

表情・心拍計測によって得られた特徴 量からの認知バイアスの推定と応用

千葉大学 大学院 情報学研究院
准教授 津村 徳道

2025年9月30日

はじめに

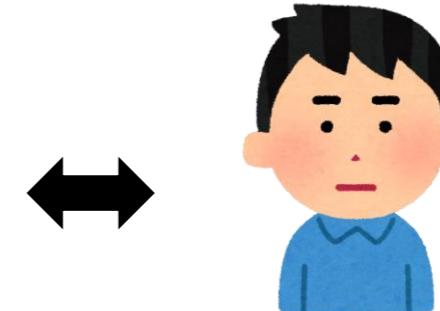
無意識な部分を意識化することは大切である。

笑顔が作れているか
声を出しているか

→ フィードバックを受けることで
改善することができる。



理想



現実

高校生のジェンダーステレオタイプと理系への進路希望 [井上 敦ら, 2021]

The Impact of Unconscious Bias on Women's Career Advancement. [Filut, A., et al., 2017]

数物系分野の女性の割合は5%以下

ジェンダーの無意識バイアスの認知が重要



男性と科学



女性と人文学

ジェンダーの無意識バイアス

先行研究

新技術説明会
New Technology Presentation Meetings!

Measuring Individual Differences in Implicit Cognition: The Implicit Association Test
[Anthony G. Greenwald, *et al.*, 1998]

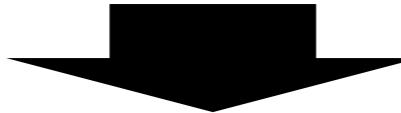
研究内容

言語分類速度を用いて無意識バイアスを数値化する。

課題点

被験者の負担が大きい。

テスト時間は約10分間の長時間である。



男性
人文学

女性
科学

物理学

IATテストのデモ画面

直感的な刺激提示による生体反応から、短時間でバイアスを測る。

画像を見るだけで簡単にバイアス推定する手法を提案する。

IATのデモ画面

新技術説明会
New Technology Presentation Meetings!

男性
人文学

女性
科学

物理学

左

右



先行研究

新技術説明会
New Technology Presentation Meetings!

Measuring Individual Differences in Implicit Cognition: The Implicit Association Test
[Anthony G. Greenwald, *et al.*, 1998]

