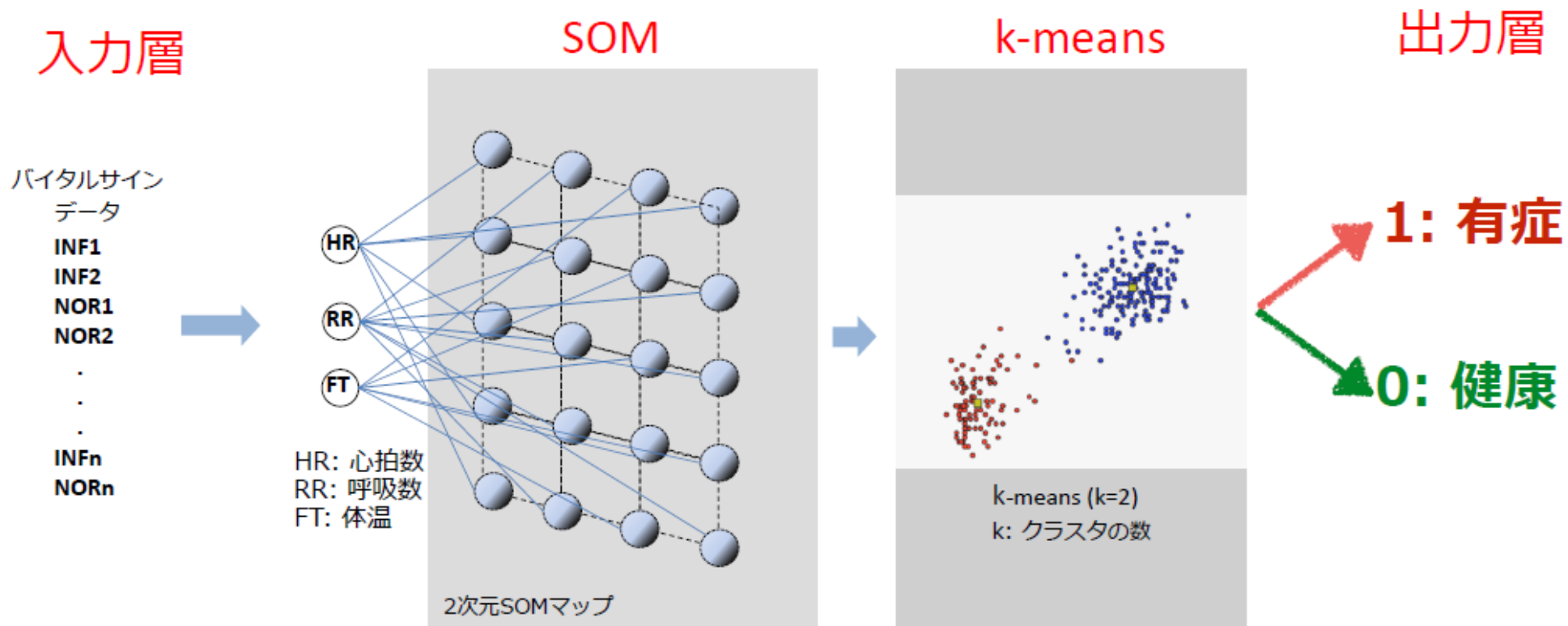
多様なスクリーニング対象者
多様な年齢層、性別、人種
多様な感染症に対応する
デング熱、エボラなど
多次元な生体データ
心拍数、呼吸数、体温など
莫大なビッグデータ処理する



