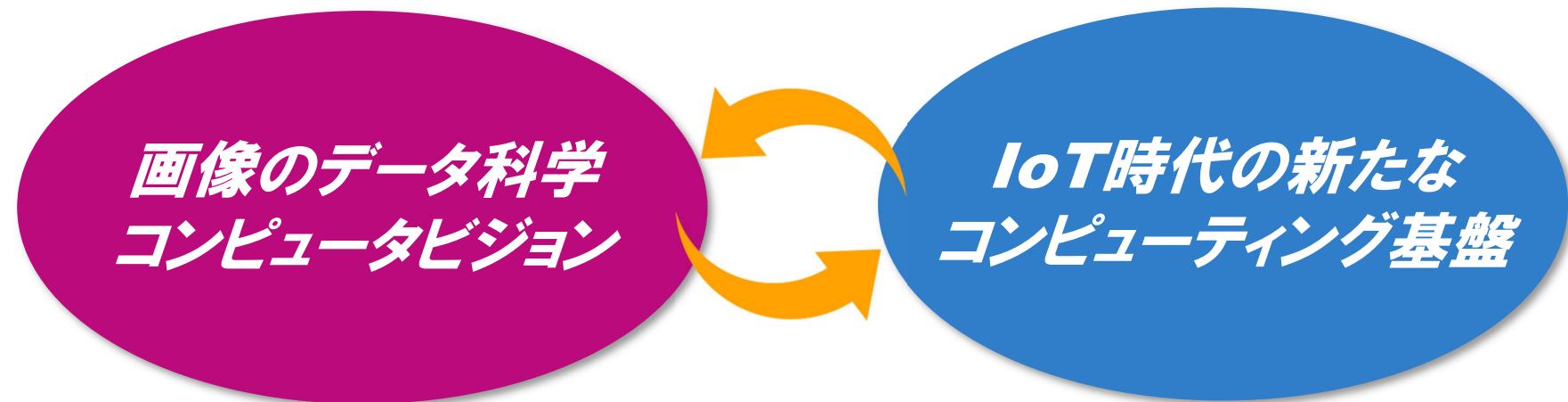


情報科学研究科 計算機構論分野

青木・伊藤 研究室

電気情報系2号館5階502号室(いつでも見学にどうぞ)

電話 022-795-7169, メール ito@aoki.ecei.tohoku.ac.jp (伊藤准教授)



- ▶ 画像認識、コンピュータビジョン
 - ▶ 多次元ビッグデータ解析
 - ▶ ロボット、ドローン、航空機へ展開
 - ▶ 3Dヒューマンインターフェースへ展開
 - ▶ メディカルサイエンス領域へ展開
 - ▶ 合成生物学のためのデータ科学の開拓
-
- ▶ H2H、H2M、M2Mネットワーク
が拓く情報処理パラダイムの探求
(H=「人」、M=「マシン」)
 - ▶ ビックデータ解析のための
高性能計算アクセラレータ
 - ▶ IoT情報基盤のセキュリティを守る
生体認証および人工物認証

研究テーマの例

※研究テーマは、以下に限らず、
比較的自由に設定しています。

1. 人工知能と高性能コンピューティング

近年、人工知能の応用分野では、高度な最適化や機械学習が多用されます。その高速化のために、GPUや専用アクセラレータを活用する新たなアルゴリズムの研究開発が不可欠となっています。

2. 多視点画像の幾何学と3次元コンピュータビジョン

複数の異なる視点の映像から被写体の3次元形状を復元する問題は、たいへん奥深く面白い問題です。ドローン映像、スポーツ映像、Webデータなどを活用した新たな研究領域が開拓されつつあります。

3. 機械学習に基づく画像ビッグデータ解析と画像合成

深層学習などを用いて、膨大なメディアデータから内容を表すメタデータを抽出することができます。数十万人規模の人物画像からその特徴をリストアップして、特定人物を検索する応用などがあります。

4. バイオメトリクス認証と生体情報保護（攻撃と防御）

インドでは11億人を超える生体認証基盤が構築されつつあり、世界のバイオメトリクス研究は新たな次元に突入しています。セキュリティの最終関門である生体情報への「攻撃と防御」を探求します。

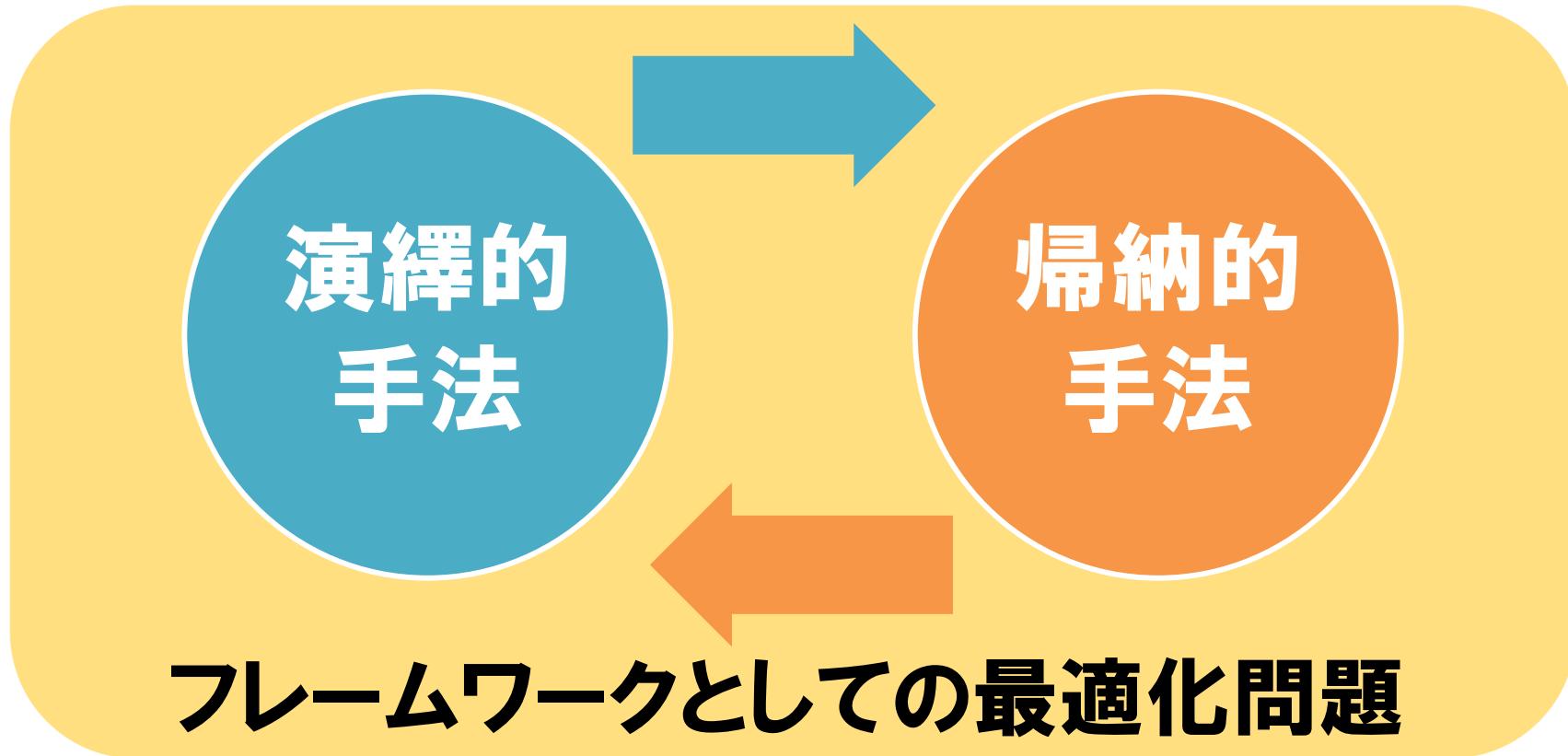
5. 衛星・航空プラットフォームによる時空間センシング

航空機や衛星、UAVに搭載したレーダによって地表データを精密に把握する新原理をNICTとともに開拓しています。可視光で外界をとらえる人間の視覚との対比が面白く、今後の発展が期待されます。

6. 合成生物学のための新たなデータサイエンスの開拓

膨大な核酸配列の中から、対象物にだけ結合する配列（アプタマー）を探し出す効率よい進化工学的探索手法をデータ科学を駆使して確立し、バイオ医薬品や分子センシング素子の設計に展開します。

画像系AIの方法論

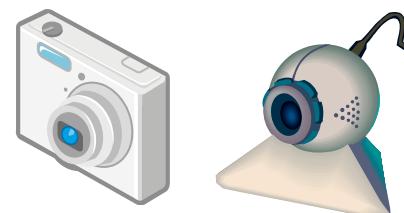


高性能ICT基盤(ハードウェア)
Real-Time & Remoteの価値*

*遠藤信博氏(NEC)との議論による

多視点画像の幾何学 と 3次元コンピュータビジョン

逆問題としてのコンピュータビジョン



逆問題
数学的に記述できるが
解くのが難しい

ロボット、AR、
3Dモデリングほか、多様な応用

3次元
コンピュータビジョン

2次元画像



3次元モデル



ゲーム、映画、
アニメ、デザイン
などで実用化

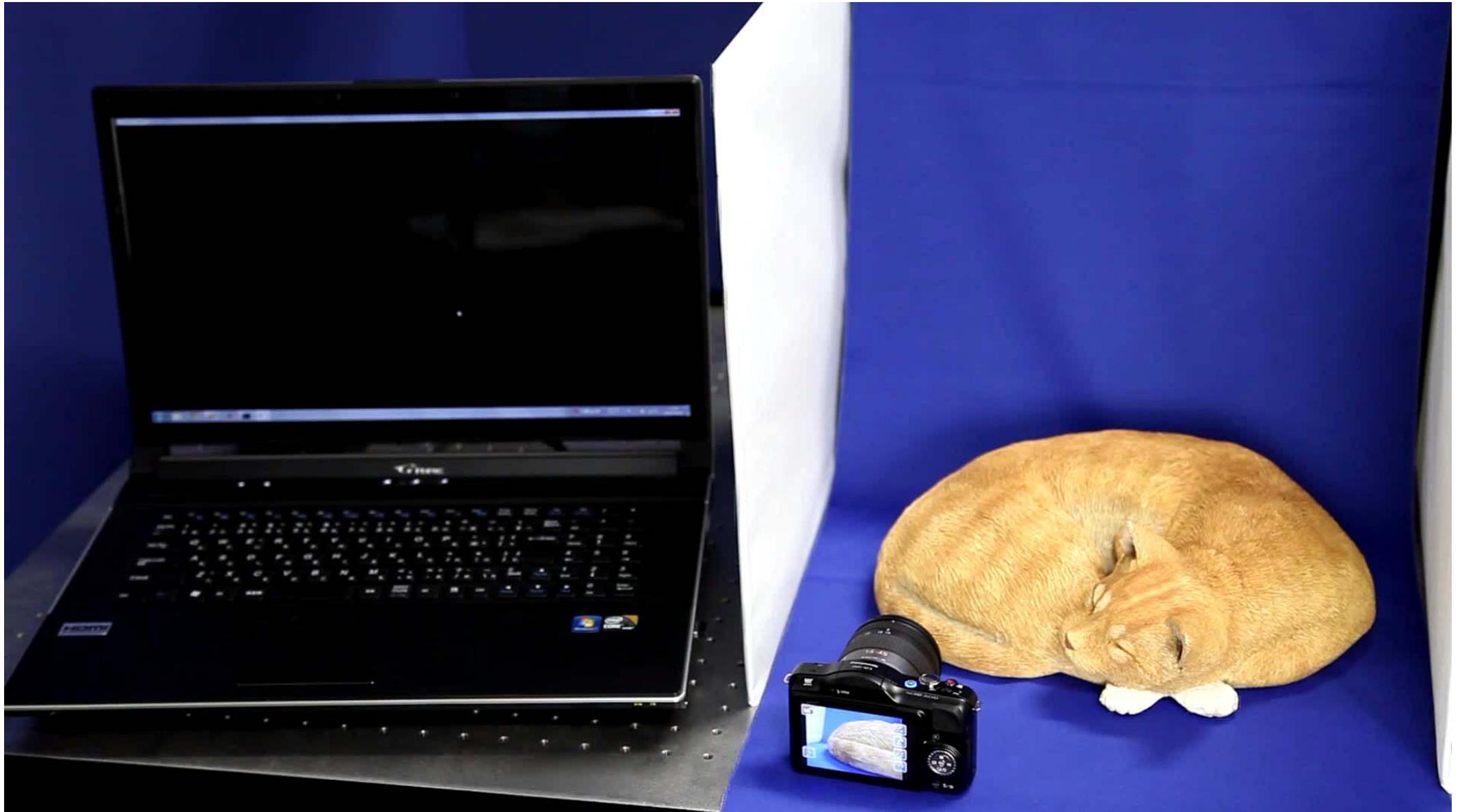
3次元コンピュータ
グラフィックス

順問題
解くのが容易



画像だけから3次元世界を復元できるのか!?