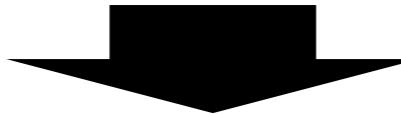
研究内容

言語分類速度を用いて無意識バイアスを数値化する。

課題点

被験者の負担が大きい。

テスト時間は約10分間の長時間である。



男性
人文学

女性
科学

物理学

IATテストのデモ画面

直感的な刺激提示による生体反応から、短時間でバイアスを測る。

画像を見るだけで簡単にバイアス推定する手法を提案する。

本研究の概要

表情・心拍計測の特徴量を用いて機械学習して3クラス分類を行った。

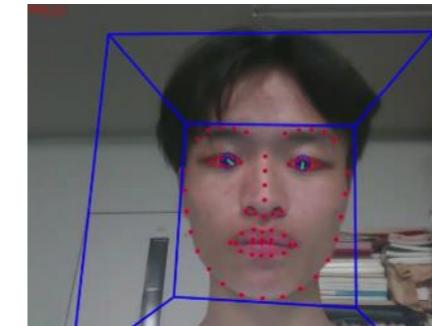
①男女画像表示



画像表示

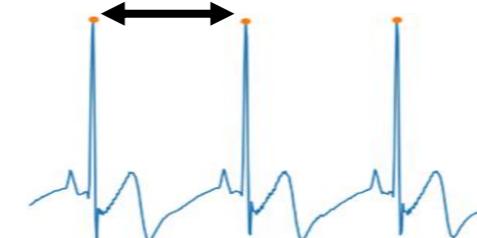
心拍・表情取得

②特徴量抽出



表情分析

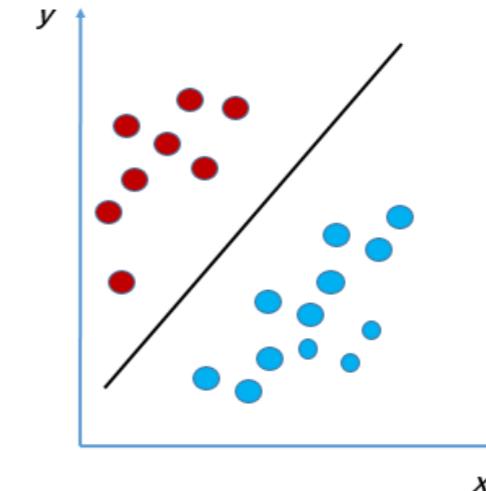
RR間隔



心電図

③機械学習

機械学習による
バイアス推定



SVM

本研究の概要

表情・心拍計測の特徴量を用いて機械学習して3クラス分類を行った。

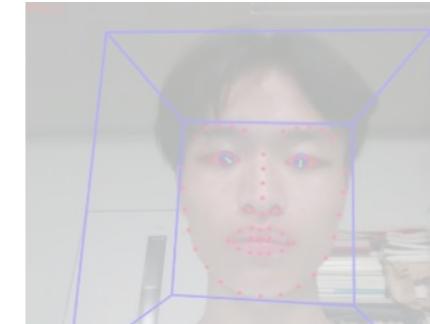
①男女画像表示



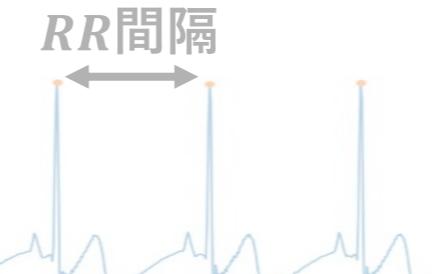
画像表示

心拍・表情取得

②特徴量抽出



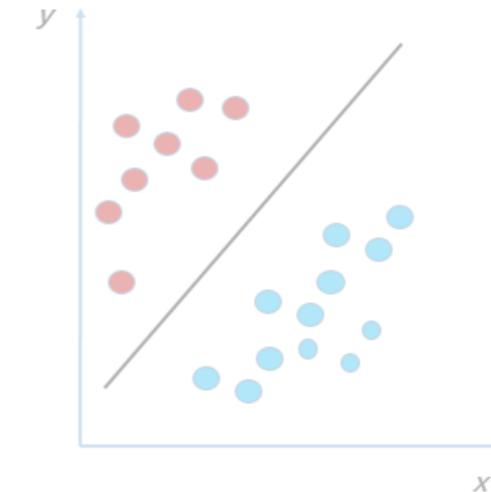
表情分析



心電図

③機械学習

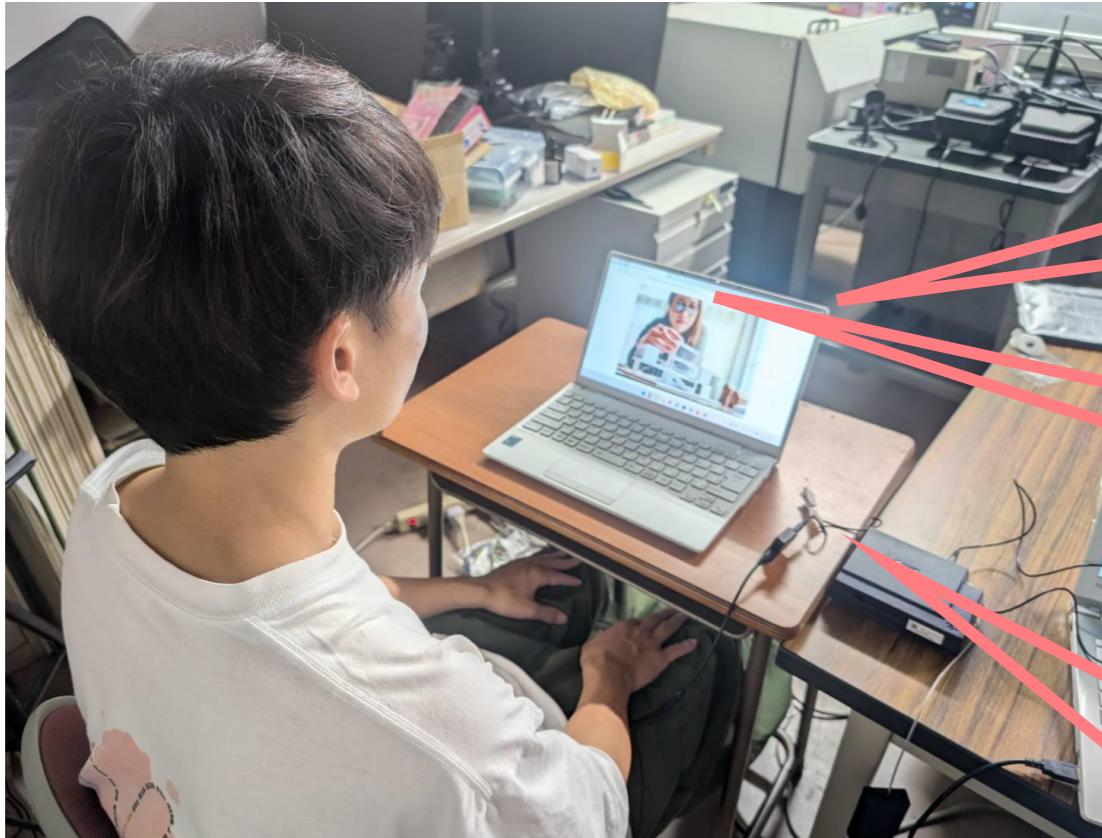
機械学習による
バイアス推定



SVM

実験環境

新技術説明会
New Technology Presentation Meetings!



実験の様子

被験者は20代男性30名
女性 4名

ノートパソコンに
画像を表示

WEBカメラで表情取得

バイタルモニター（ProComp）
で心電図取得

サンプリングレート：256Hz

実験手順

新技術説明会
New Technology Presentation Meetings!



理系画像（男性）



被験者

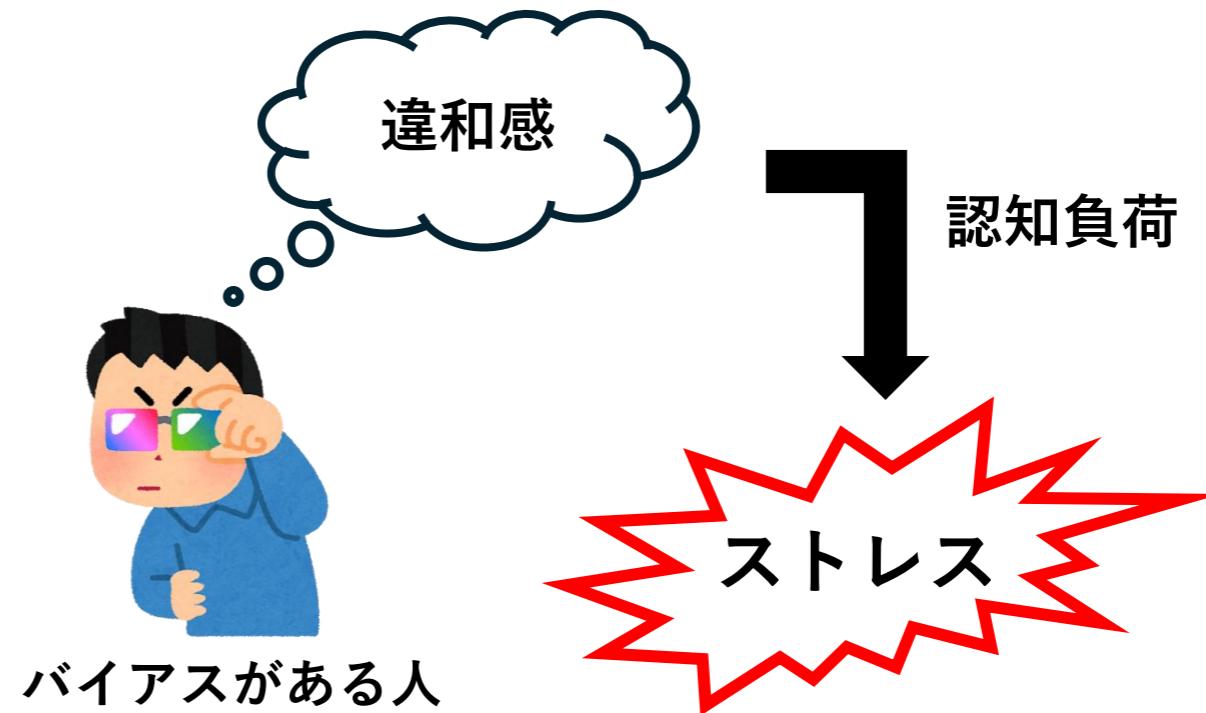
仮説

新技術説明会
New Technology Presentation Meetings!