知能情報処理

空港などで対応可能な「多様な感染症に対応可能な学習能力」・「高い判別能力」のある判別法

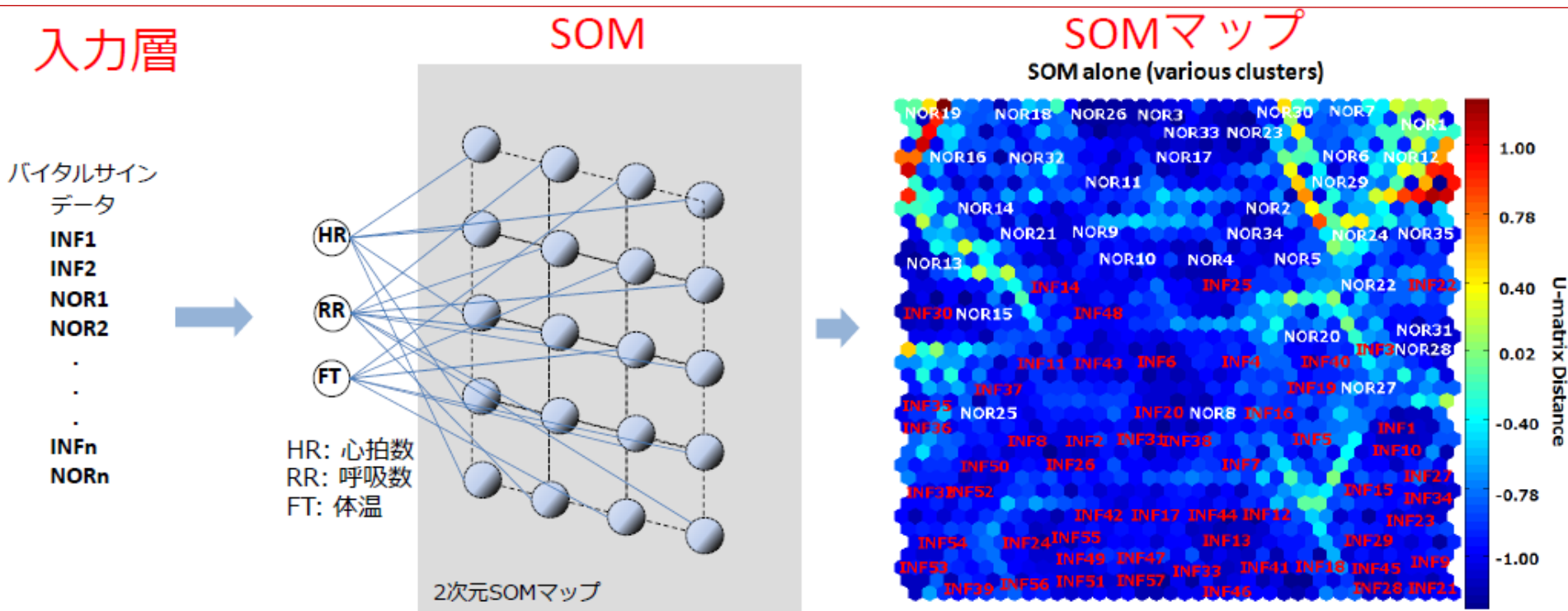
自己組織化マップ・k-meansクラスタリング判別関数の提案



Sun G, Matsui T, et al. A novel infection screening method using a neural network and k-means clustering algorithm which can be applied for screening of unknown or unexpected infectious diseases. *Journal of Infection*. **2012**.

多次元バイタルサインデータ分類に適した学習能力のある非線形判別関数

自己組織化マップ(Self-Organizing Map, SOM)