近い将来、インターネットの画像で世界中の3Dモデルを作れるはず



文化財などなんでも3次元モデル化

カメラによる撮影(202回)から3次元再構成

凸版印刷株式会社との共同研究

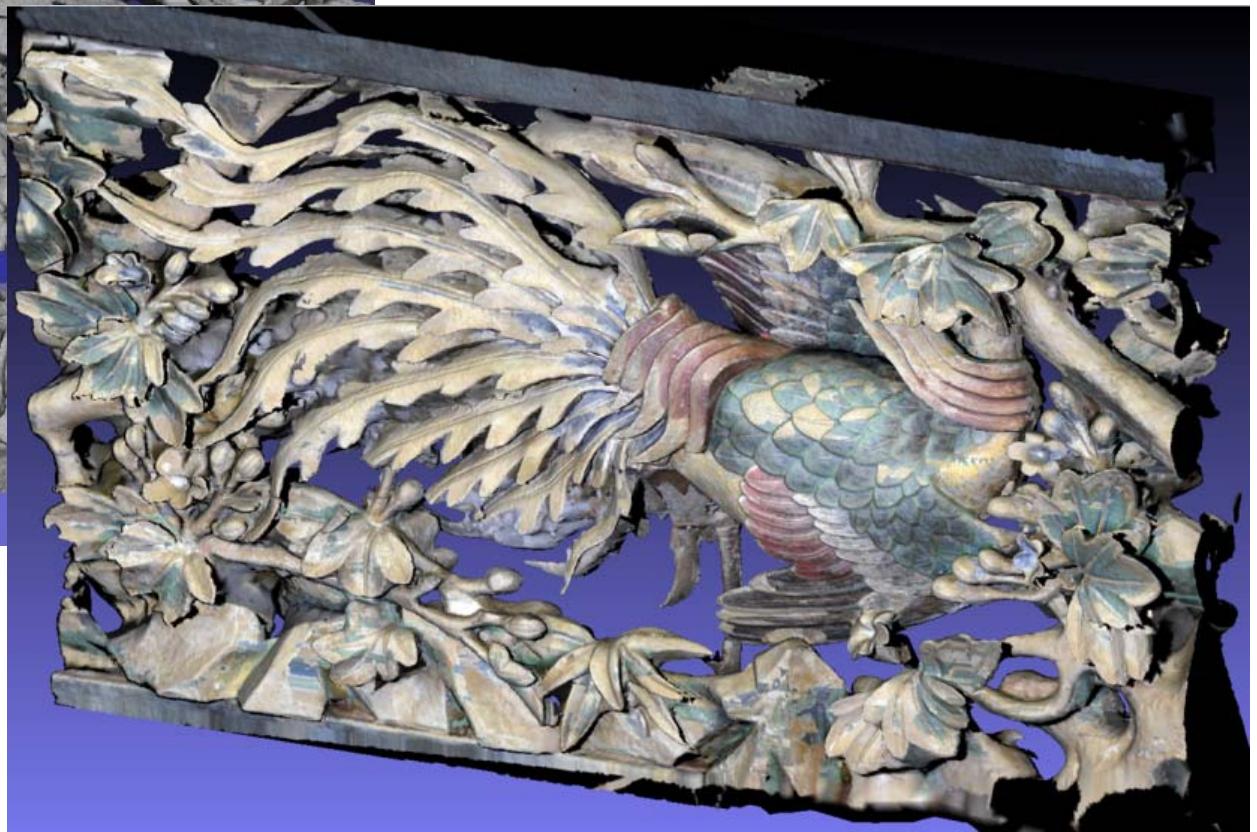
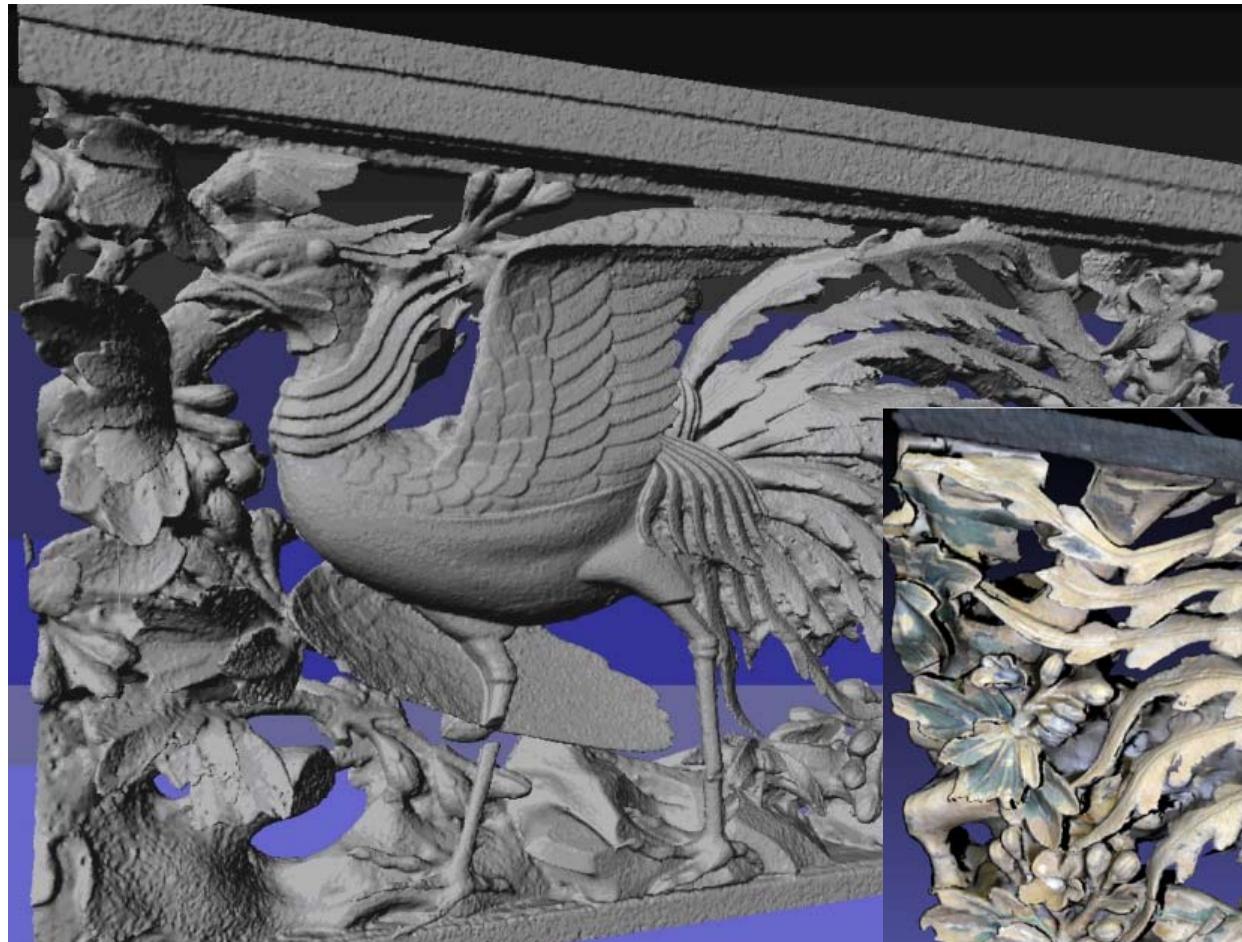


3次元復元・統合結果



多視点画像からの3次元復元

凸版印刷株式会社との共同研究



80枚の画像から生成された瑞巌寺の欄間木彫の形状モデル

空飛ぶコンピュータビジョン

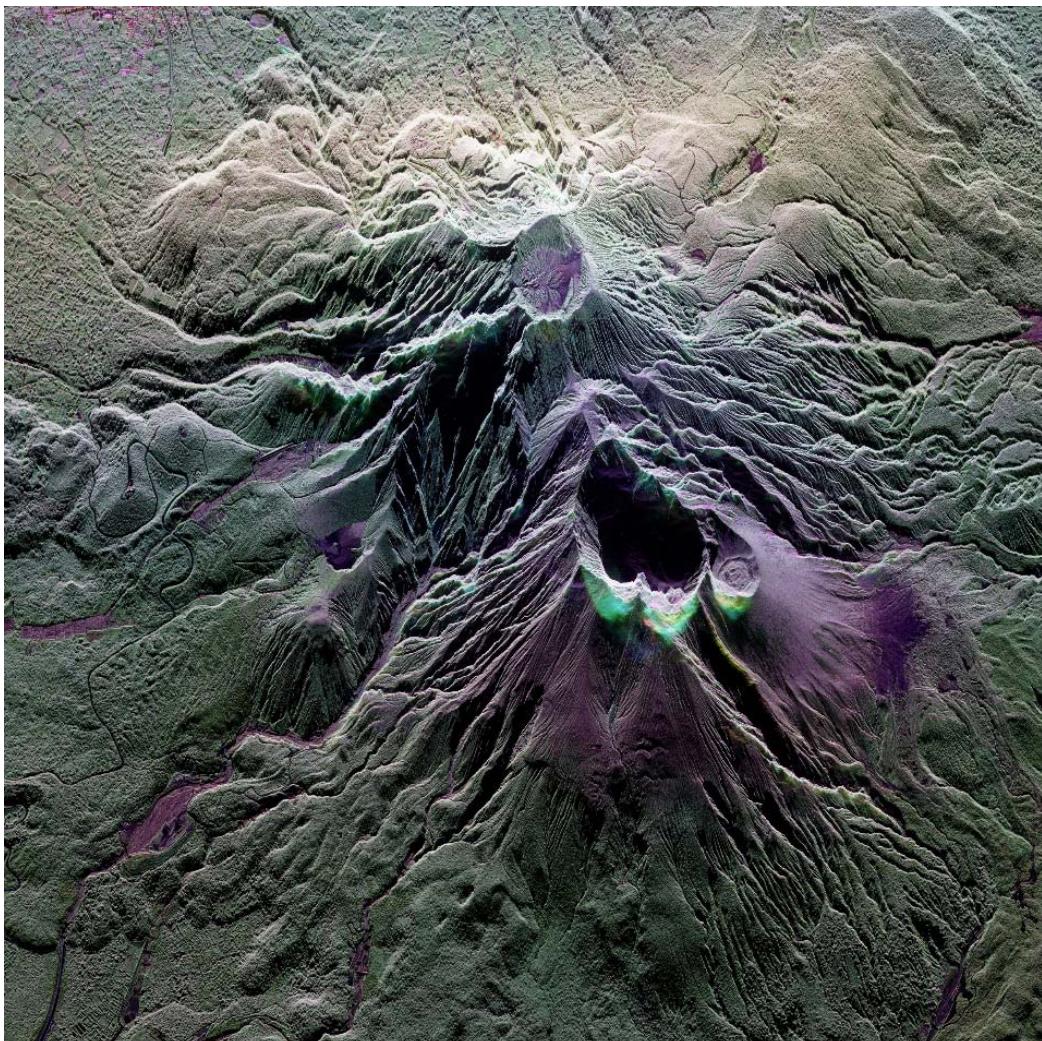
電磁波による能動的な視覚

NICTとの共同研究

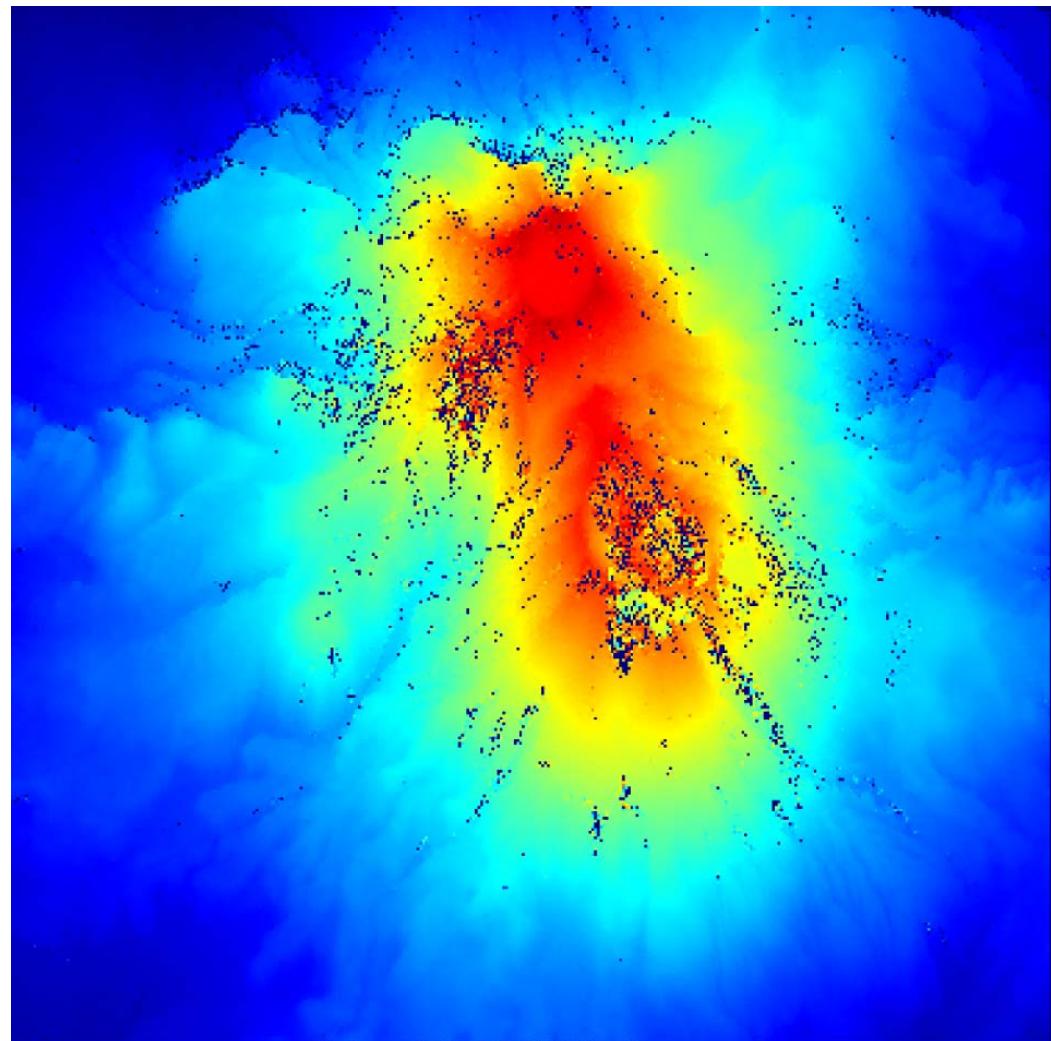
- 人工衛星や航空機にアンテナを搭載し、移動しながら電磁波を照射・受信することで、地表面を3D画像化
 - 合成開口レーダ(SAR)による能動的な視覚
 - 夜間も計測可能、かつ、雲を突き抜けて透視が可能
 - 地形計測、土壤水分計測、資源探査などへの応用