認知負荷が高くなるとストレスが高くなる。



理系画像（女性）



仮説：無意識バイアスと実験中のストレスが関連する。

本研究の概要

表情・心拍計測の特徴量を用いて機械学習して3クラス分類を行った。

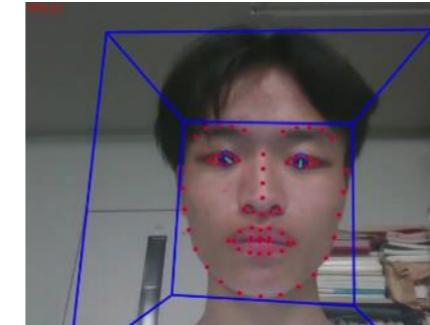
①男女画像表示



画像表示

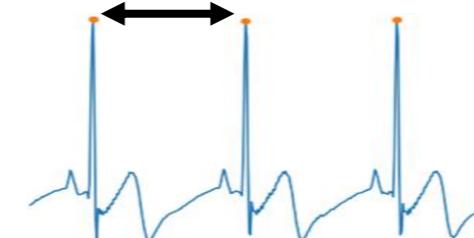
心拍・表情取得

②特徴量抽出



表情分析

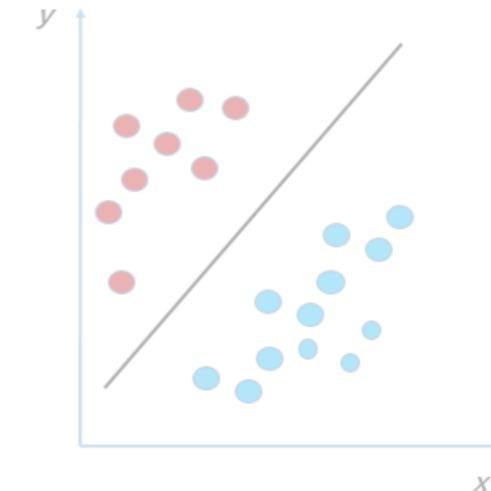
RR間隔



心電図

③機械学習

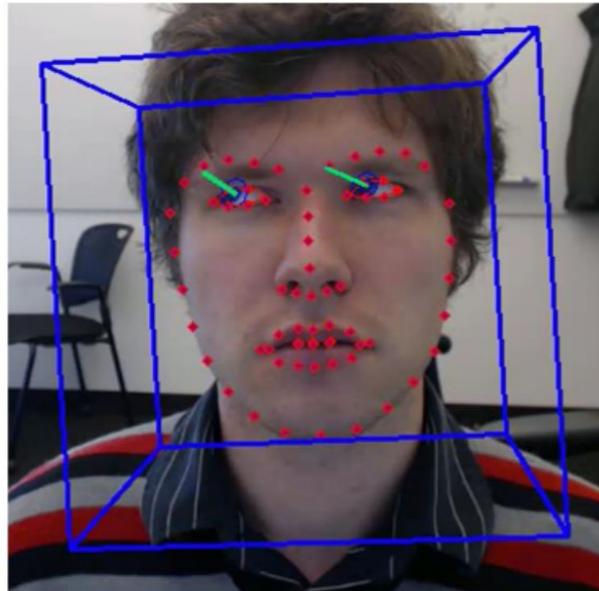
機械学習による
バイアス推定



SVM

特徴量抽出

表情計測



OpenFace



顔動画

合計23種類

AU	部位・動作	AU	部位・動作
1	眉の内側を上げる	14	口角を後ろに引く
2	眉の外側を上げる	15	唇両端を下げる
4	眉を下げる	17	顎を上げる
5	上瞼を上げる	20	唇を横に引く
6	頬を持ち上げる	23	唇を閉じる
7	瞼を緊張させる	25	唇を開ける
9	鼻にしわを寄せる	26	顎を下げる
10	上唇を上げる	45	まばたきをする
12	唇両端を引き上げる		

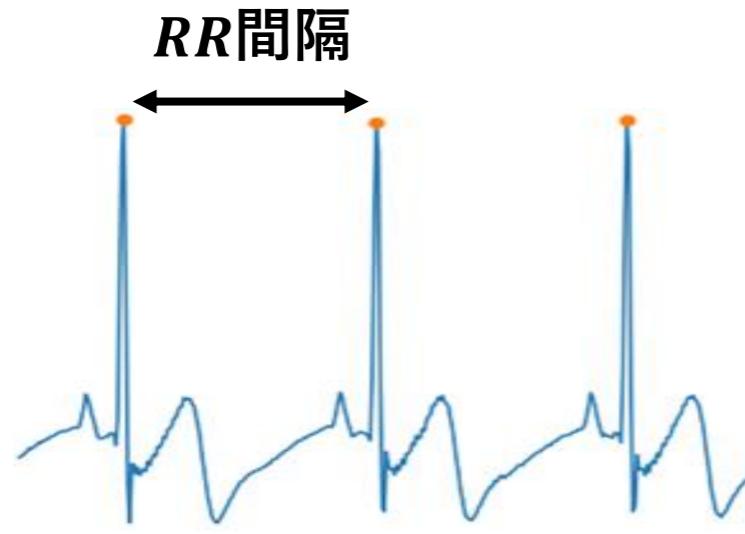
Action Unit (AU) と動作

AU	感情	AU	感情
1+4+15	Sadness	1+2+4+5+7+20+26	Fear
1+2+5+26	Surprise	4+5+7+23	Anger
6+12	Happiness	9+15	Disgust

Action Unit (AU) と感情

特徴量抽出

心拍計測



時間領域
周波数領域
解析



心電図

合計13種類

種類	内容
Total Power	自律神経の働きの総合力
LF	低周波成分
HF	高周波成分
LF/HF	自律神経活動のバランス
Mean RR	心拍ピーク点の間隔平均
RMSSD	RR間隔の差の2乗平均平方根
SDNN	RR間隔の標準偏差
SDSD	隣り合ったRR間隔の差の標準偏差
SD1	ポアンカレプロットの短軸
SD2	ポアンカレプロットの長軸
SD1/SD2	自律神経活動のバランス
NN50	迷走神経緊張強度
pNN50	NN50の割合

心拍特徴量

本研究の概要

表情・心拍計測の特徴量を用いて機械学習して3クラス分類を行った。

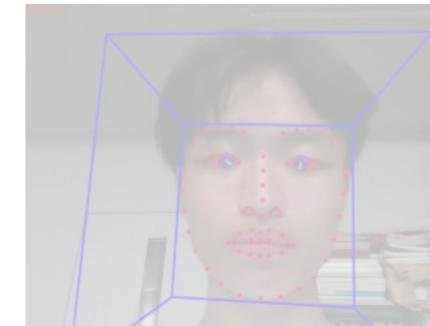
①男女画像表示



画像表示

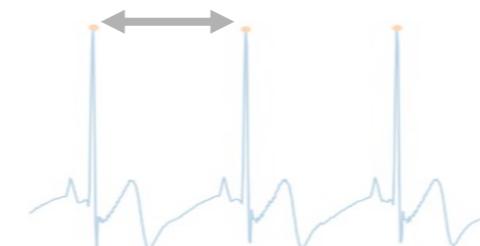
心拍・表情取得

②特徴量抽出



表情分析

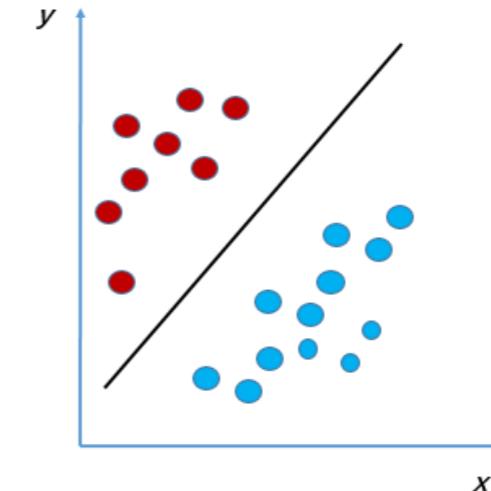
RR間隔



心電図

③機械学習

機械学習による
バイアス推定



SVM

正解値

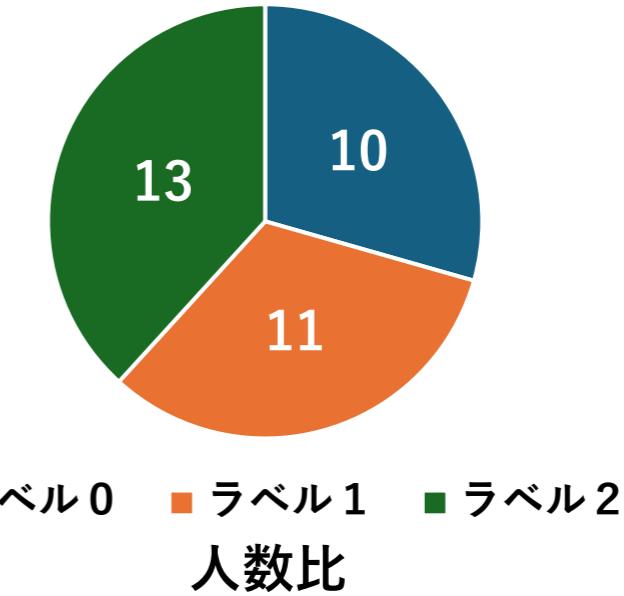
IATテストのスコアを参考値として0, 1, 2にカテゴライズする。
(最小値0.00～最大値2.00)



