



健康長寿社会実現のためのAI栄養

AI栄養機能プロジェクトの活動概要

医薬基盤・健康・栄養研究所 理事

阿部圭一

医薬基盤・健康・栄養研究所

AI健康・医薬研究センター 副センター長

荒木通啓

ILSI Japan特別シンポジウム

2021.2.24



栄養学の歴史

国立健康・栄養研究所：100周年（2020年）

100年の歴史とともに 健康寿命100年の時代へ



2020.9.17

100年の歴史

栄養失調の克服（脚気、結核）
 栄養士
 国民健康・栄養調査
 エネルギー代謝
 給食
 食育
 エネルギー代謝
 食事摂取基準
 健康日本21
 WHO協力センター

コホート研究
 （身体活動～マイクロバイオーーム）
 災害栄養
 メタボ・フレイル
 時間栄養
 AI栄養



佐伯矩博士(栄養学の父)

- 世界ではじめて
- ・国立の栄養研究所を創設
- ・栄養士の創設

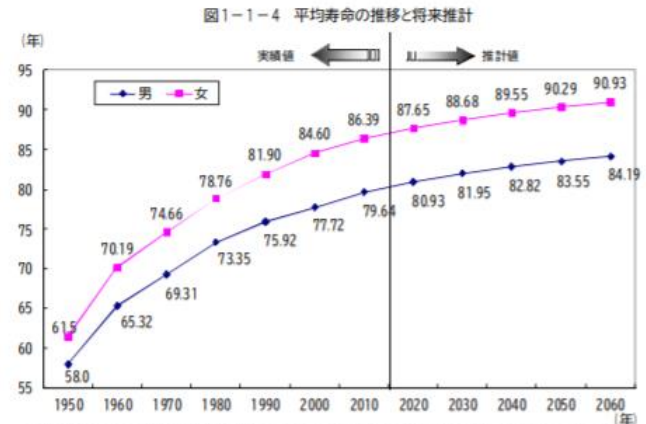
「栄養」⇒「栄養」



健康寿命100年の時代へ

高齢化の状況 平均寿命の推移

- 平均寿命(2010年)は男性79.64年、女性86.39年
- 2050年には女性の平均寿命が90年を超える見通し



100年の間に、日本人の平均寿命は、約40年延びた

→ 2030年に健康寿命を10歳延伸可能なAIを社会実装

第6次 科学技術・イノベーション基本計画（案）（2021-2026）

大目標：我が国の社会を再設計し、**地球規模課題**の解決を世界に先駆けて達成し、国民の安全・安心を確保することで、国民一人ひとりが多様な幸せを得られるようにする

SDG s

より良い暮らし指標

健康寿命

GDP

国際競争力

・次期基本計画は、SDG s の達成を含めた人類の幸福の最大化と安全・安心の確保に資するべく、全ての国民に科学技術・イノベーションの果実を届ける「道しるべ」

・**Society5.0**の具体像を共有し、スピード感と危機感を持ってこれを**実装する**ため、国を挙げて新しい社会を牽引する科学技術・イノベーション政策を実現