入力データの類似度をトポロジーマップ上で距離で表現するモデル

勝者ベクトルの決定 $\|x(t) - m_c(t)\| = \min\{\|x(t) - m_i(t)\|\}$

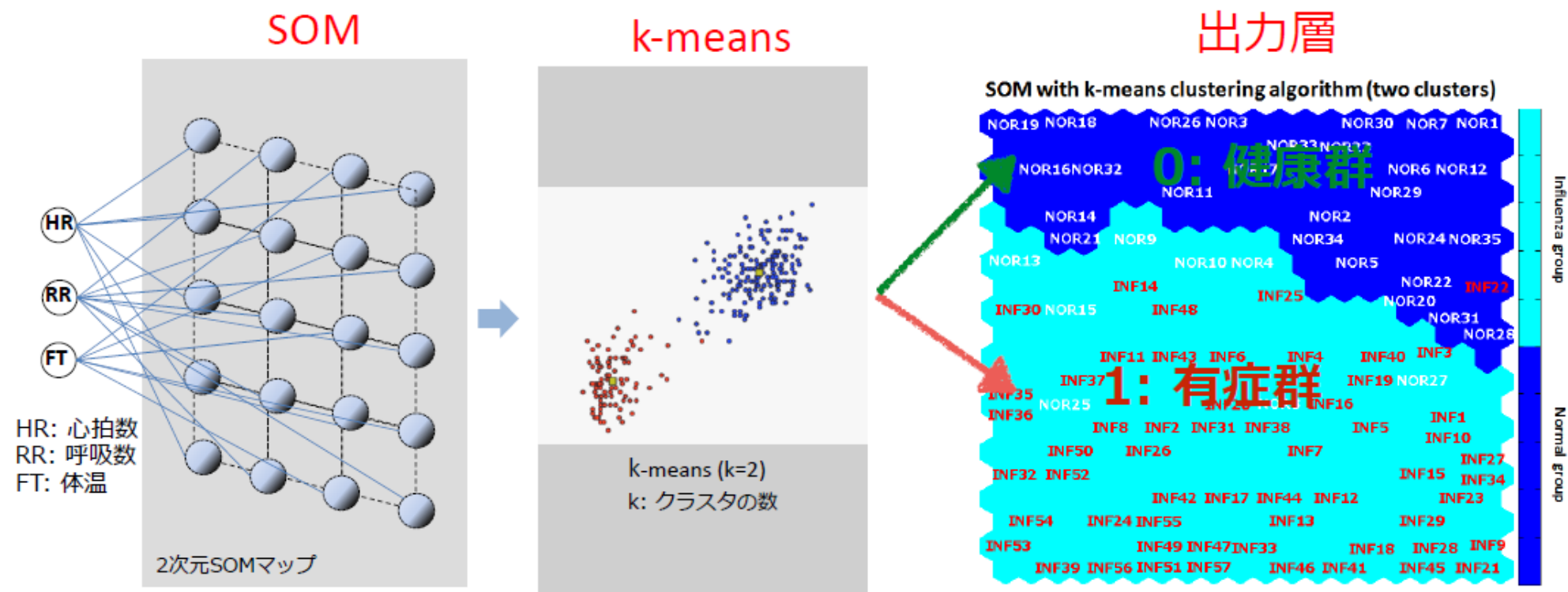
マップの更新 $m_i(t+1) = m_i(t) + \alpha(t)[x(t) - m_i(t)]$