IATスコア0.20未満 … 低バイアス → 0

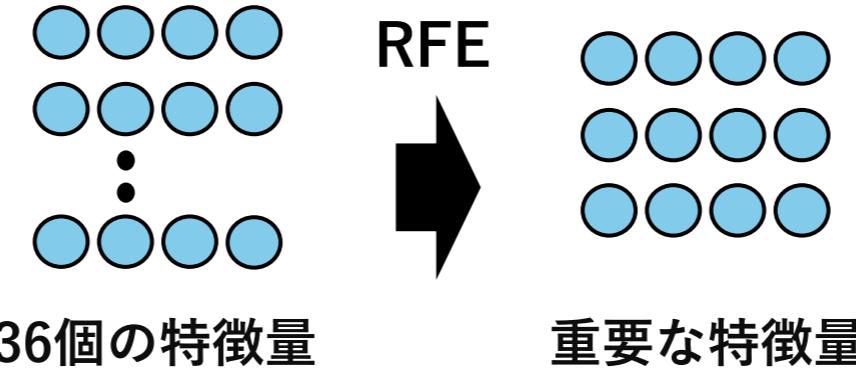
IATスコア0.50未満 … 中バイアス → 1

IATスコア0.50以上 … 高バイアス → 2

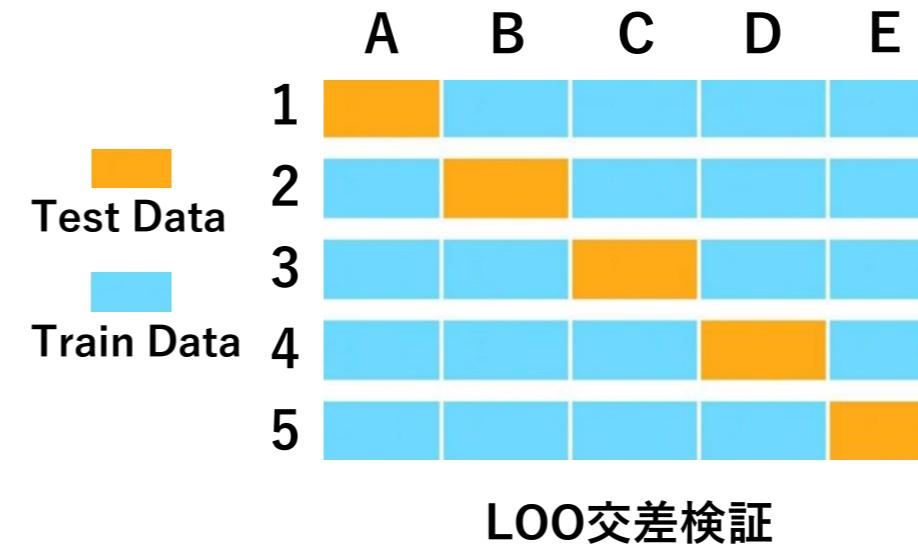
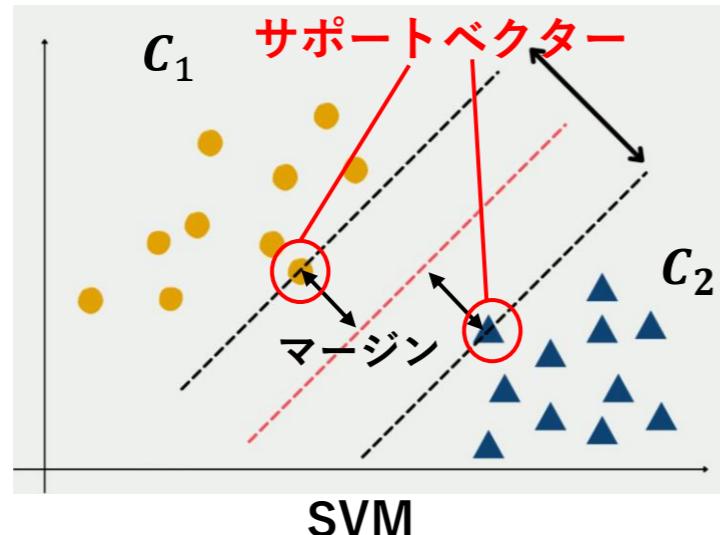


機械学習の流れ

1. 特徴量選択RFE(Recursive Feature Elimination)を行う。



2. SVM(Support Vector Machine)を用いて
LOO(Leave-One-Out)交差検証する。



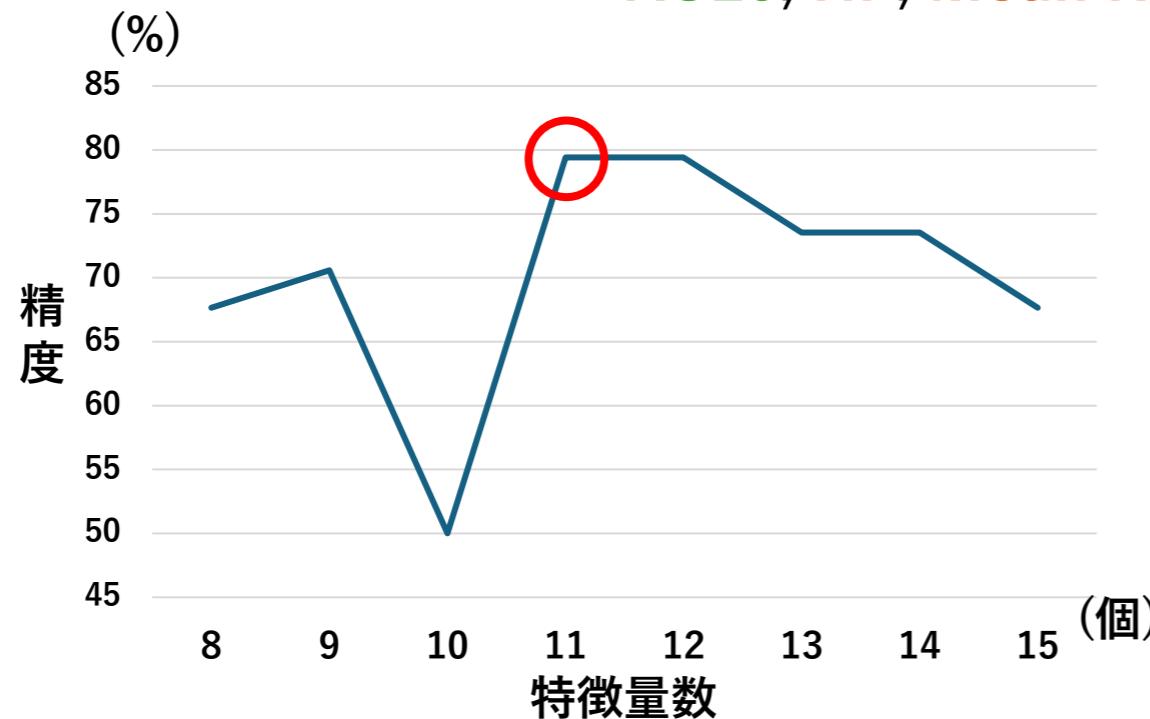
結果

精度：79.1%

正解値…[0000000000111111111122222222222222]

予測結果…[002000100021111100110222222222221]