Society5.0 の実現

DX

「AI栄養機能プロジェクト」

1. **健康長寿AI**

健康長寿のための知見収集
コホートデータ解析
モニタリング
フィードバック
和食

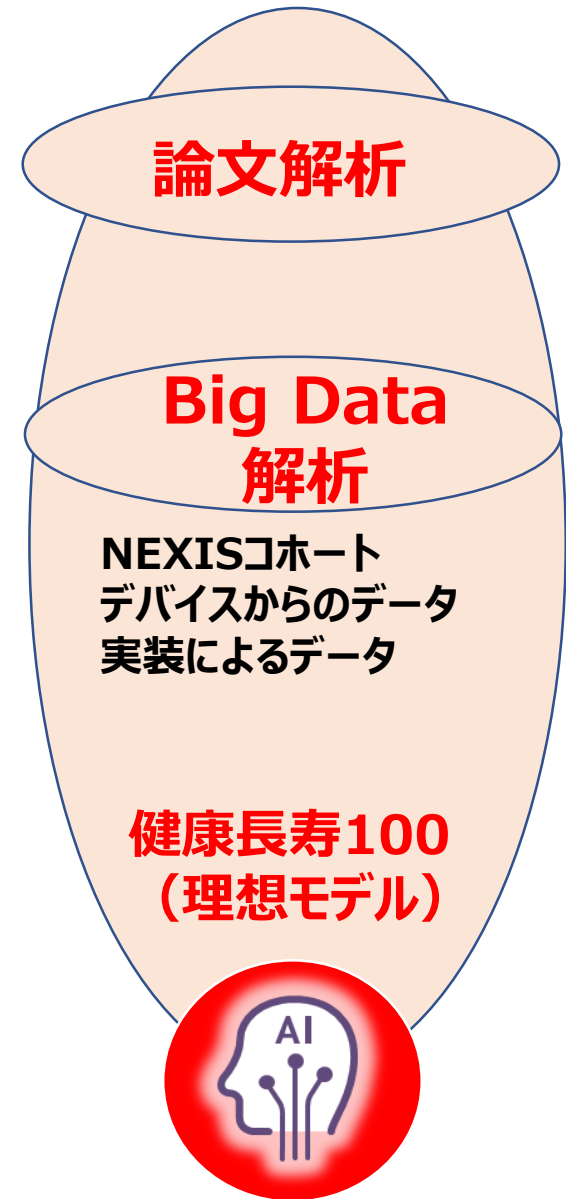
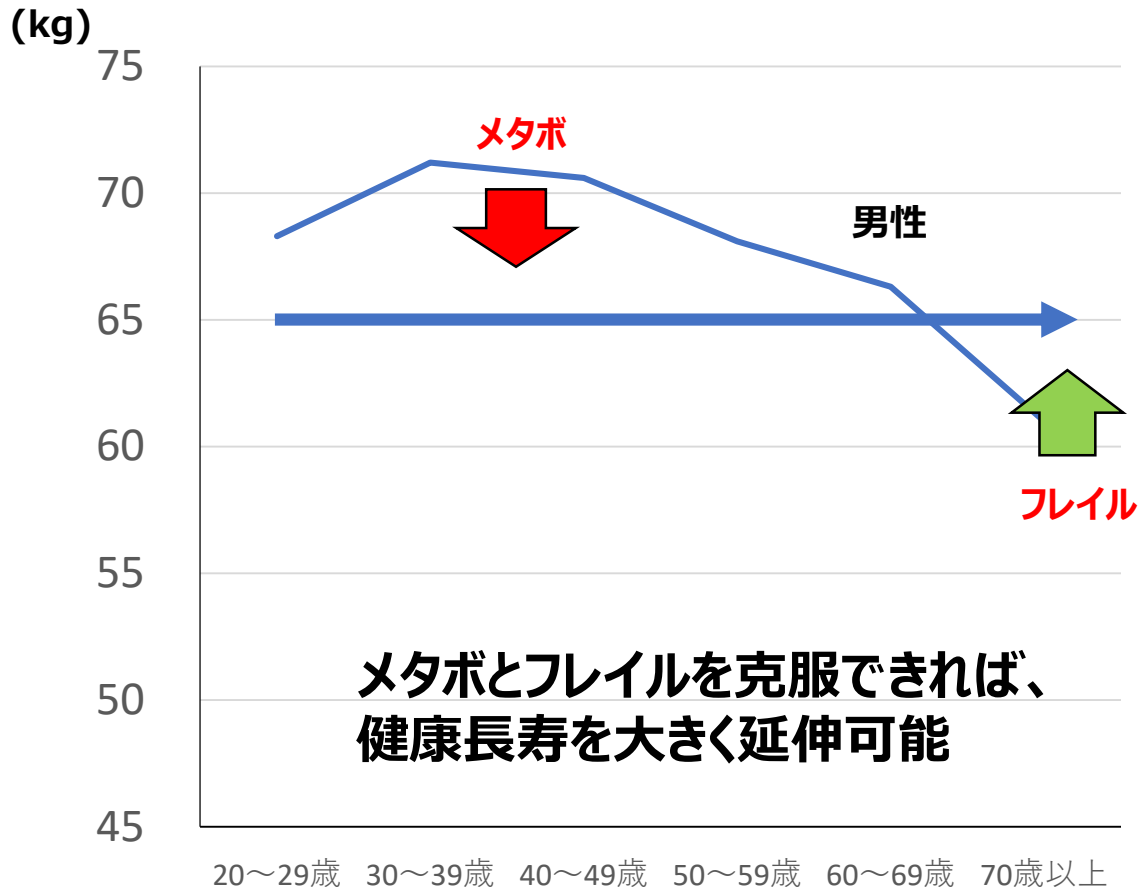
2. **健康・食品領域におけるAI研究人材育成**