鹿児島県桜島の3次元復元



SAR画像

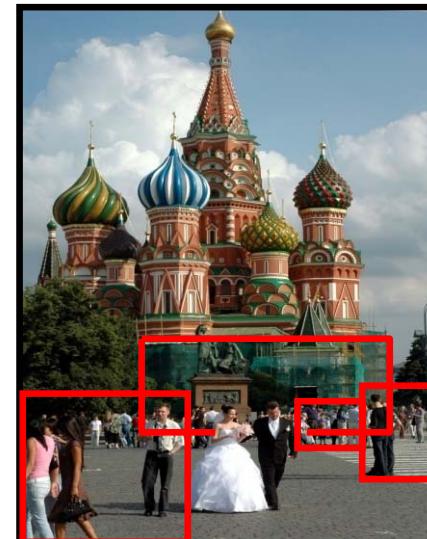


標高マップ

NICTとの共同プロジェクト

Web検索データを用いた画像合成

画像ビッグデータの時代へ パナソニック株式会社との共同研究

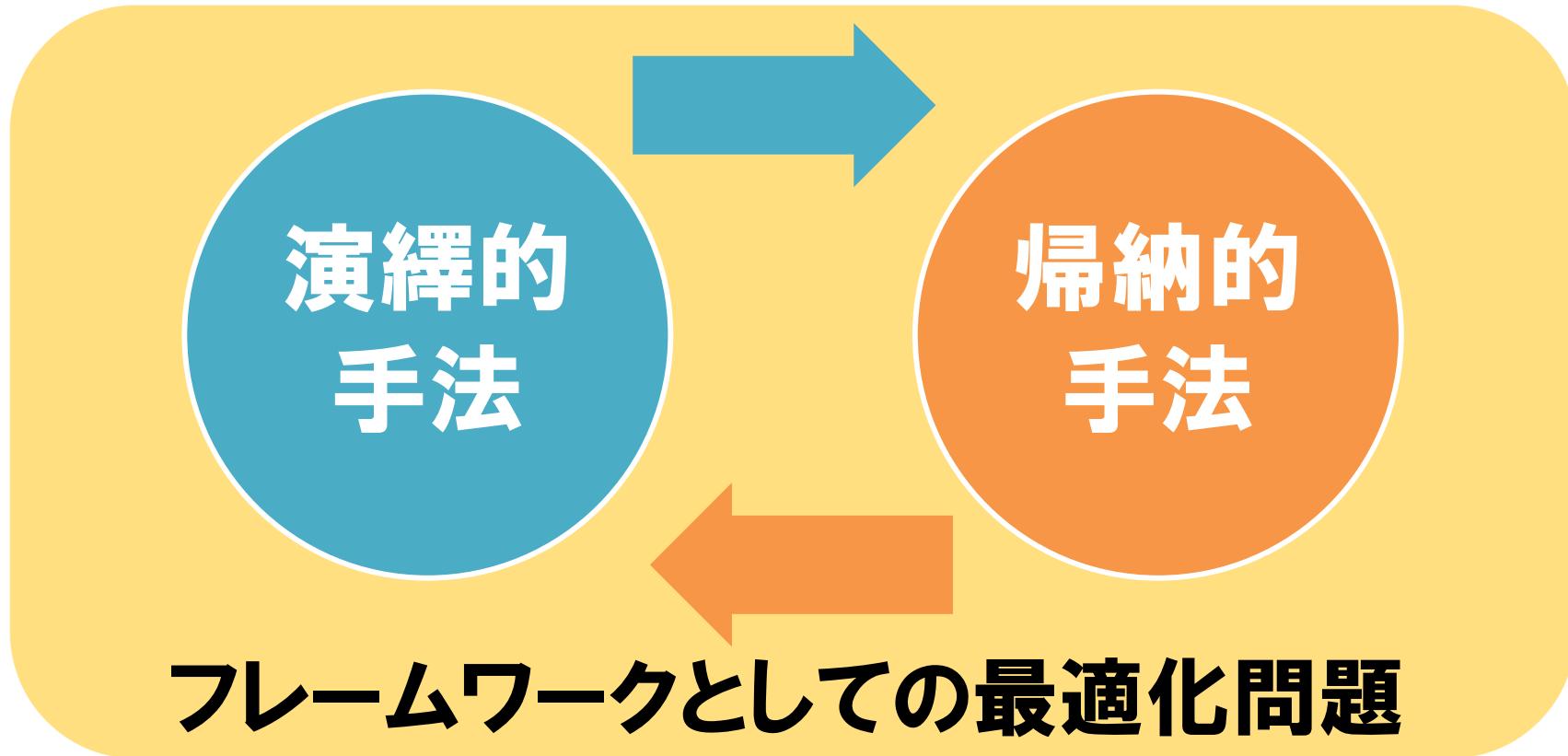


Web検索データを用いた画像合成

画像ビッグデータの時代へ パナソニック株式会社との共同研究



画像系AIの方法論

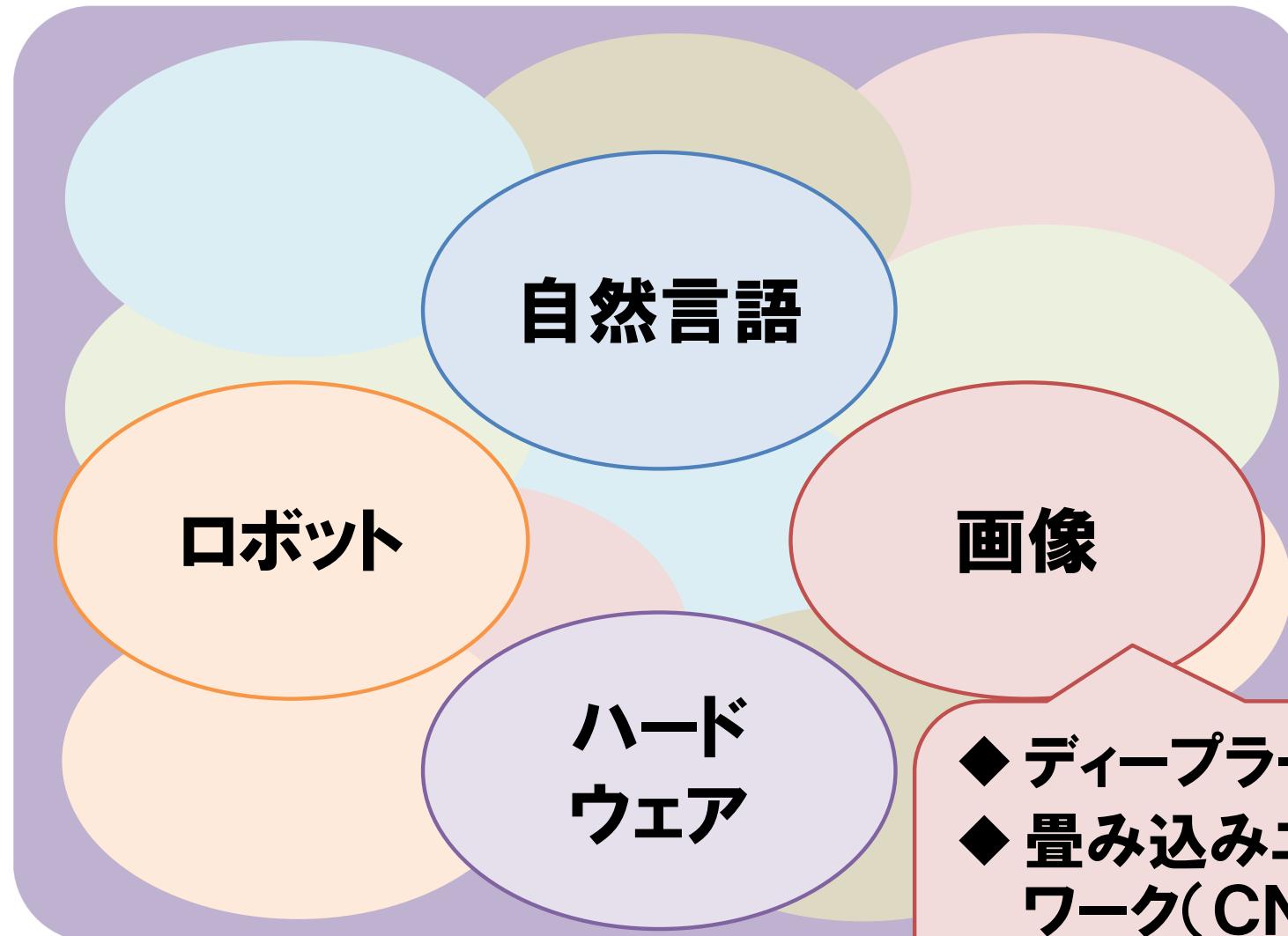


高性能ICT基盤(ハードウェア)
Real-Time & Remoteの価値*

*遠藤信博氏(NEC)との議論による

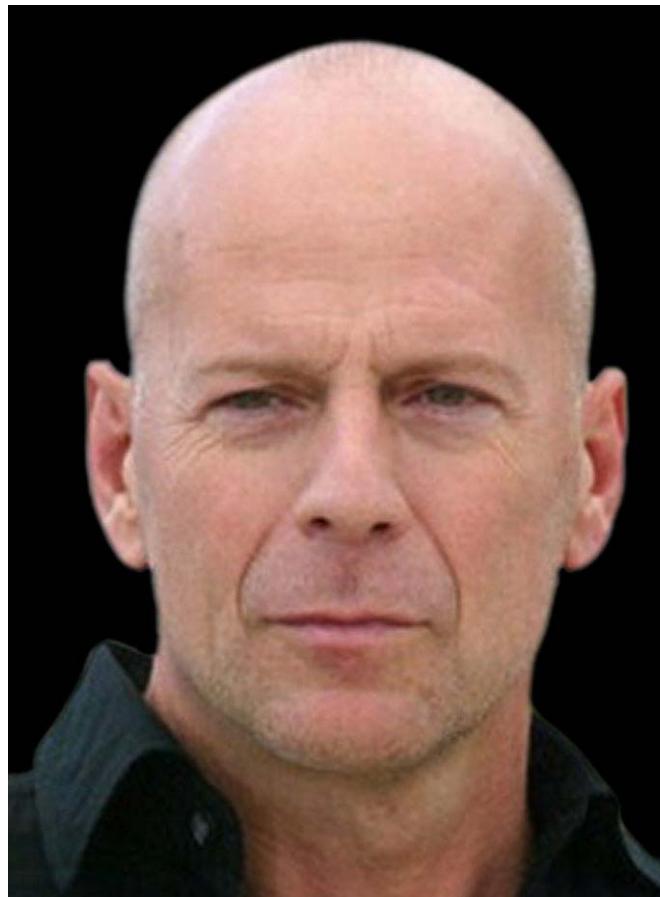
機械学習に基づく 画像ビッグデータ解析

AIにおける画像の研究(最近のトピックス)



- ◆ ディープラーニング(DL)
- ◆ 疊み込みニューラルネットワーク(CNN)
 - ✓ 画像認識・理解
 - ✓ 画像合成

顔の特徴(属性)の推定の問題

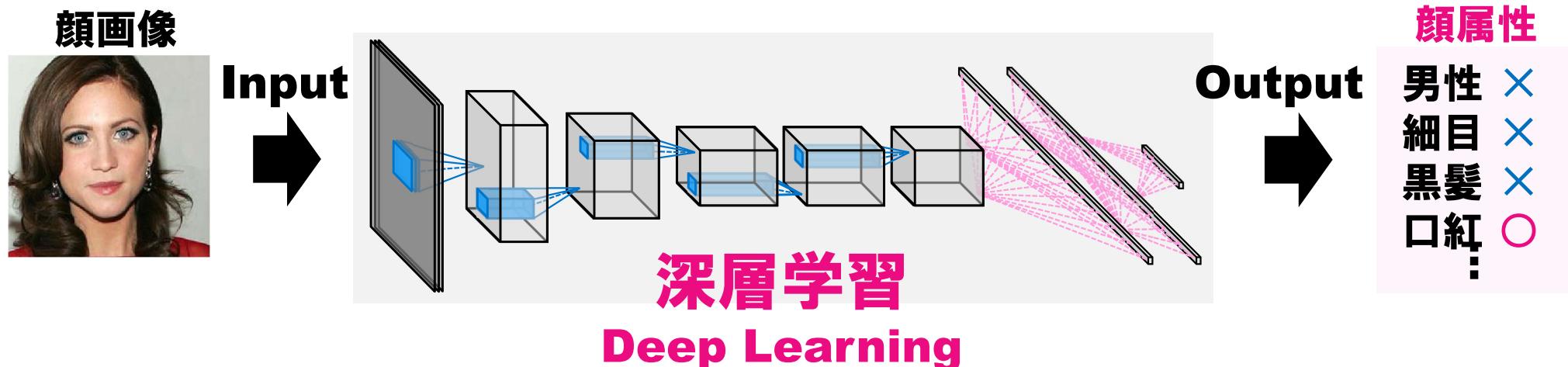


どんな顔属性が含まれているでしょうか？

性別, 若さ, 髮型, 装飾品, ... etc.