選択特徴量 … AU2, SD2, AU9, SD1/SD2, LF, SDNN, AU4
AU20, HF, Mean RR, AU5



- ・ ラベルが一つずれる
誤分類が多い。
- ・ 表情と心拍の情報がどちらも
予測結果に影響を与えている。

◆ ラベルが一つずれる誤分類が多い

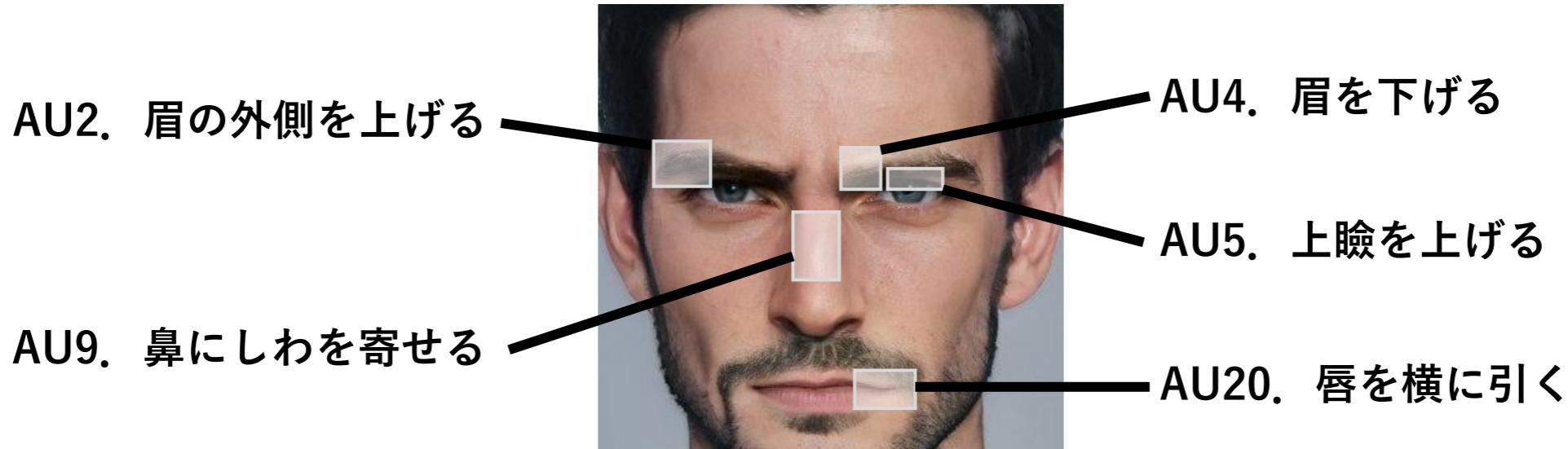
IATの再テスト信頼性は、相関係数0.5程度で中程度の信頼性
[K.A.Lane, et al., 2007]



IATスコアがばらつきを持つことが分かる。

実験日に複数回IATを行う必要がある。

◆ 選択された特徴量について (AU)



中立状態と各ストレス状態のAUの頻度について [Giorgos Giannakakis, et al., 2022]

認知負荷により有意に増加($p < 0.05$) : AU2, AU5, AU9, AU20

ストレス誘発画像により有意に増加($p < 0.05$) : AU2, AU4, AU5, AU20

仮説：無意識バイアスと実験中のストレスが関連する。と考えられる。

まとめと今後の課題

まとめ

- ・表情と心拍計測により、3クラス分類でバイアスを推定することを試みた。
- ・RFE後、SVMで交差検証を行うことで79.1%で無意識バイアス分類できた。
- ・選択特徴量はストレス指標であり、ストレスとバイアスが関連している。

今後の課題

- ・精度向上のため、より適したモデルの選定を行う。
- ・様々なバイアスでも同じように測れるか調べる。
- ・非接触で心拍を取得する手法を用いてより簡便にバイアスが測れるか検証する。

企業への期待

企業への貢献、PRポイント

- ・今回紹介した肌画像（動画像）等からの認知バイアス推定技術の活用、応用が期待できる様々な分野の企業の方々との議論を期待している。
- ・CG、画像を主とする超高次元情報解析・記録・再現とその応用」について幅広く研究実績があり、社会実装を目指して企業との連携を期待している。

本技術に関する知的財産権

認知バイアス

- 発明の名称：認知バイアス推定システムおよび認知バイアス推定方法
- 出願番号：特願2025-125034
- 出願人：千葉大学
- 発明者：津村徳道、板谷優輝

色形状

- 発明の名称：色形状変化モニタリングシステム
- 出願日：特願2024-127699
- 出願人：千葉大学
- 発明者：津村徳道、山崎奎典

情動

- 発明の名称：ストレスモニタリング用画像処理方法及びそのプログラム
- 出願日：特願2015-15124
- 出願人：千葉大学
- 発明者：津村徳道、栗田幸樹、米沢拓

お問い合わせ先

千葉大学
学術研究・イノベーション推進機構(IMO)

TEL 043-290-3048

E-MAIL ccrcu@faculty.chiba-u.jp

補足資料

肌画像からの色素成分分離と合成

(Tsumura et al., SIGGRAPH2003)

can be used for skin appearance control:

Color, Texture, Translucency

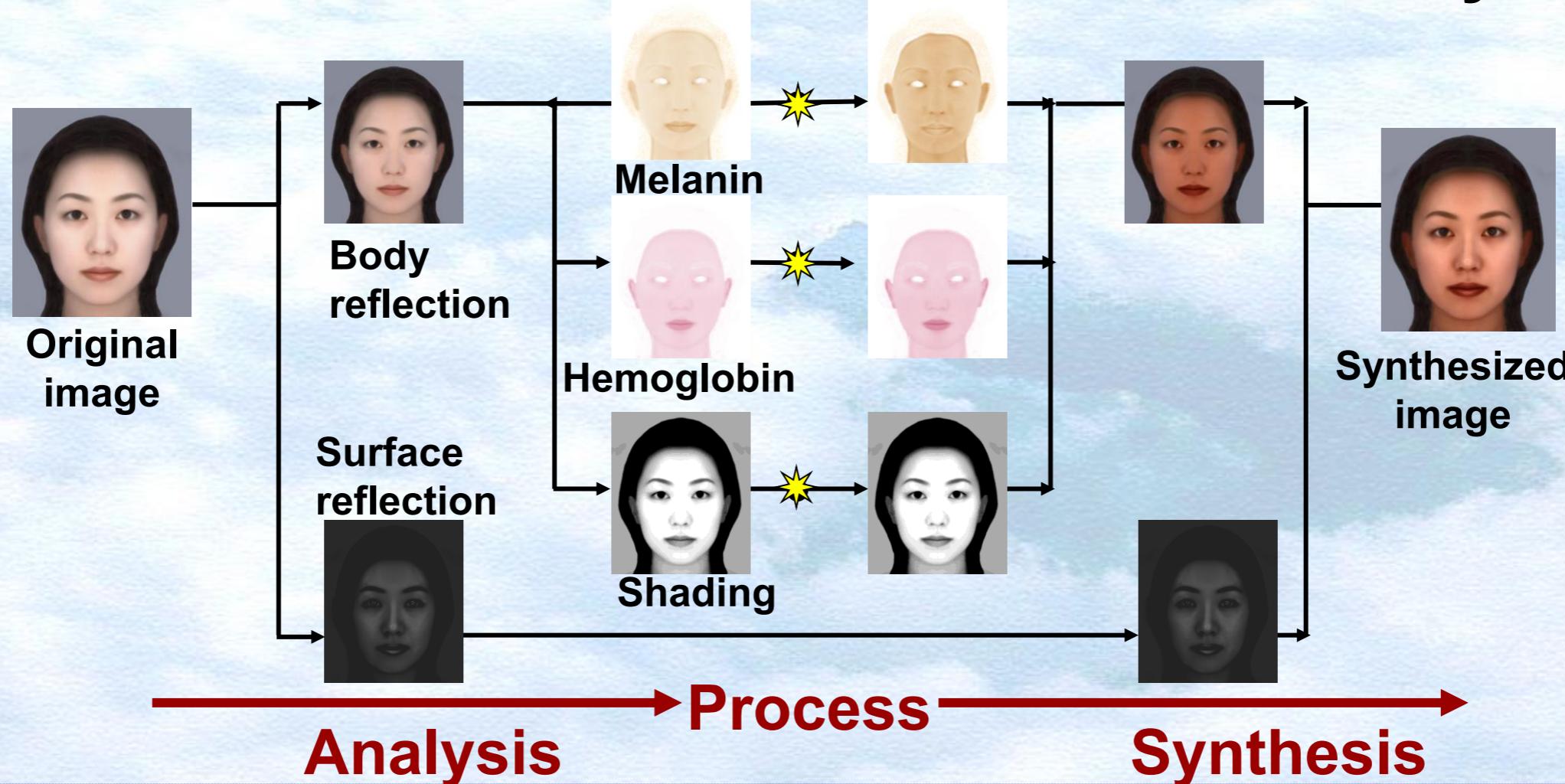
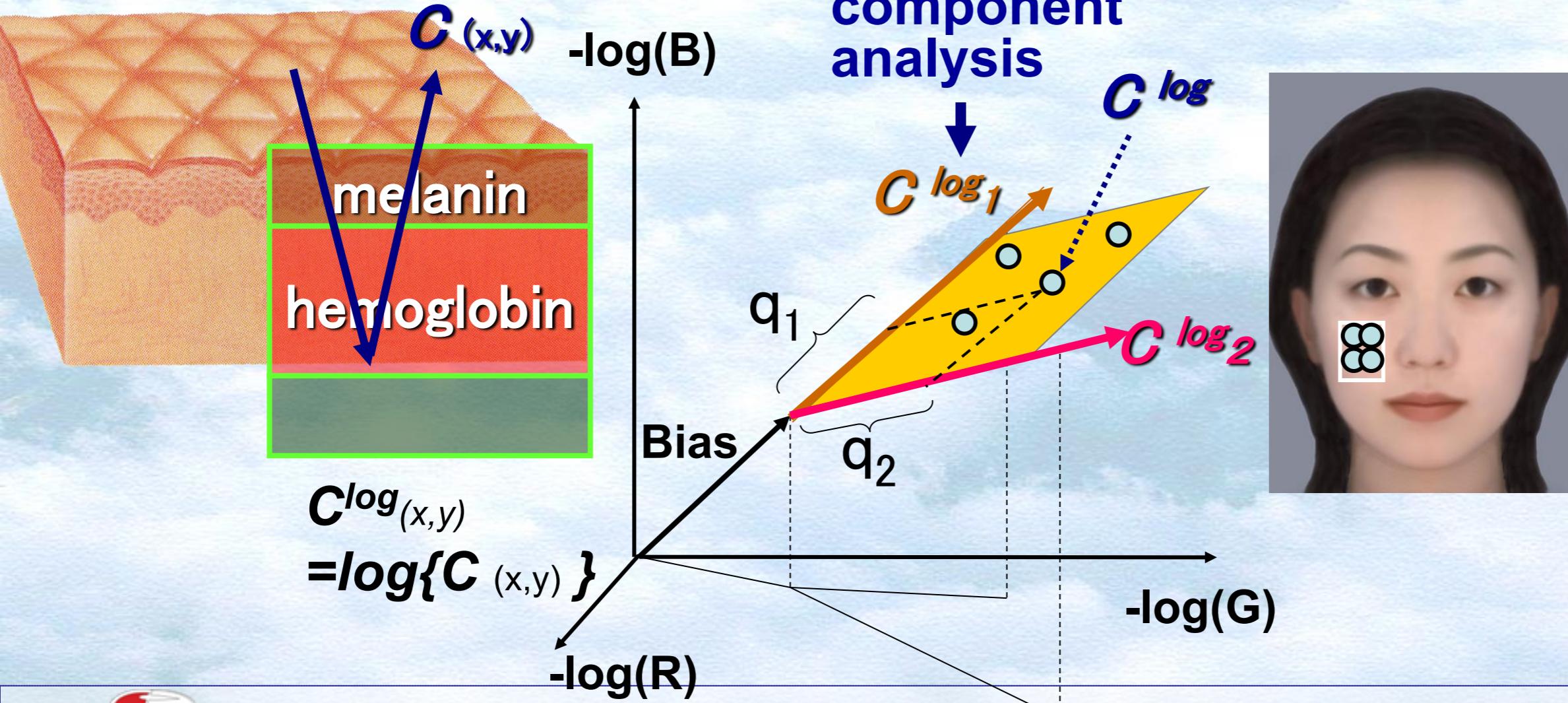


Image based skin color analysis/synthesis

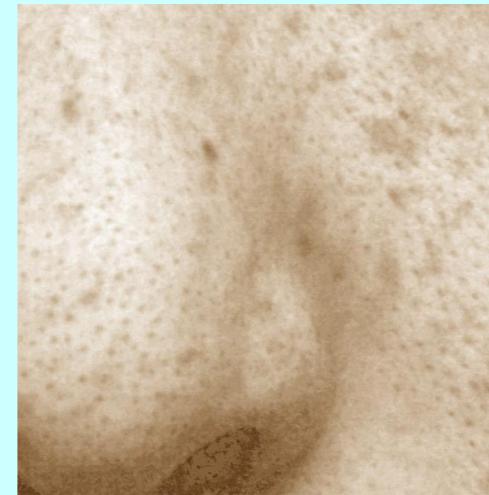
(Tsumura et al. , 1999)