$x(t)$: 入力データ
 $m_i(t)$: 参照ベクトル
 $m_c(t)$: 勝者ベクトル
 $\alpha(t)$: 学習率

SOMにより、多次元の入力データを

- ✓ 似た特徴のデータは近い場所にマッピング
- ✓ 異なる特徴のデータは遠い場所にマッピング
- ✓ しかし、明確なクラス境界線の決定ができない

SOMの出力をk-means法で2群分類



明確なクラスター境界線の決定ができないSOMマップ



非線形で「健康」・「有症」に分類する

臨床データによるSOM + k-means判別関数の判別精度の検証

研究対象者計92名

57名 A型インフルエンザQuickVue Rapid SP Influenza Kits (Quidel Corp., USA)と医師の診断

年齢：19～40 歳

抗ウイルス剤(タミフルやリレンザ)投与されたため、約半数が平熱

腋下体温：35.7 °C ～ 38.3 °C

35名 健常者

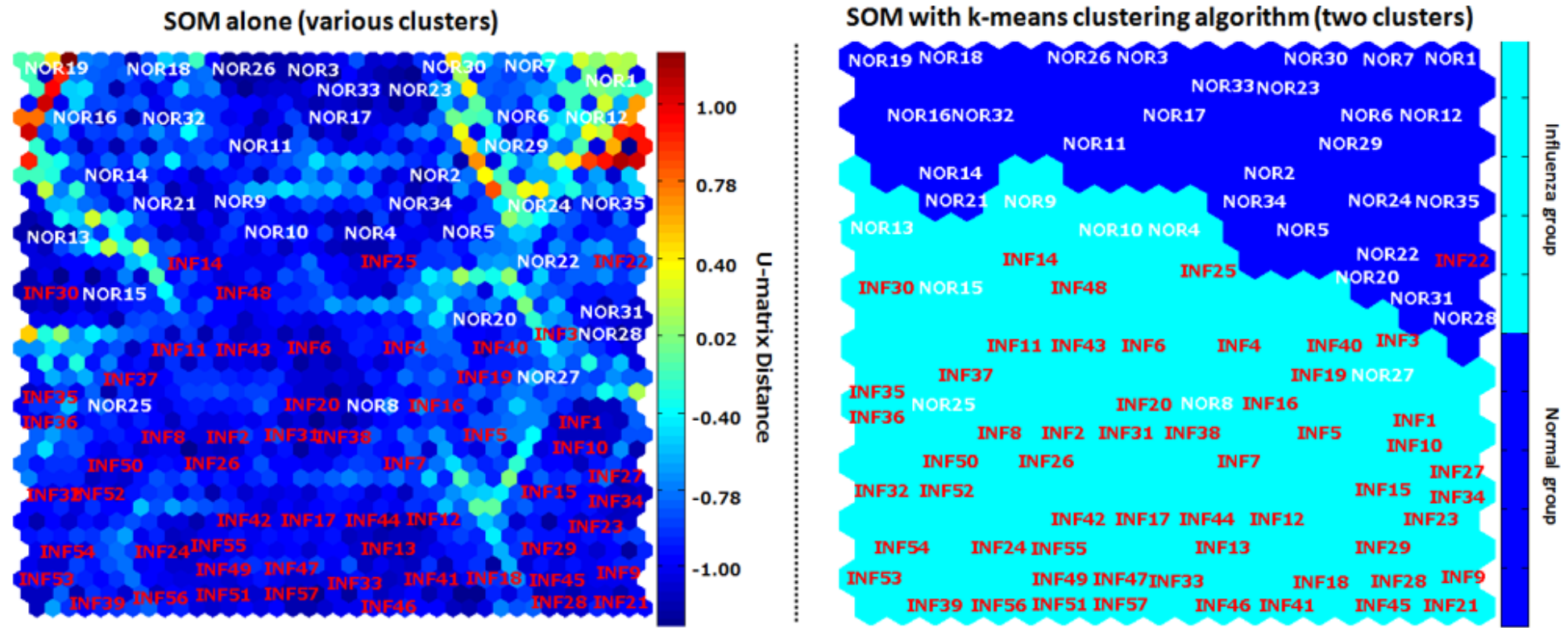
年齢：20～35 歳