顔属性推定の問題

顔の40種類の特徴を言い当てるAI



膨大な学習データを準備



202,599枚(10,177人)の顔画像に対して
人手で40種類の特徴を付加して学習データとした

Large-scale CelebFaces Attributes (CelebA) Datasetに含まれる顔属性一覧

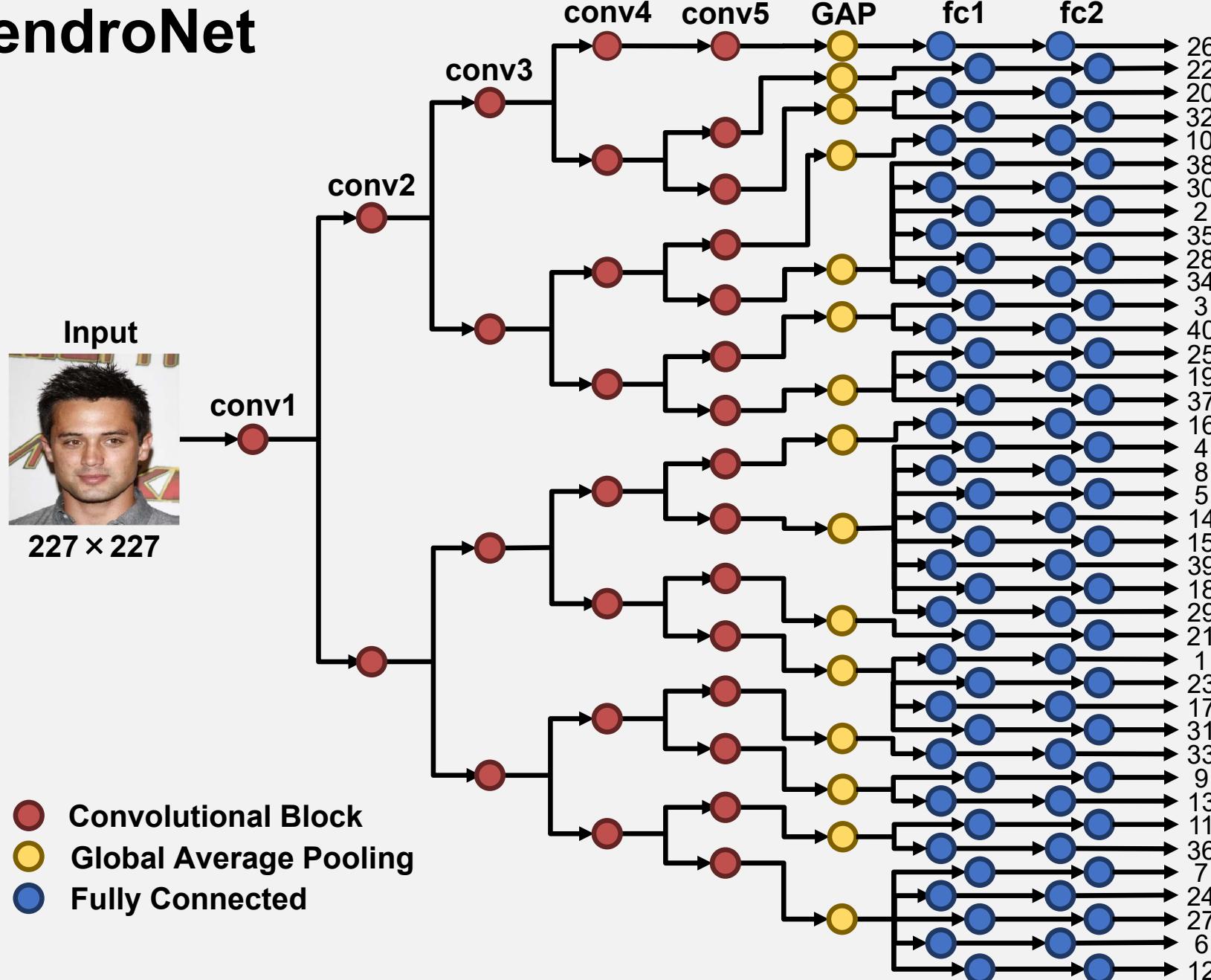
1	5 o'clock shadow	無精ひげ
2	Arched Eyebrows	三日月眉
3	Attractive	魅力的
4	Bags Under Eyes	目の下のたるみ
5	Bald	禿げた
6	Bangs	前髪
7	Big Lips	大きな唇
8	Big Nose	大きな鼻
9	Black Hair	黒髪
10	Blond Hair	金髪
11	Blurry	ぼやけた
12	Brown Hair	茶髪
13	Bushy Eyebrows	げじげじ眉
14	Chubby	太った
15	Double Chin	二重あご
16	Eyeglasses	眼鏡
17	Goatee	やぎひげ
18	Gray Hair	白髪
19	Heavy Makeup	厚化粧
20	High Cheekbones	高いほお骨

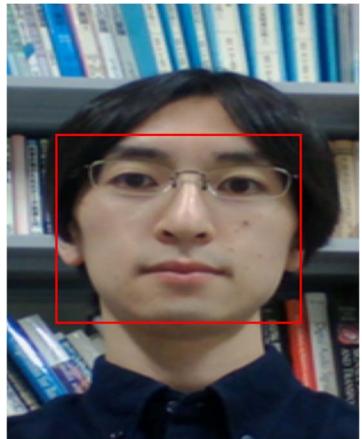
21	Male	男性
22	Mouth Slightly Open	僅かに開いた口
23	Mustache	口ひげ
24	Narrow Eyes	細目
25	No Beard	あごひげがない
26	Oval Face	卵形の顔
27	Pale Skin	白い肌
28	Pointy Nose	高い鼻
29	Receding Hairline	後退した生え際
30	Rosy Cheeks	薔薇色のほお
31	Sideburns	もみあげ
32	Smiling	笑顔
33	Straight Hair	ストレートヘア
34	Wavy Hair	ウェーブヘア
35	Wearing Earrings	イヤリングをつけた
36	Wearing Hat	帽子を被った
37	Wearing Lipstick	口紅を塗った
38	Wearing Necklace	ネックレスをつけた
39	Wearing Necktie	ネクタイをつけた
40	Young	若い

効率の高いCNNの自動生成法を提案

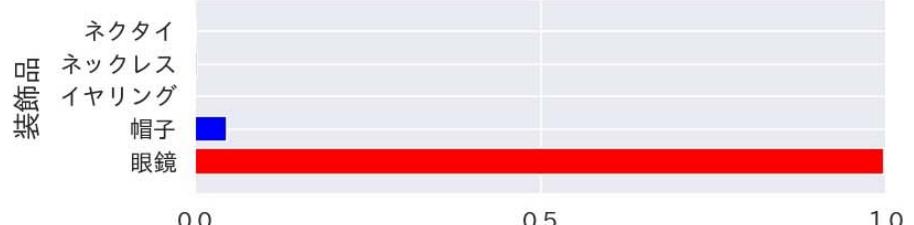
CNN(畠み込みニューラルネットワーク) = ディープラーニングの機構

DendroNet

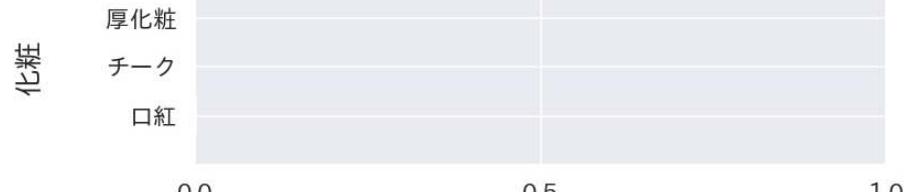




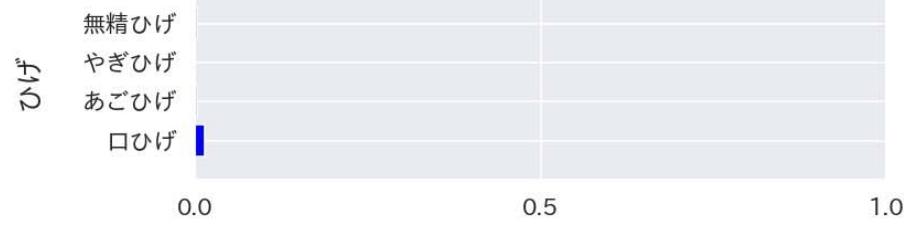
髪形



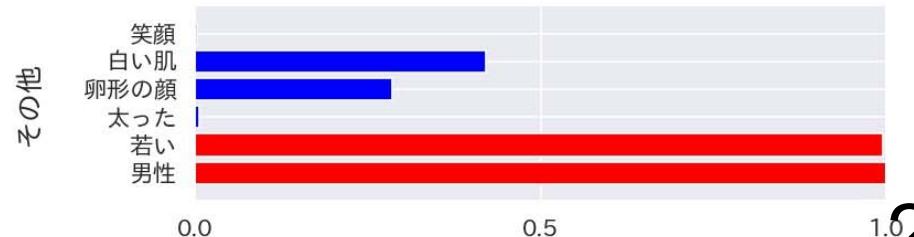
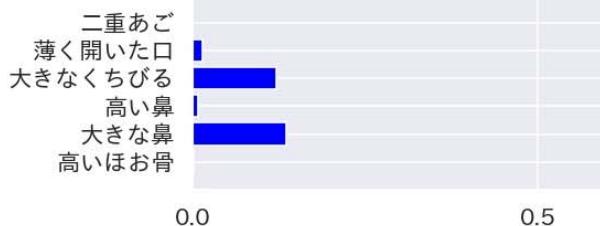
髪色



まゆ・目



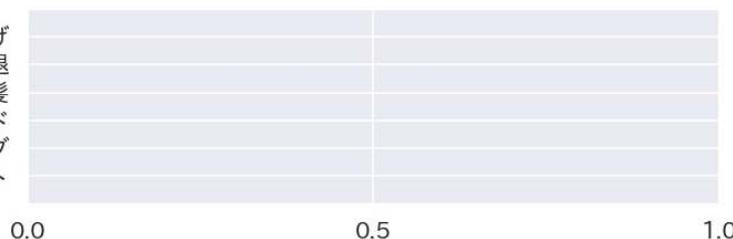
その他のパーツ





髪形

もみあげ
生え際後退
前髪
スキンヘッド
ウェーブ
ストレート



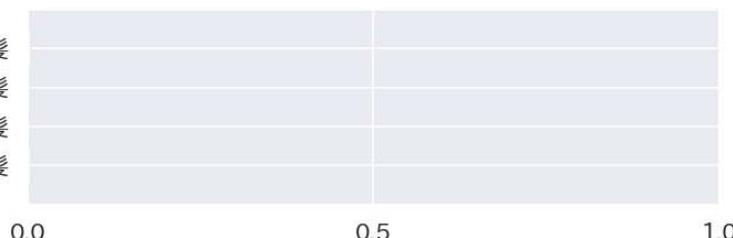
装飾品

ネクタイ
ネックレス
イヤリング
帽子
眼鏡



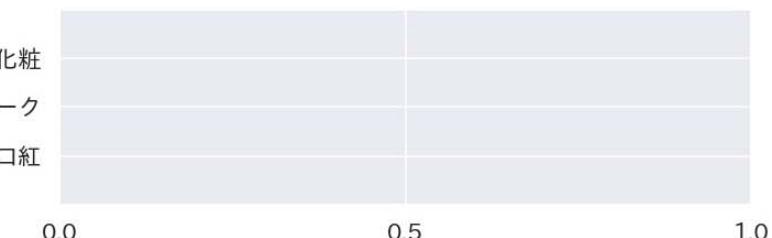
髪色

白髪
茶髪
金髪
黒髪



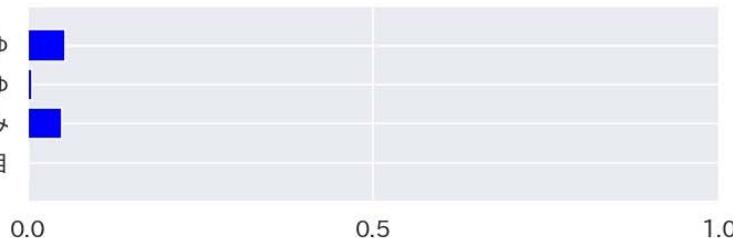
化粧

厚化粧
チーク
口紅



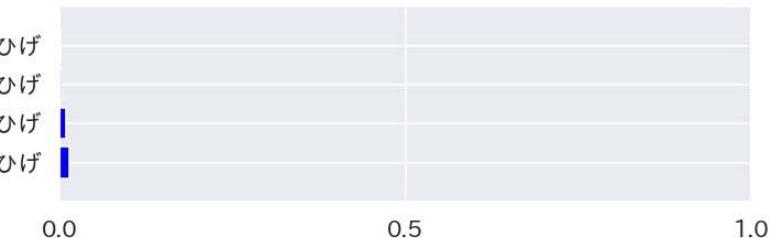
まゆ・目

げじげじまゆ
三日月まゆ
目の下たるみ
細目



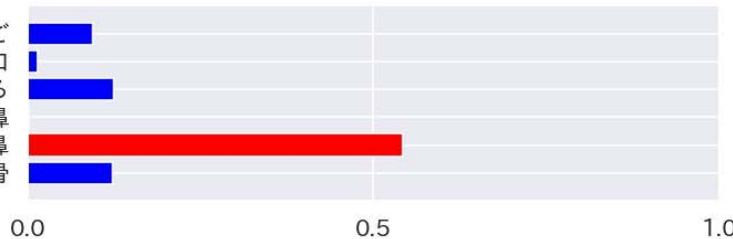
ひげ

無精ひげ
やぎひげ
あごひげ
口ひげ



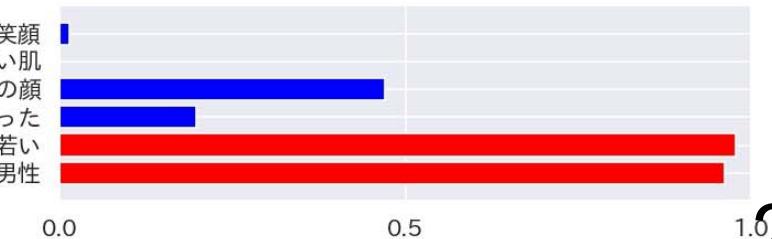
その他のパーツ

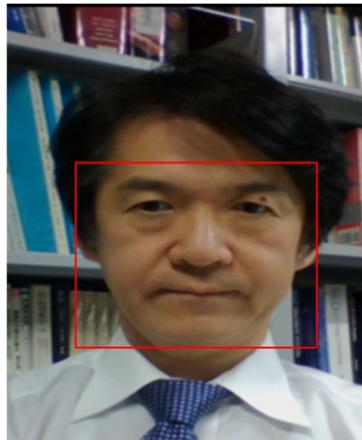
二重あご
薄く開いた口
大きなくちびる
高い鼻
大きな鼻
高いほお骨



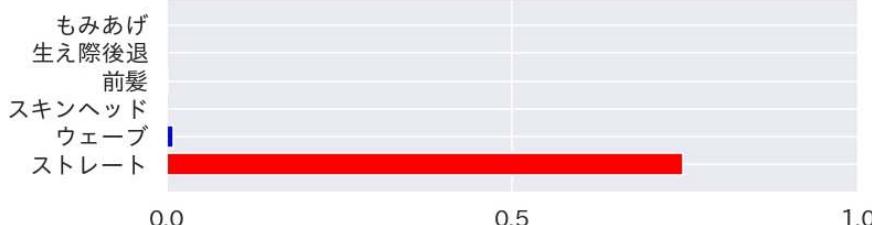
その他

笑顔
白い肌
卵形の顔
太った
若い
男性

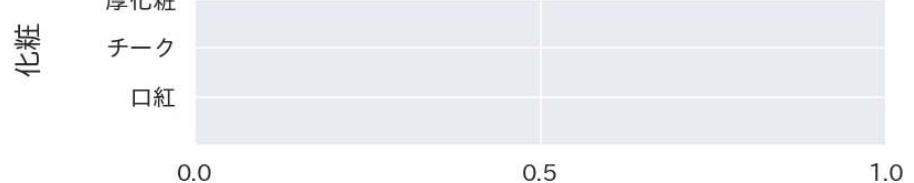




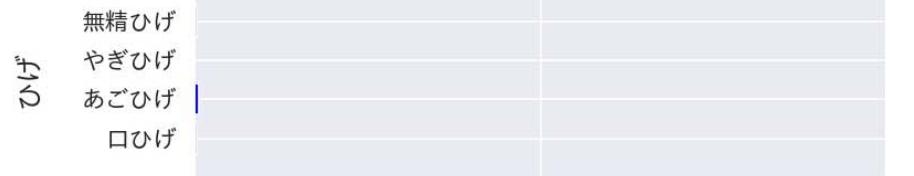
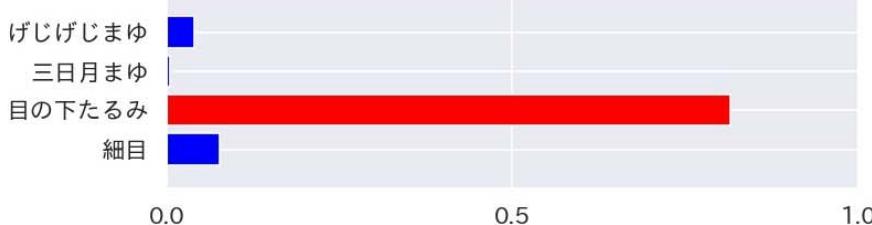
髪形