健康長寿に関する深い理解
データサイエンス手法

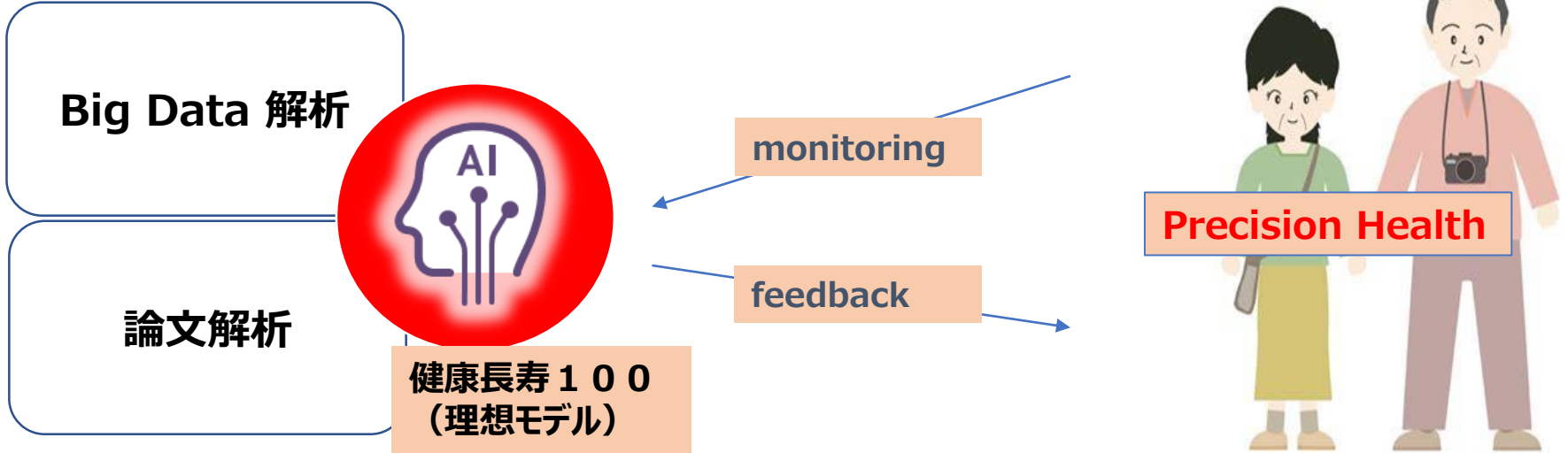
3. **クローズド研究**（企業の目的に応じた研究）

自社データ解析
健栄研コホートデータ（1000人 x 1400データ + 腸内細菌叢）

健康長寿AIの設計



健康長寿AI



- | | | | | | |
|-------|-------|------|------|------|------|
| 健診データ | フレイル度 | 腸内細菌 | 栄養 | 身体活動 | 睡眠 |
| BMI | 認知機能 | 遺伝背景 | ストレス | リズム | 社会参加 |

NEXIS研究

健康高齢者 約1000名 運動指導縦断研究（10年間）

血液生化学データ

活動量計の詳細データ

糞便の代謝産物

胆汁酸解析

○食事調査：BDHQ

○身体活動や生活習慣病に関する質問票

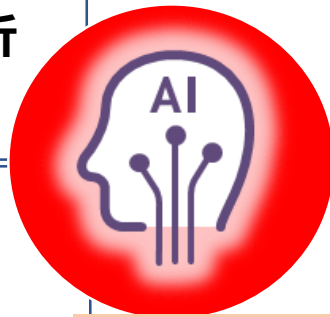
腸内細菌叢（クローズド研究）

健康長寿AI

NEXISデータ :
健常高齢者1000名
1400項目+腸内細菌

Big Data 解析

論文解析



健康長寿100
(理想モデル)