Influence of shading in analysis



Original image

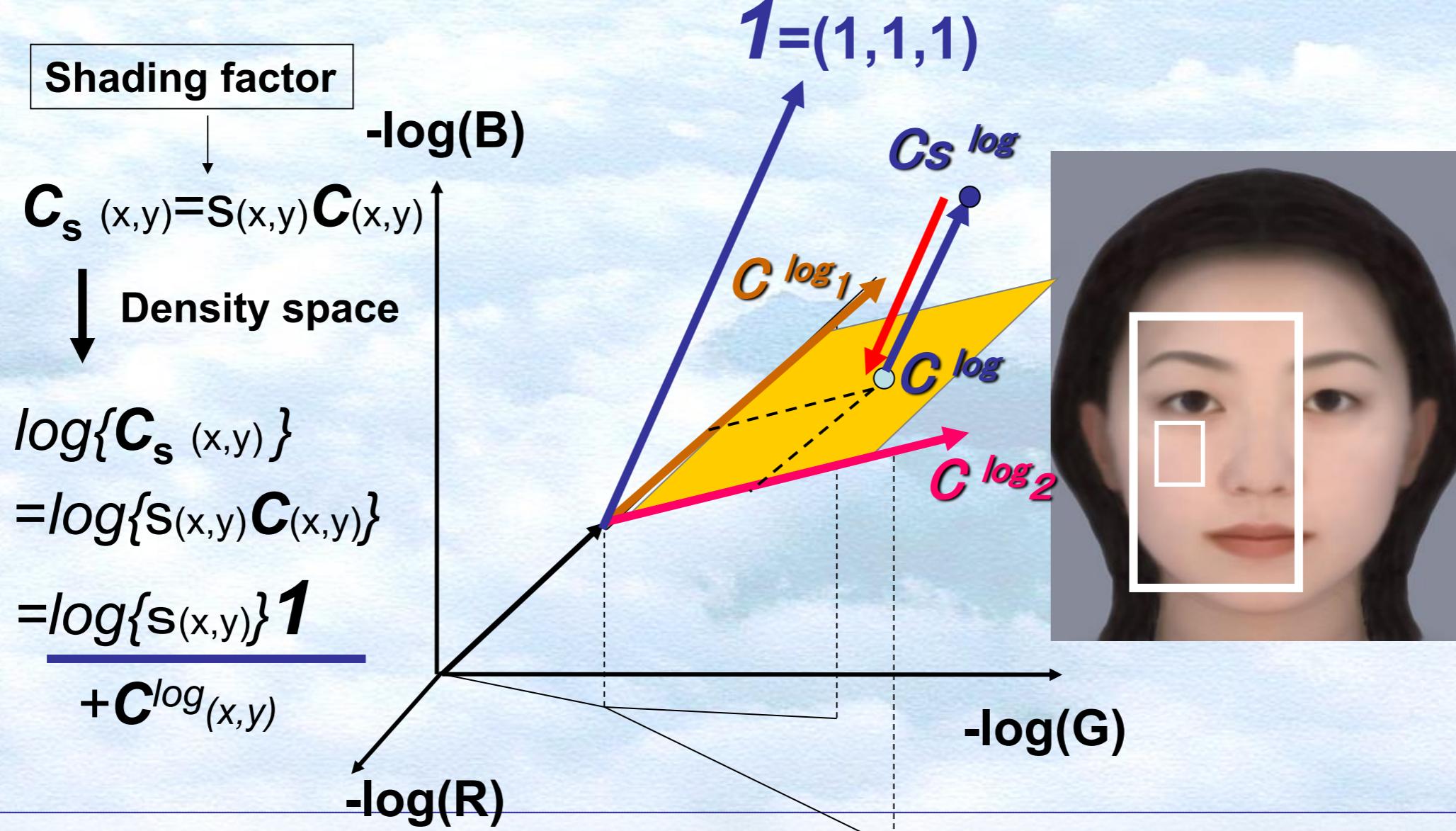


Melanin



Hemoglobin

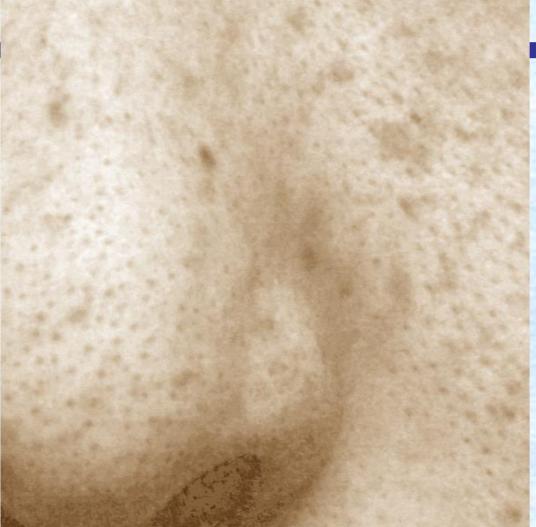
New imaging model and color vector space analysis



新技術の特徴・従来技術との比較



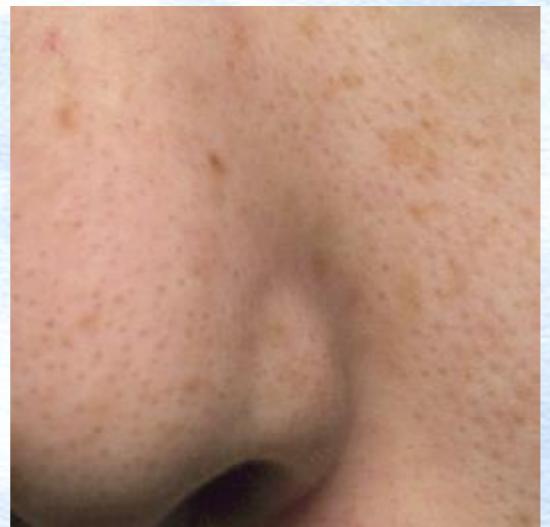
Original image
Conventional technique



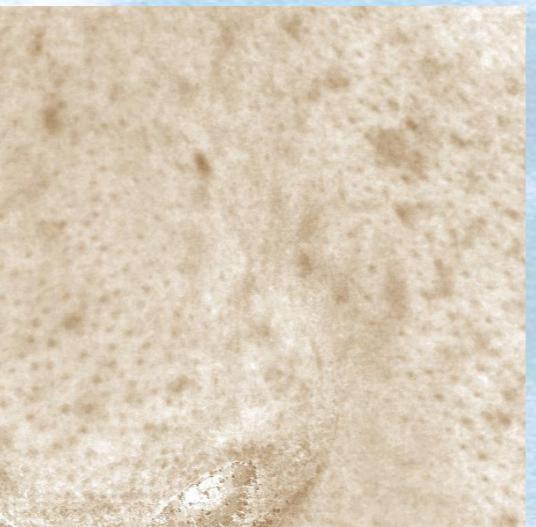
Melanin



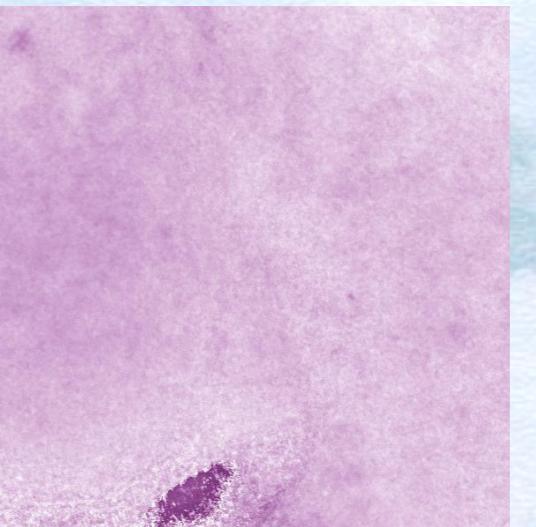
Hemoglobin



Original image



Melanin



Hemoglobin

Proposed technique

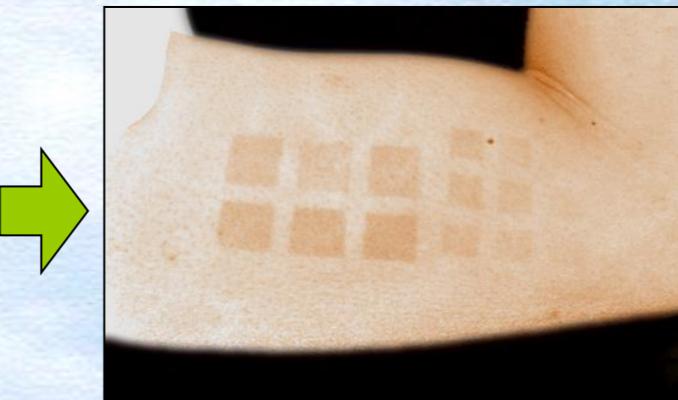
UV-B irradiation for melanin



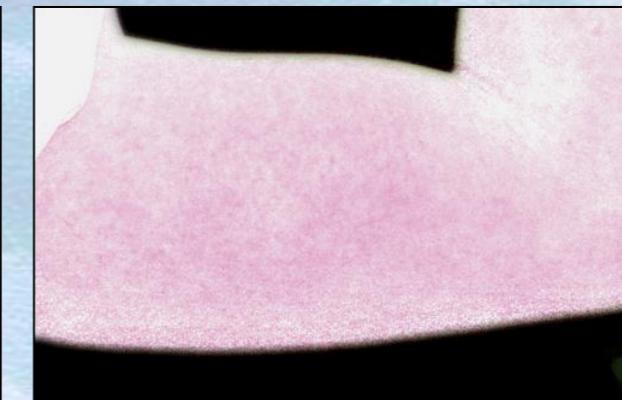
Capturing:
2 weeks after irradiation
(physiologically,
only **melanin**
reaction remains)