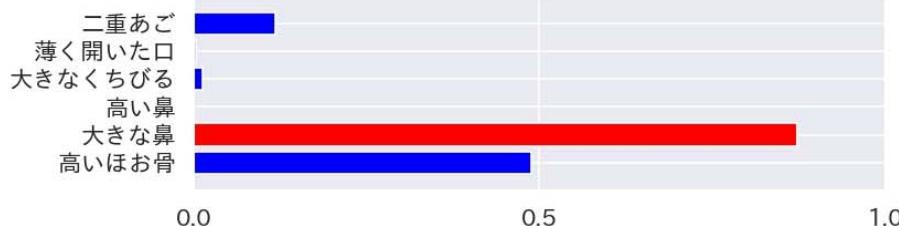
髪色



目・まゆ

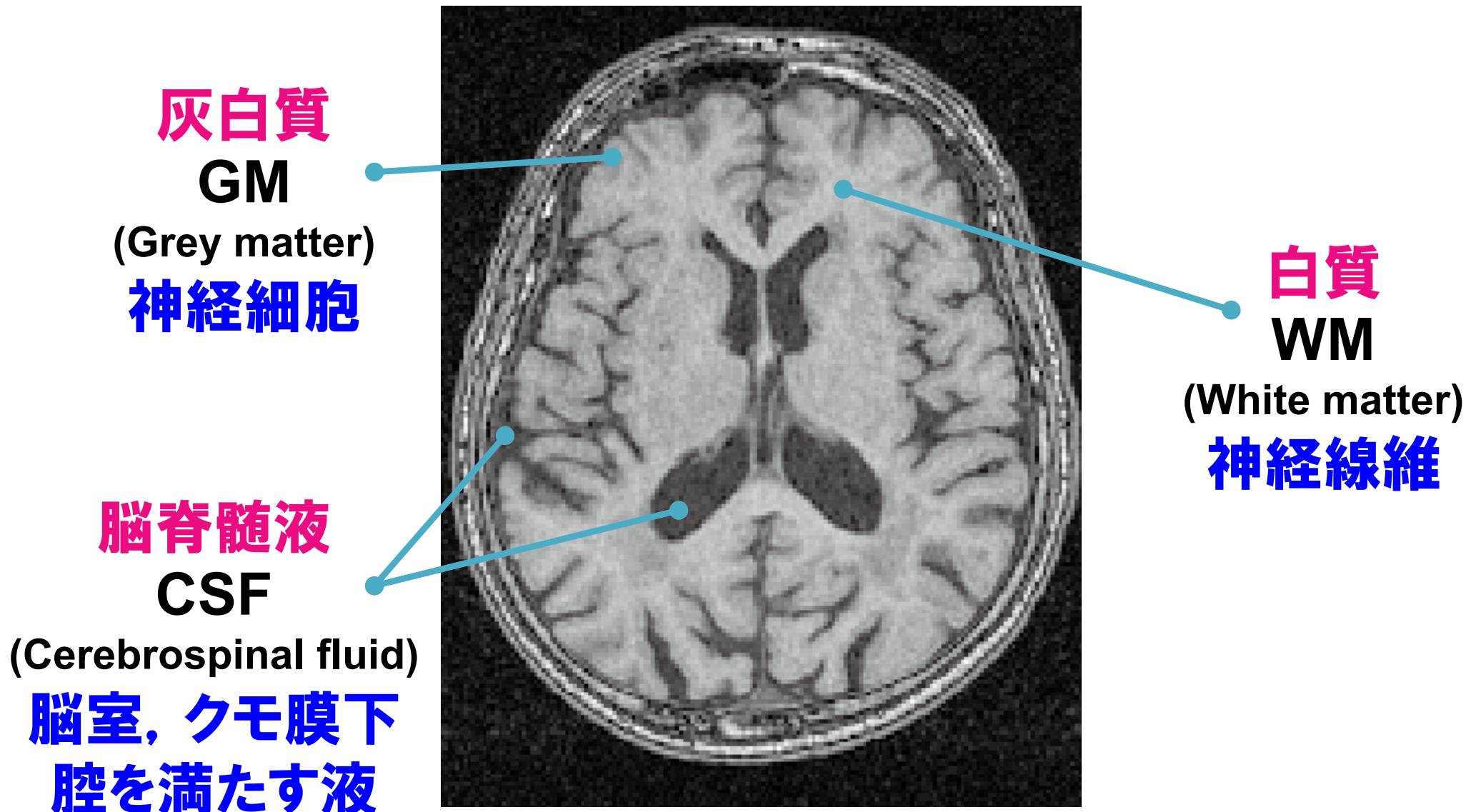


その他のパーツ



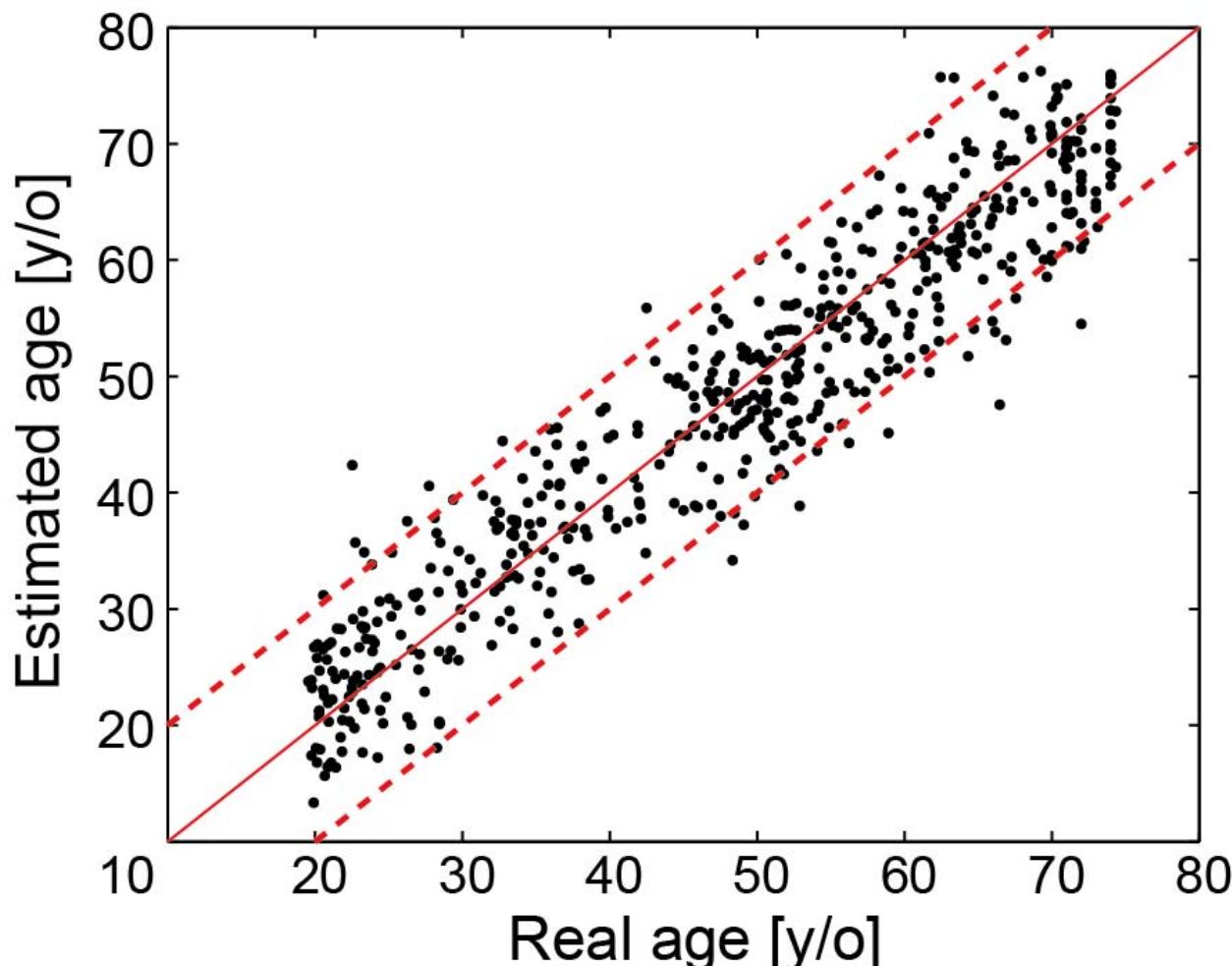
画像による脳の自動診断

(東北大学加齢医学研究所との共同研究)



実年齢と推定年齢の分布

- 0.5TのMRI装置で撮像された1,146件(男性552人, 女性594人, 20~75歳)のT1強調画像
- 学習データとテストデータとして550件ずつをランダムに選択し, 提案手法を用いて年齢推定を行う

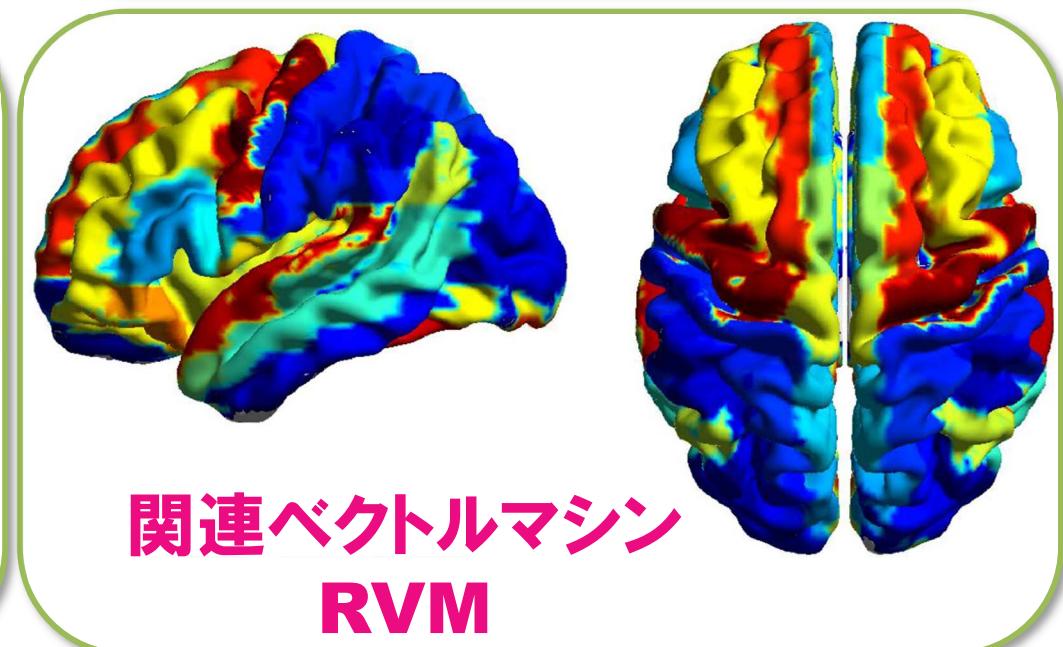
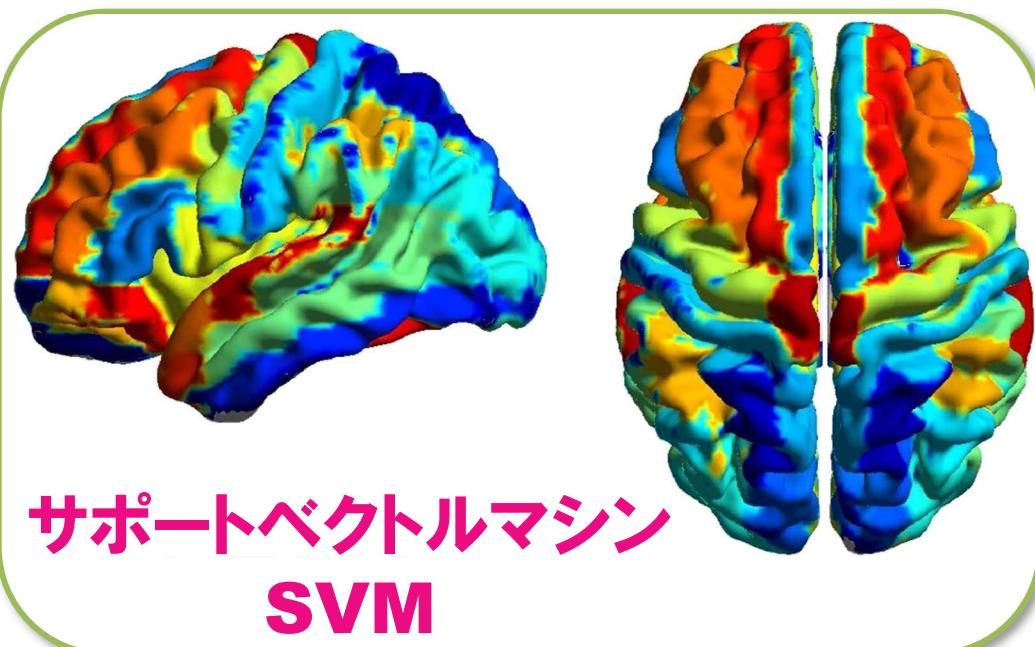
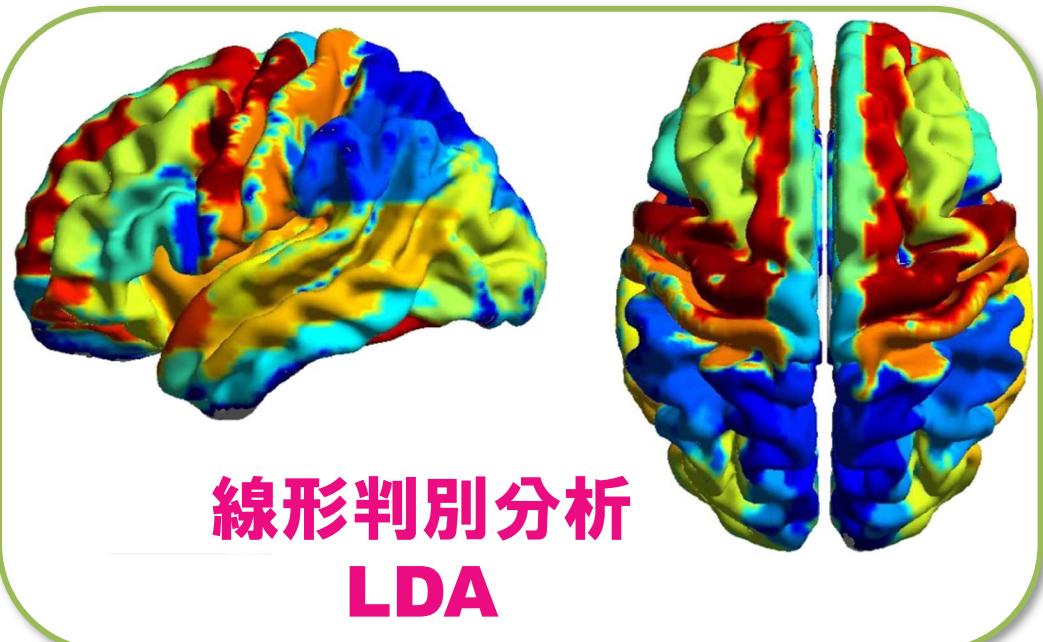