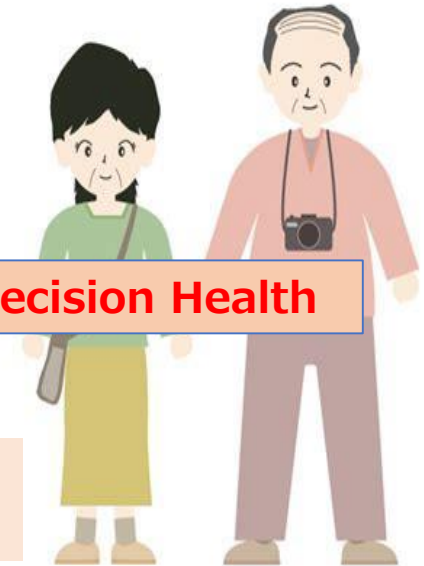
健康診断値
デバイスデータ
食事、運動、腸内細菌、
メンタル、睡眠、

monitoring

feedback

乖離克服の方法の確立
(減量、**筋肉増強**の方法論)

Precision Health



健診データ

フレイル度

腸内細菌

栄養

身体活動

睡眠

BMI

認知機能

遺伝背景

ストレス

リズム

社会参加

和食の健康価値：演繹的アプローチ

- ◆日本は長寿国
- ◆日本人は健康寿命が長い
- ◆日本人は先進国の中で肥満者が極端に少ない
- ◆日本人は脂質摂取比率が低い
- ◆日本人には和食食文化がある

和食： だし&低脂肪調理 ⇒ 脂質摂取率が低い

低脂肪調理システム&多様性をアジア、世界に広める

給食
食育
栄養士
日本食材・和食文化

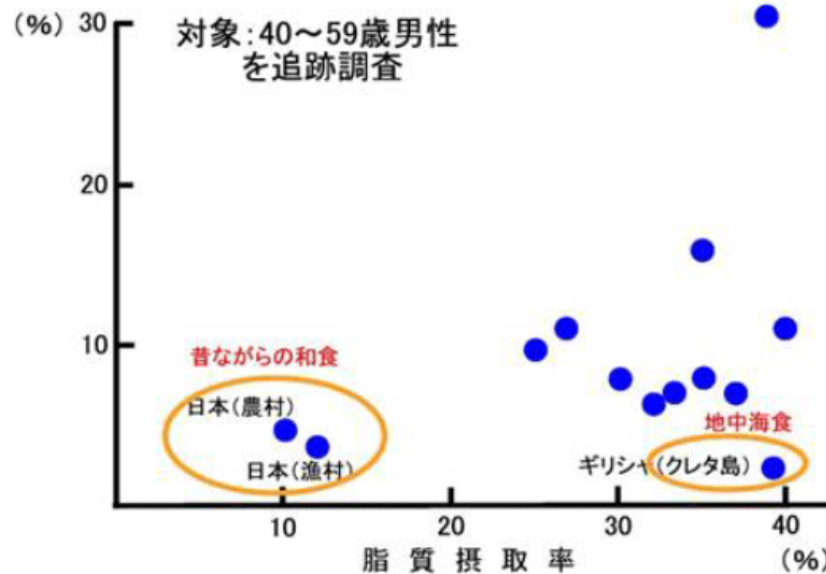


2. 地中海食とは？

地中海食が注目されるきっかけになったのは、1957年から開始された7か国研究です。図1に示しましたように、脂質摂取量が多いほど虚血性心疾患（狭心症や心筋梗塞など）が多くなるのですが、クレタ島は例外で、脂質摂取量が多いにもかかわらず発症率が低かったのです。同様の事が、死亡率や癌発症率にも当てはまりました。

こうして注目されるようになった地中海食ですが、クレタ島の伝統的な食習慣とはどのようなものか、その特徴を表1に示します。当時のクレタ島は社会経済的に決して豊かではなかったため、牛肉や豚肉を食べる機会はほとんどなかったようです。結果的に食材は豊富に収穫できる植物性食品や魚介類が主体となり、食品の加工を最小限にとどめ、特産であるオリーブオイルを用いた調理法になりました。