Original image



Melanin component



Hemoglobin component

Methyl nicotinate for hemoglobin



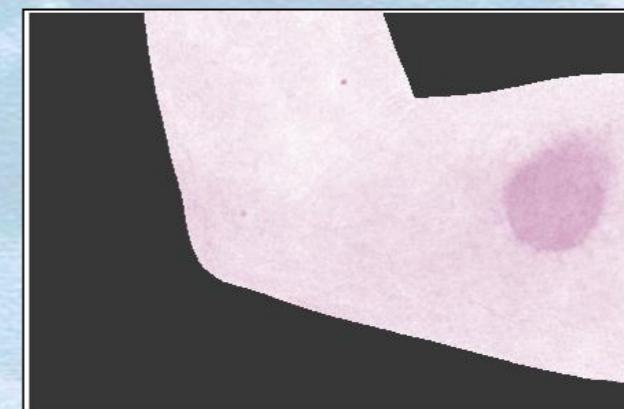
Capturing:
30 min. after application
(physiologically,
only **hemoglobin**
reaction remains)



Original image



Melanin component

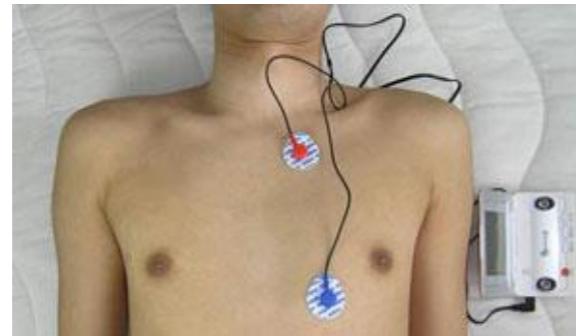


Hemoglobin component

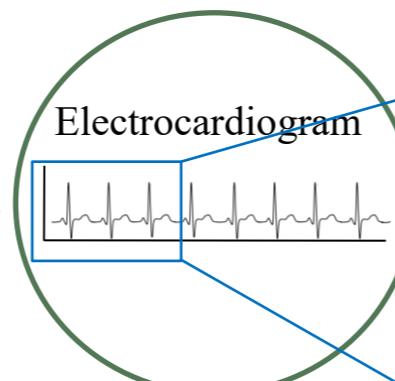
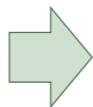
Practical use to stress monitoring



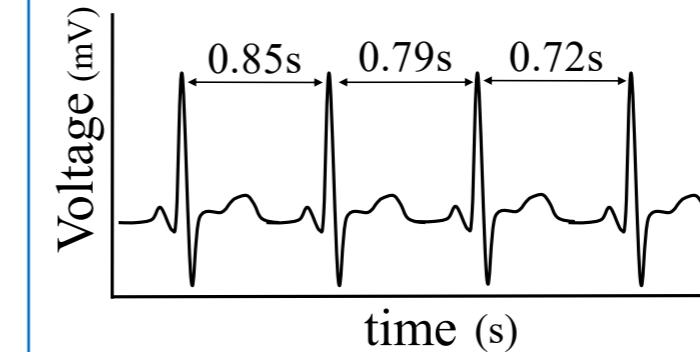
polygraph



<NIHON KODEN>

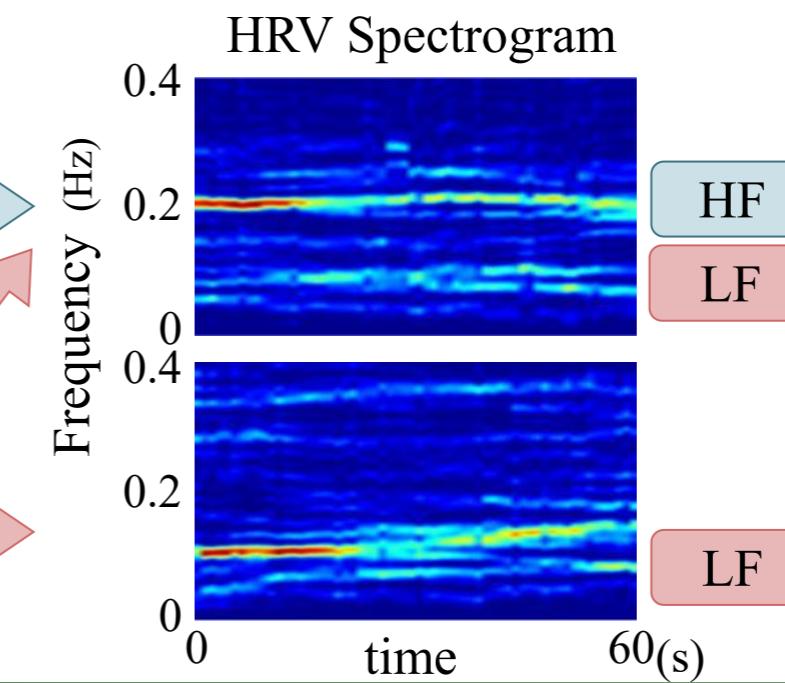


Heart Rate Variability



High Frequency
(Breathing)
 $0.15 \sim 0.4$ (Hz)

Low Frequency
(Blood pressure)
 $0.05 \sim 0.15$ (Hz)



Skin pigment separation

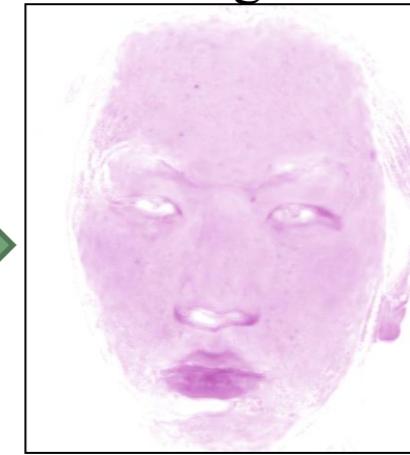


RGB color images taken by DSLR camera were separated to hemoglobin, melanin, and shading images. [Tsumura , N *et al.*, 2003]

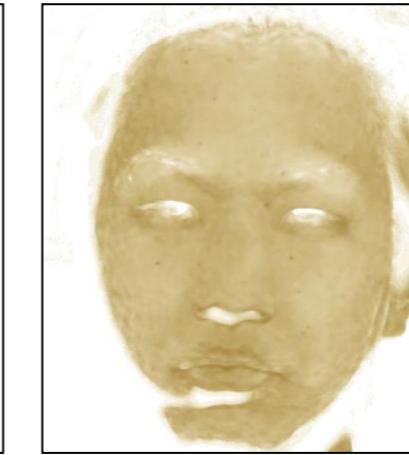
Original image



Hemoglobin



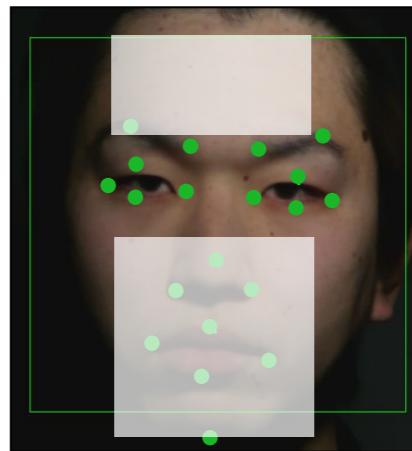
Melanin



Shading



Feature point extraction



The average pixel values of hemoglobin images.