腋下体温：35.5 °C ～ 36.9 °C

目的：SOM + k-means判別関数の判別精度の検証

平熱の患者も検出できるか？

SOM + k-means判別関数の結果



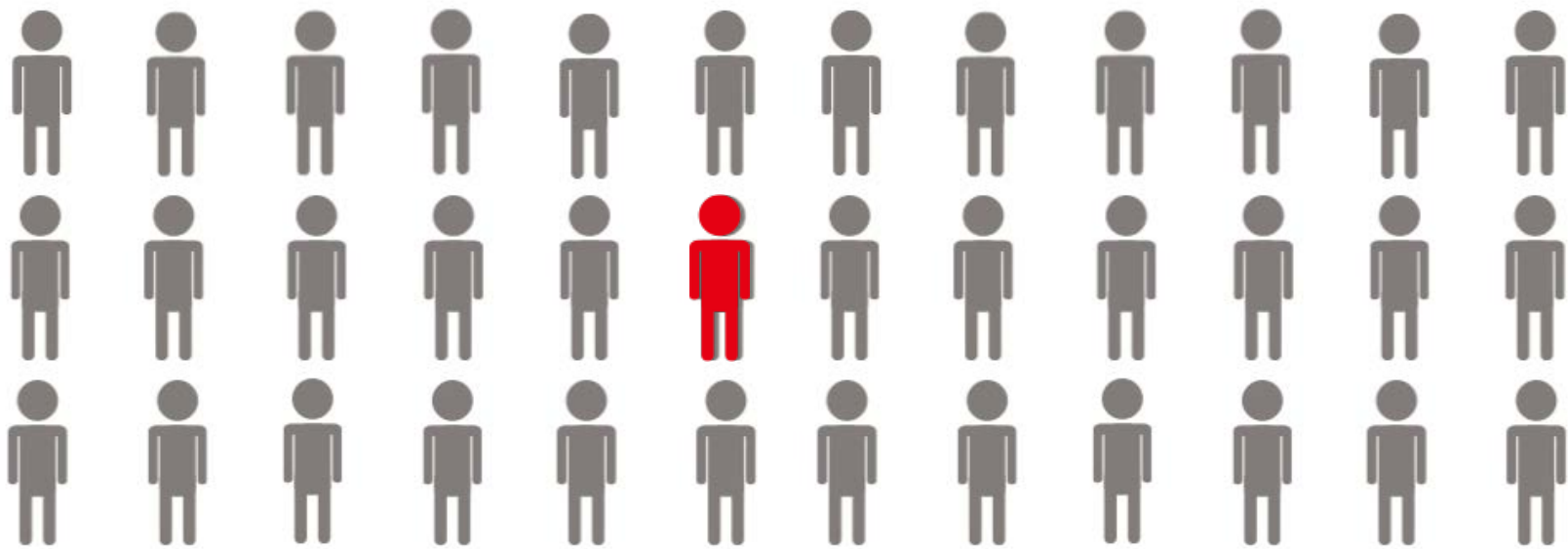
		疾患(インフルエンザ)		
感染症スクリーニング システムの検査結果		疾患あり	疾患なし	
	検査陽性	56	8	陽性的中率PPV=87%
	検査陰性	1	27	陰性的中率NPV=96%
		感度=98%	特異度=77%	

線形判別法とSOM + k-means判別関数の判別結果の比較

	感度	特異度	陽性的中率	陰性的中率
SOM + k-means	98%	77%	87%	96%
線形判別法	89%	85%	91%	83%

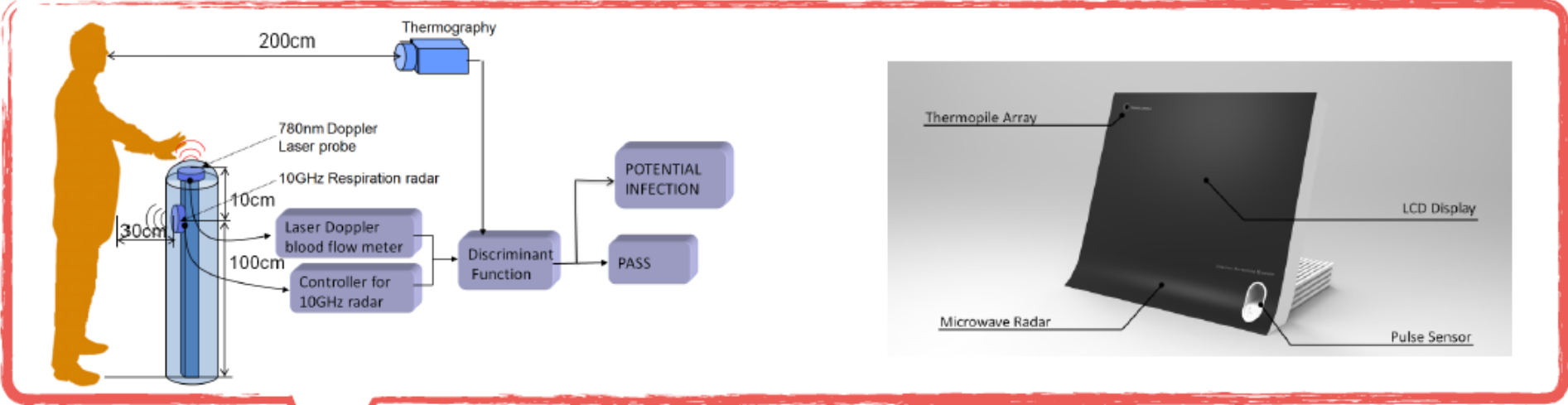
陰性的中率の定義：システムの検査で陰性と診断され、本当に陰性である的中率

SOM + k-means判別関数



意味すること：感染者を水際で極力止めていきたい

本研究の社会的意義



早期発見 早期介入