- 実年齢に対して強い相関を示す
- 平均絶対誤差は約4.5歳であった
- アトラス分解能を1024領域に上げると3.6歳に向上

※ 破線は、実年齢±10歳を示す

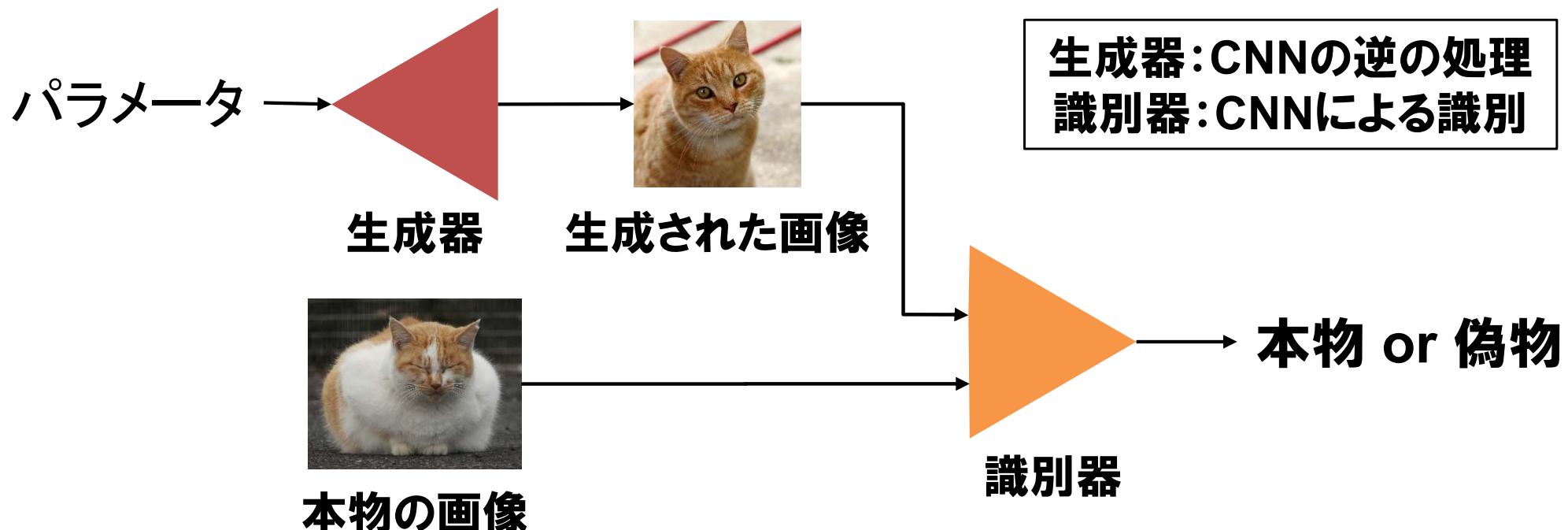
機械学習による脳画像ビッグデータ解析

- 脳画像からの年齢推定問題
 - 加齢医学研究所との共同研究
- 機械学習による年齢推定への貢献度の順位で色づけ
 - BrainNet Viewer を使用



**複数のAIを競わせて
自動学習するしくみ
(AIのより進んだトピックス)**

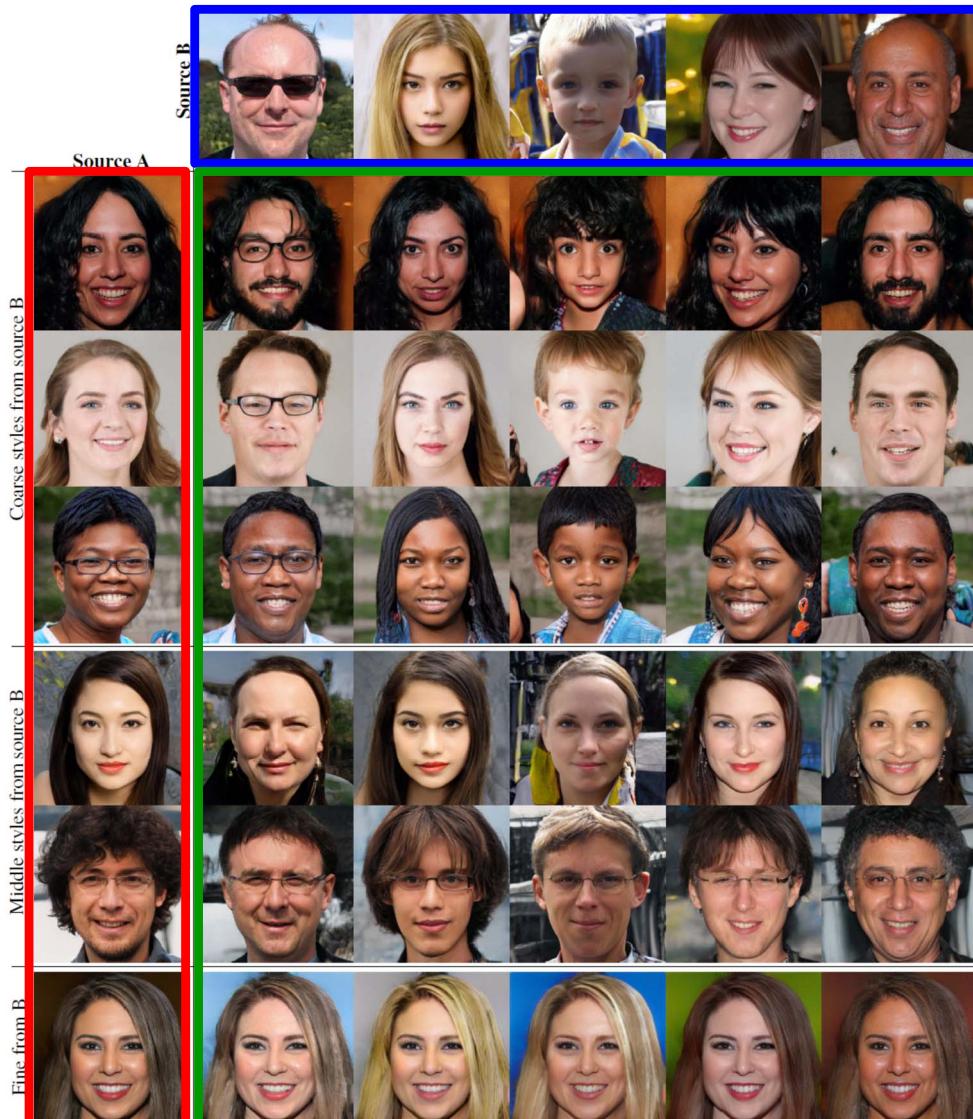
画像生成における深層学習のインパクト



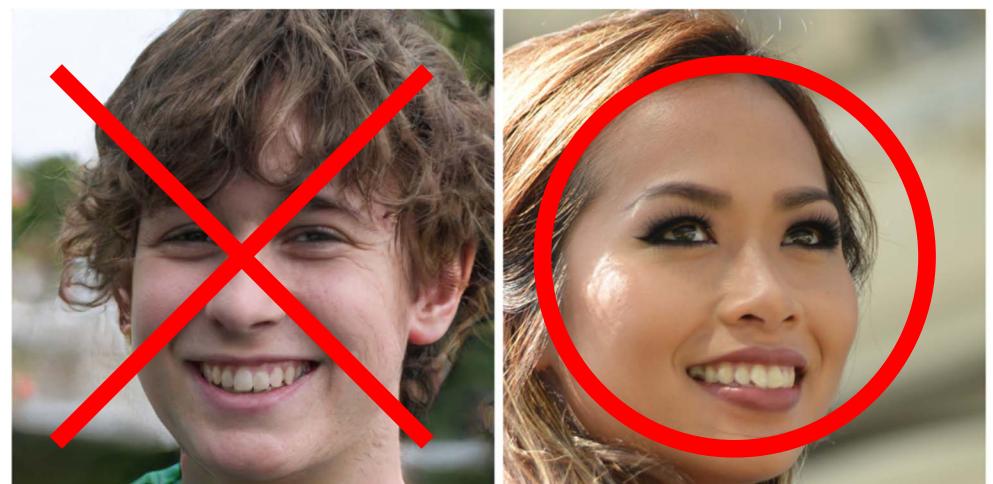
敵対的生成ネットワーク(Generative Adversarial Network: GAN)

- ・ 識別器をだますような生成器に、本物を正しく見分けるよ
うな識別器に学習させる(生成器と識別器を戦わせる)
- ・ 高性能な画像生成器を得るために、あるいは、識別器の高
性能化(学習の効率化)のために利用されている

世界における最先端の画像合成手法



- 赤枠の顔画像を青枠の顔画像に近づくように新しい顔画像(緑枠)を生成している
- 本物の顔画像と合成された顔画像を見分けられるかを判定するwebページが開設されている



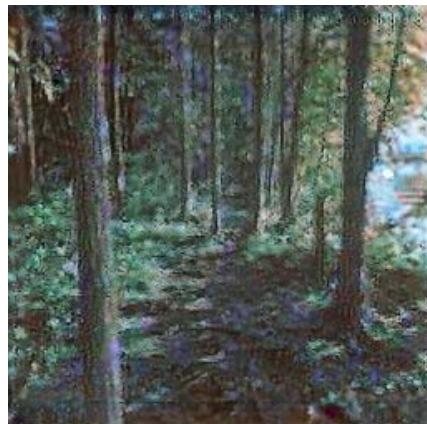
<http://www.whichfaceisreal.com/>

T. Karras et al., "A style-based generator architecture for generative adversarial networks," CVPR2019.

CycleGAN^[1]

画像ドメイン間の変換を行うディープラーニング

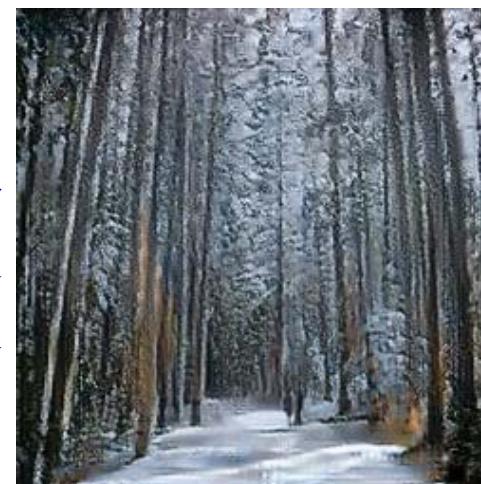
写真 \leftrightarrow モネ(絵画)



ウマ \leftrightarrow シマウマ



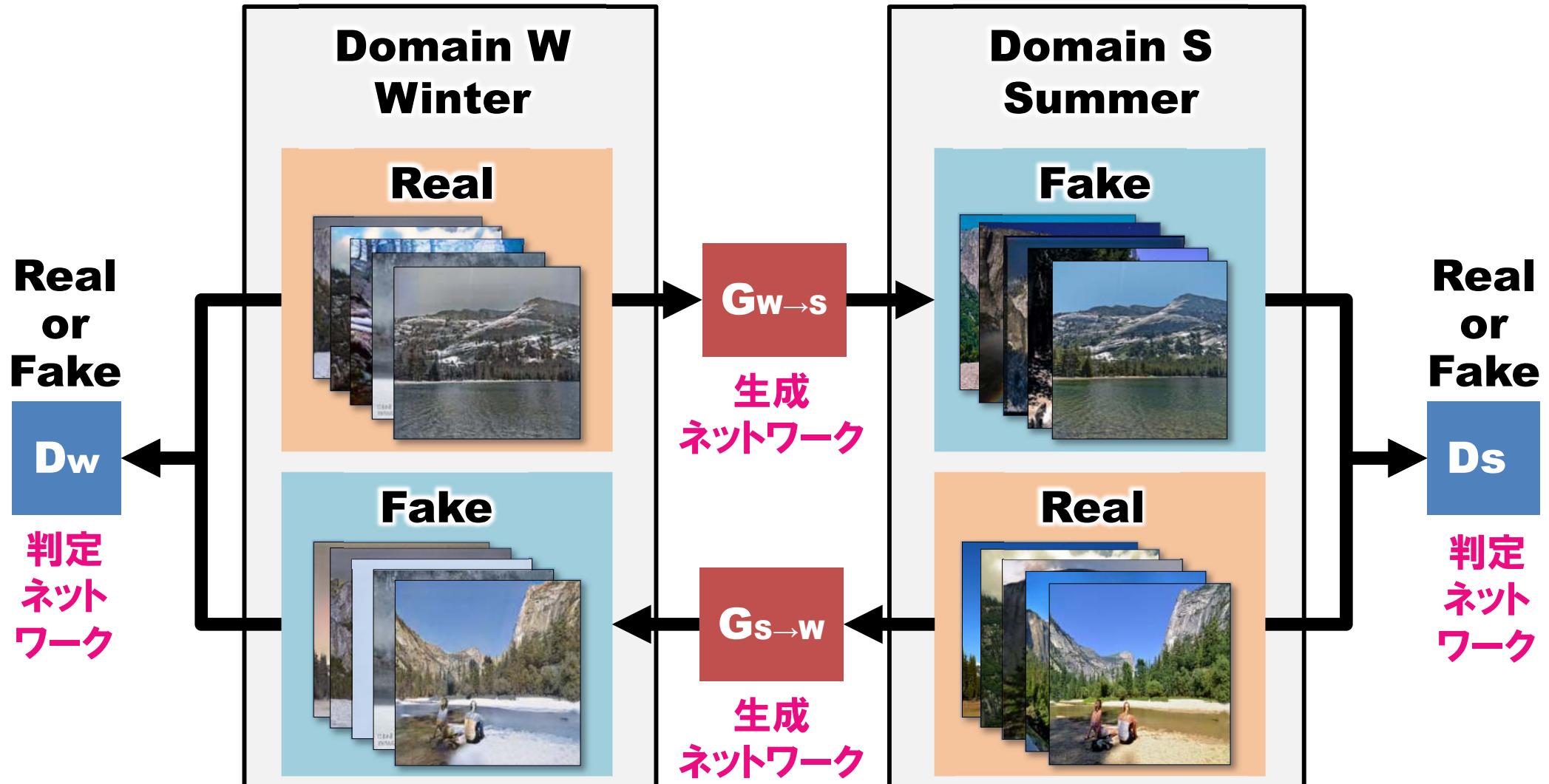
夏 \leftrightarrow 冬



[1] J.-Y. Zhu, T. Park, P. Isola and A.A. Efros, "Unpaired image-to-image translation using cycle-consistent adversarial networks," Proc. Int'l Conf. Computer Vision, pp. 2223–2232, Oct. 2017.

CycleGANのフレームワーク

あたかも対戦ゲームのように互いに競わせながら、
4つのネットワークの学習を同時に進行



[1] J.-Y. Zhu, T. Park, P. Isola and A.A. Efros, "Unpaired image-to-image translation using cycle-consistent adversarial networks," Proc. Int'l Conf. Computer Vision, pp. 2223–2232, Oct. 2017.

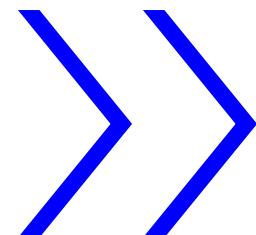
生成ネットワークによる変換例

人間



元画像

シマウマ

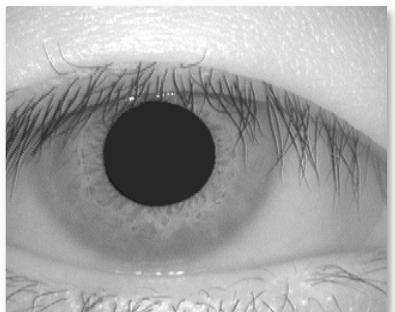
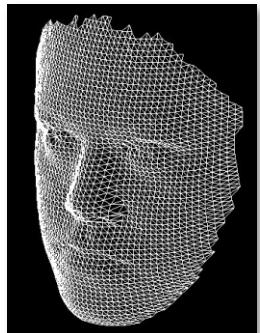
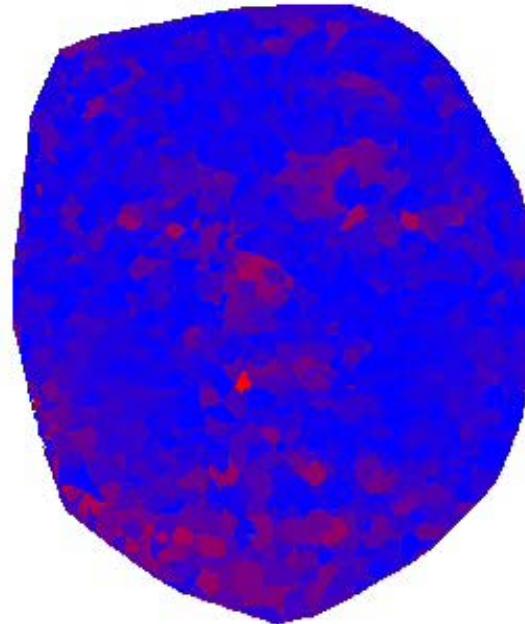


変換画像

バイオメトリクス認証 と 生体情報保護 (攻撃と防御)

バイオメトリクス認証と生体情報保護

大学院生が多様な種類で世界最高水準の識別性能を達成



顔

目

指紋

手のひら

静脈

歯

バイオメトリクス認証と生体情報保護 位相限定相関法(Phase-Only Correlation)の発明

©日本経済新聞社2012 (昭和67年10月6日第三種郵便物認可) 日刊 第10472号

日経産業新聞 NIKKEI BUSINESS DAILY

2012年(平成24年)
10月1日 月曜日

General Packaging Industry GPI ビオラル・パッケージング・インダストリー レジン

http://www.nikkei.com/ ■日経産業新聞online http://www.nikkei.com/tech/ssbiz/ ■購読のお申し込み 国内0120-21-4946 http://www.nikkei4946.com

抗菌やはっ水…

生地に電子線照射手法

クラボウ、表裏に別機能

KDDI研究所(埼玉県さいたま市、中島康之社長)は手のひらの掌紋で個人認証ができるスマートフォン(高機能携帯電話HDD)用アプリを開発した。スマートフォンのカメラで手のひらを撮影。登録した本人かどうかを約1秒で判別する。また端末のロック解除用アプリを無料で提供。

マホを使った銀行の決算や電子商取引など新しい用途を探る。スマートフォンのロック解除用アプリの名称は「アロ」。手のひらの本ソフト(OS)「アロ」以外のスマホでも利用に対応。2日からゲートのコンテンツ配信サービス「ゲートアーバイ」を通じて無料で配信する。今後、KDDI(アロ)と同様の機能を東北大学などのほかメールなどのアプリケーションのコンテンツ配信サービス「ゲートアーバイ」認証アルゴリズム(計算)を通じて無料で配信する。

スマホのロック解除までのイメージ

ロック解除1秒アプリ

掌紋認証によるスマホのロック解除までのイメージ

手のひらの位置やゆがみを登録時の状態に再現する補正技術を使い、スマートフォンのカメラで撮影した掌紋の画像を本人かどうかで判別できるようにした。照明の状態や背景が違うても識別できる。

同研究所は東北大学の掌紋認証の精度は指紋認証などと同レベルだといふ。金融機関などで指紋認証する場合、手のひらの静脈を使っているが、指紋認証は指紋を接触させる専用センサーを備えた端末に搭載する必要がある。金融機関などで指紋認証する場合は、スマホのカメラを使い静脈と掌紋を撮影して認証する。スマホでは昔ながらにならなかった。

スマホを使った生体認証ではソフトバンクモバイルがスマホのカメラを使い静脈と掌紋を撮影して認証する認証技術を開発。2012年度中の製品化を目指している。認証アルゴリズムを他のソフトと組み合わせれば精度が高まるため、開発競争が加速しそうだ。

例えば、肌面は汗をかいても細菌が繁殖せず、表面は雨をはじく制服用生地などを作れる。

生地に電子線を照射することで、片面だけを薬液させた。生地の厚みや成分の強さを細かく調整する「アリット」という技術を発展させた。天然繊維は薬剤を練り込まないことがで、水をはじく機能を表す、抗菌性や活性化状態をつくり、工夫し、抗菌や除臭機能を付けていた。同社は繊維を薬液に入れた機能性物質を、はっ水などの機能を付けたりなどをする。

日本経済新聞社が実施した2012年の働きやすい会社調査の総合ランキンジングで、前年4位だったナカニックが首位に浮上した。上位20社

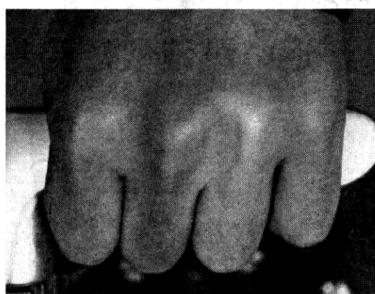
名
フ
名
業
業
部
上
火
火
保
業
レ
ホール
合
511.16
503.55
503.06
502.86
500.06
490.51
488.08
483.83
481.78
478.75
478.21
475.30
473.60
469.34
469.24
469.07
467.25
460.17
456.50
455.82
455.73
455.67
451.46
450.73
449.70
445.73
445.34

ナックルで個人認証する新システム

東北大の伊藤康一助教と青木孝文教授らは拳の静止画像で個人を認証するシステムを試作した。ドアレバーを握ったとき事前に登録した人が解錠する。番号の入力や指紋認証などに比べ入室の手間がかからない。新しいセキュリティシステムへの応用を見込む。

新システムはドアノブの上部に小型カメラを取り付け、ドアに制御用のチップを組み込み。人さし指、中指、薬指、

ドアノブ握るだけで解錠



指の関節の画像情報を数値に変換して見分ける(伊藤康一・東北大助教授提供)

**KDDI研究所と共同開発した
掌紋認証のスマートフォンアプリ**

拳で個人を認証 東北大

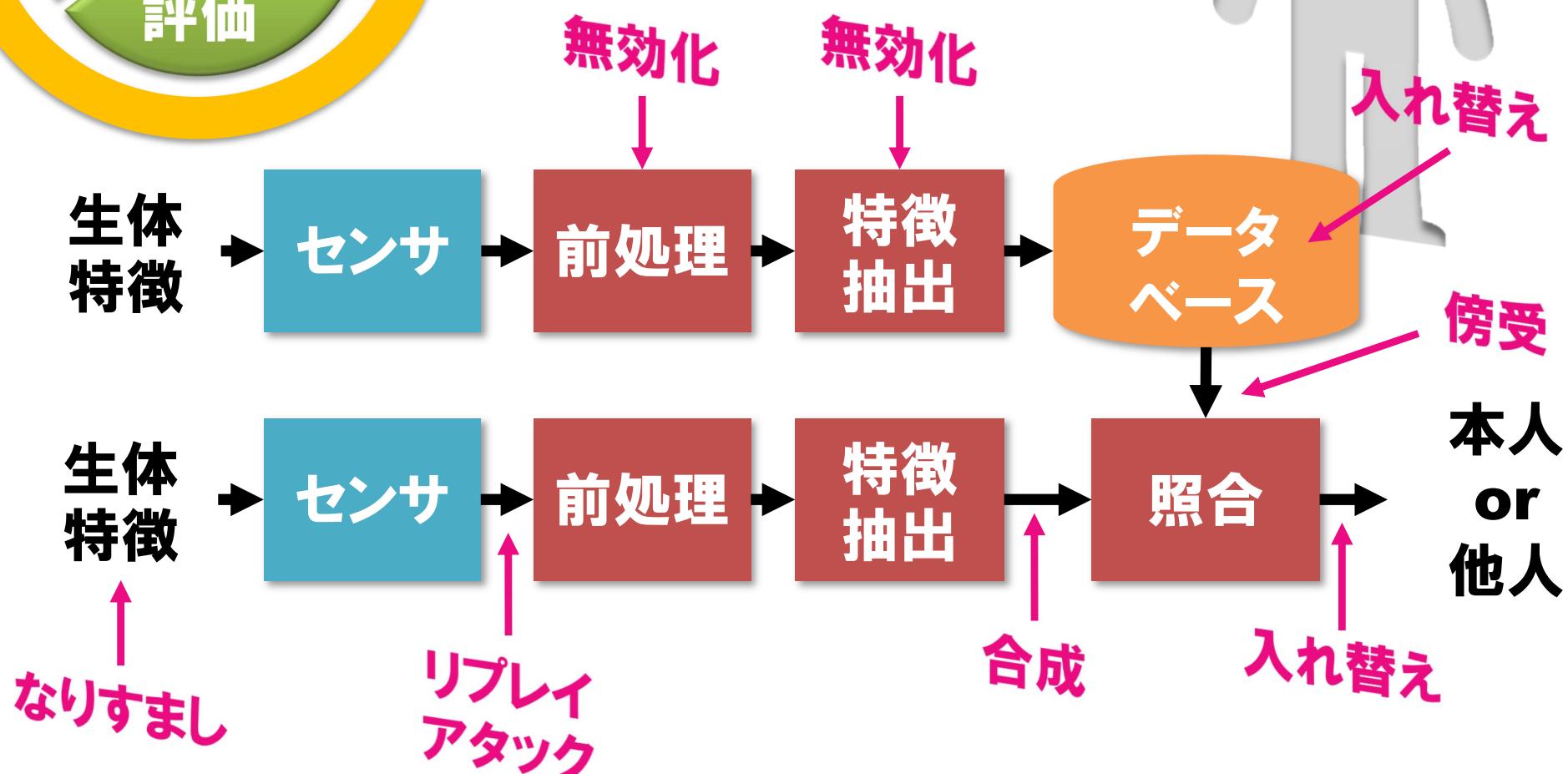
小指の第三関節部分の画像情報を数学的な処理で数値に変換すると、人によって違う値

により精度よく見分けられる。現在の認証率は97・64%。実用化している指紋や手のひらによる認証システム(ほぼ100%)には及ばないが、今後の改良で実用的な水準に高められるとみている。

指の関節を個人認証に使う研究は10年ほど前から始まった。ばんそうこうを貼つても関節が隠れなければ認証に支障はない。

動作で認証し、解錠のための余分な操作が不要だ。

バイオメトリクス認証と生体情報保護 (攻撃と防御)



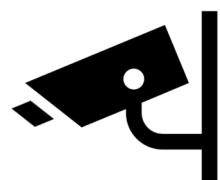
認証可能アバターによる新しいバイオメトリクス認証



変換



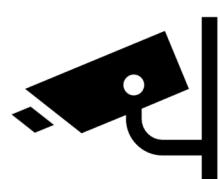
Aさん



変換



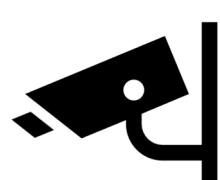
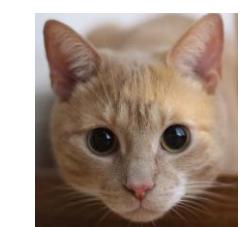
Bさん



変換



Cさん



変換



ネコ

実世界

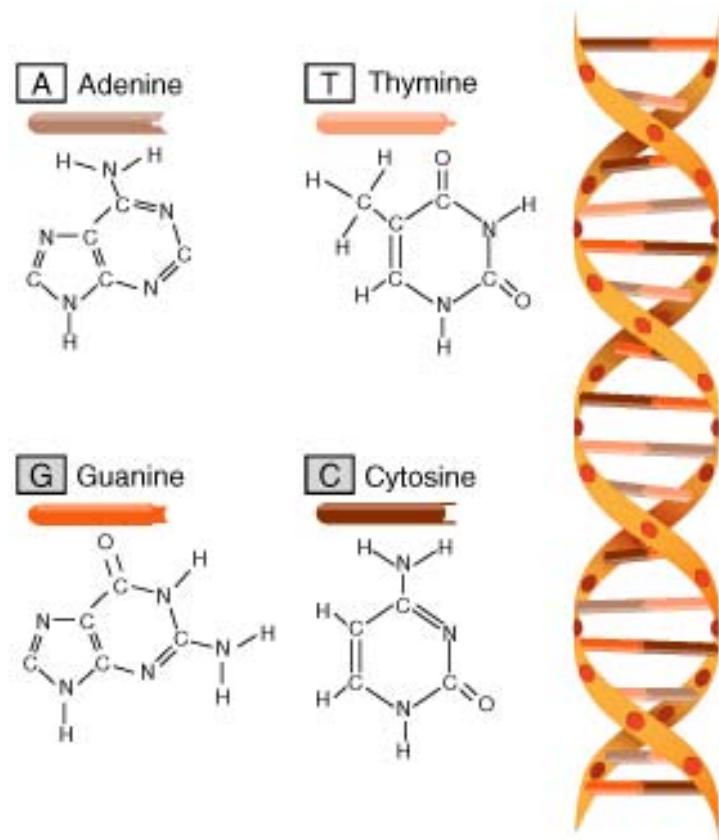
個人性

デジタル世界で流通する
認証可能アバターの提案

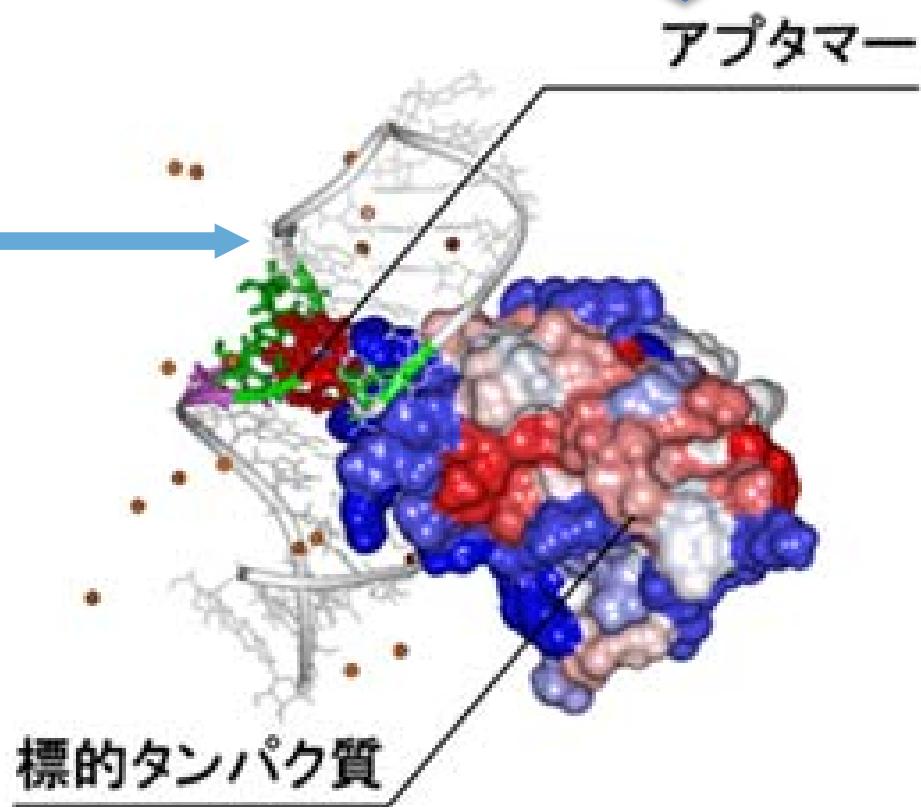
合成生物学のための 新たなデータサイエンスの 開拓

合成生物学のための 新たなデータサイエンスの開拓

DNA

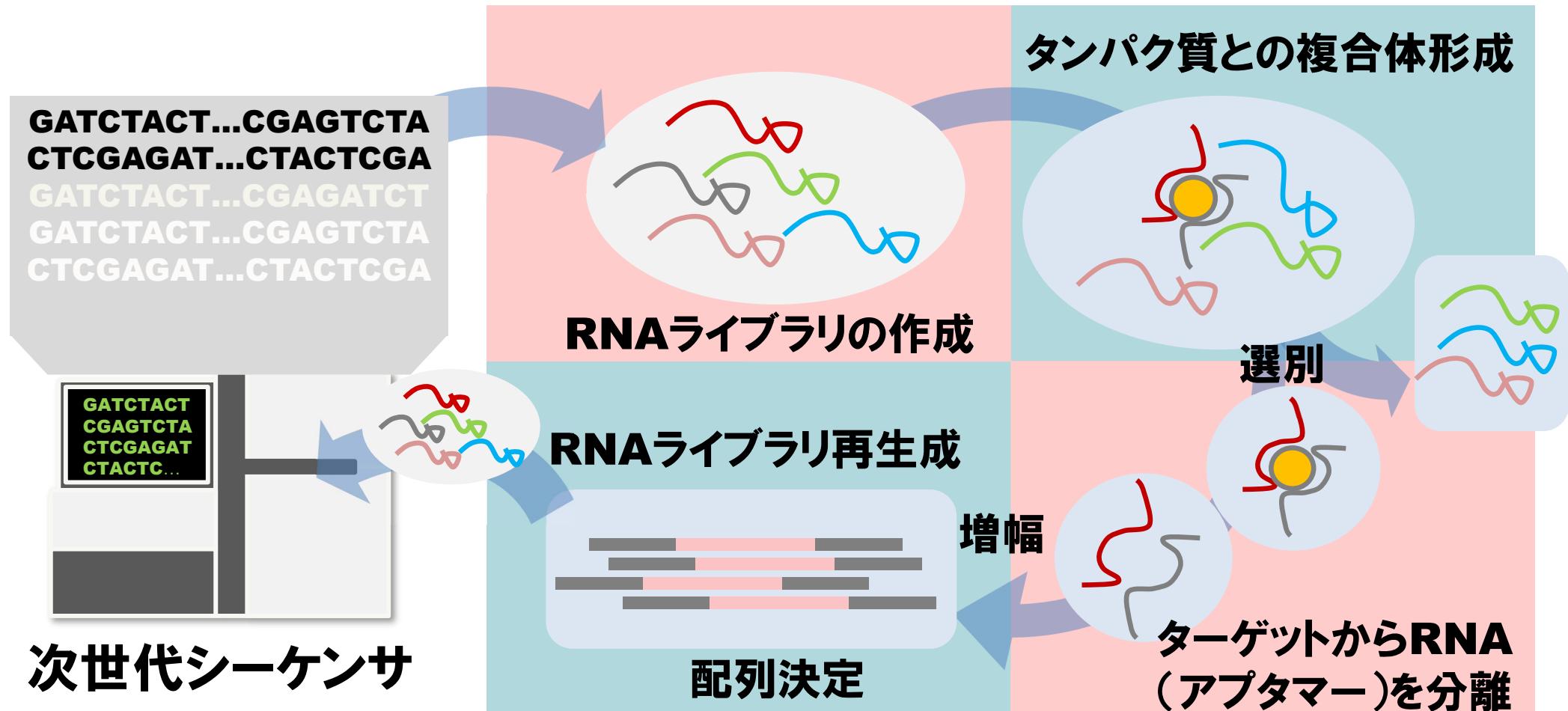


アプタマーとは？
特定分子にだけに強く結合する
核酸分子(DNA、RNA)



AIはデータの種類によらず応用可能

アプタマー・SELEX法への適用例



次世代シーケンサで読み取った1,000万配列を解析し、フードセーフティ、ヘルスケア、セキュリティーのためのバイオセンサ試薬を開発する

4年生（前期）の研修テーマの例

- ・サブピクセル画像対応付けに基づく高精度ステレオビジョンシステム
- ・畳み込みニューラルネットワーク(**CNN**)を用いた画像ピックデータ分析
- ・敵対的生成ネットワーク(**GAN**)を用いたデータの学習と生成
- ・画像・文章特徴量に基づく人工対話システム

東北大学 大学院情報科学研究科 計算機構論分野 青木・伊藤研究室

いつでも見学にどうぞ！

場所：電気情報系2号館5階502号室

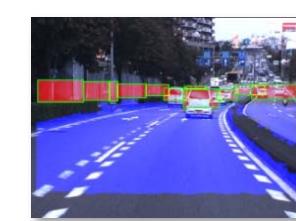
電話：022-795-7169(伊藤准教授へ)

電子メール：

ito@aoki.ecei.tohoku.ac.jp

ホームページ：

<http://www.aoki.ecei.tohoku.ac.jp/index-j.html>



カメラの移動撮影による
3次元復元

人体の
3次元計測

プロジェクタ
カメラシステム

ロボットビ
ジョン

自動運転のための
3次元視覚

航空・宇宙リモートセンシング



人間の行動分析

ヒューマンインターフェース
表情・ジェスチャー認識

オブジェクトベース映像処理
画像符号化

生体・医用画像センシング
リモートセンシング

モーションキャプチャ
3次元カメラ

画像編集・合成
画像データベース検索

ロボットビジョン
車載用3次元ビジョン

電子顕微鏡スケール推定
電子顕微鏡オートフォーカス

レンジファインダ
カメラ校正

超解像・画像復元
ビデオモザイキング

ロボットビジョン
監視カメラシステム

電子顕微鏡ドリフト補正
レーザースペックル計測

パラメータ推定
印鑑照合

プロジェクトカメラシステム

コンピュテーション
フォトグラフィ

材料試験装置
LCD製造装置

PDP製造装置

マルチモーダル
バイオメトリクス

プロジェクトカメラシステム

部品の欠陥検査

部品・基板の位置決め

チップマウンタ

ウエハアライナ

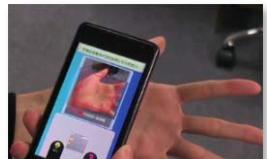
製本検査装置

広帯域LSIテスト

暗号モジュールの
サイドチャネル解析



歯科X線画像照合



スマホで掌紋認証



指紋認証 虹彩認証

青は実用済技術
赤は研究開発中

位相情報に基づく
超高精度データ照合

機械学習に基づく
大規模データ分析

ヒューマンインターフェース
表情・ジェスチャー認識
モーションキャプチャ
3次元カメラ
レンジファインダ
カメラ校正
パラメータ推定
印鑑照合
マルチモーダル
バイオメトリクス
歯科X線画像照合
医用ボリューム
データ照合
2次元顔認証
3次元顔認証
静脈認証 指紋照合
手形認証 掌紋認証 虹彩認証
指関節紋認証

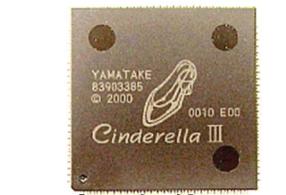
オブジェクトベース映像処理
画像符号化
車載用3次元ビジョン
運転者支援システム
監視カメラシステム
コンピュテーション
フォトグラフィ
マルチメディアと
コンピュータビジョン
バイオメトリクス
とセキュリティ
波形解析と
信号処理

生体・医用画像センシング
リモートセンシング
電子顕微鏡スケール推定
電子顕微鏡オートフォーカス
電子顕微鏡ドリフト補正
レーザースペックル計測
材料試験装置 LCD製造装置
PDP製造装置

生命科学・医療分野における
コンピュータビジョン
および機械学習の応用



科学計測装置向け
画像解析



超高速画像認識



人工知能LSI

実世界の多次元ビッグデータのセンシング・処理・認識・理解