図1 10年間で虚血性心疾患を起こす可能性



Seven Country Studyより

国別の食事ポジショニング（イメージ）

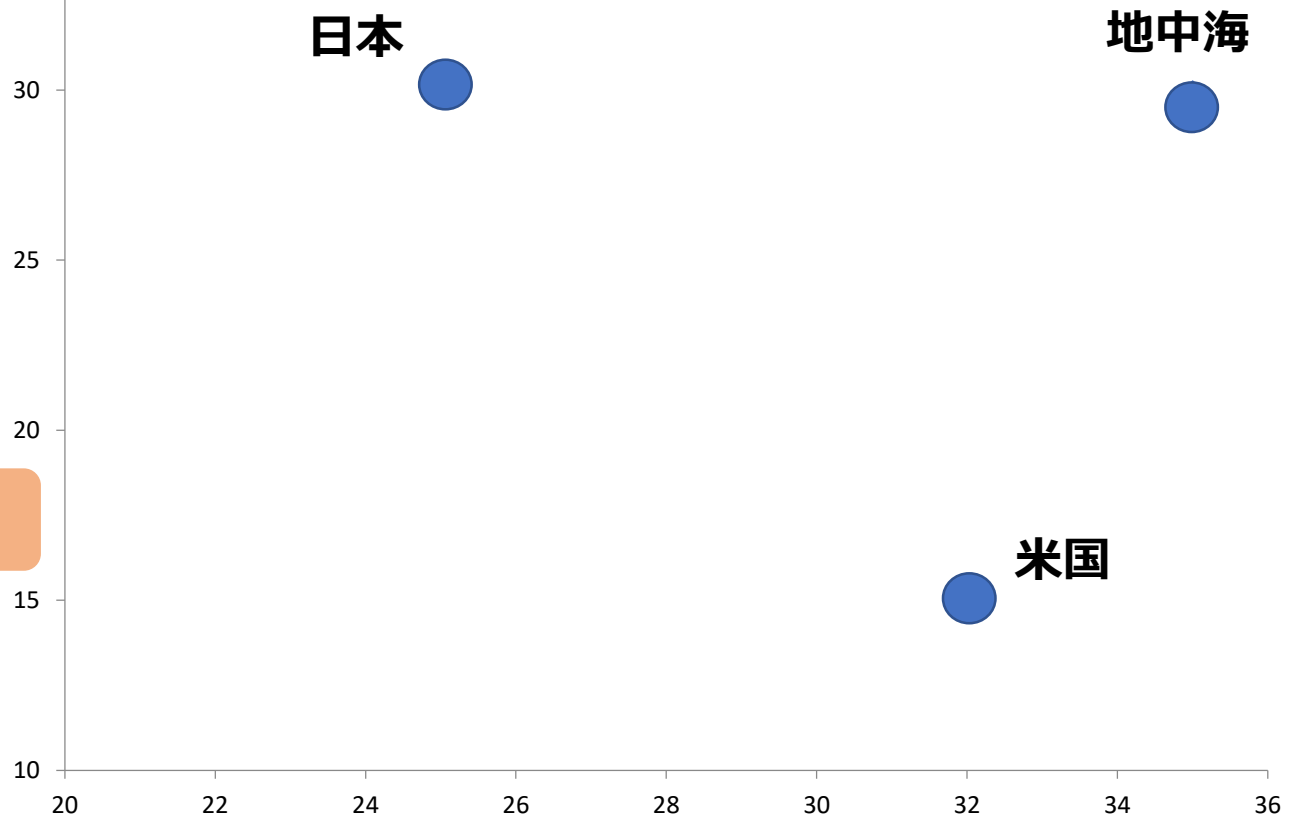
演繹的アプローチ
（メカニズム、仮説検証）

多
様
性

腸の健康

メタボ予防

脂質摂取率



今後のチーム活動

○健康長寿100（理想モデル）

論文調査（健康長寿に影響する因子の抽出、評価）

Big Data解析（NEXISなど）

*実装データ解析

○個別データ収集（monitoring）

デバイス調査、評価

食事、運動、腸内細菌、メンタル、睡眠、、

*データ収集

○個別指導（feedback）

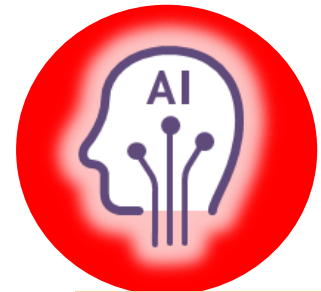
筋肉維持・増強に関する知見

食事、運動、腸内細菌、メンタル、睡眠、、

○和食の解析（演繹的アプローチ）

多様性の評価方法

伝統レシピの収集（女子栄養大、辻調、、）



健康長寿100
（理想モデル）

2社

3社

1社

AI栄養機能プロジェクト

荒木 通啓 (Michihiro Araki)

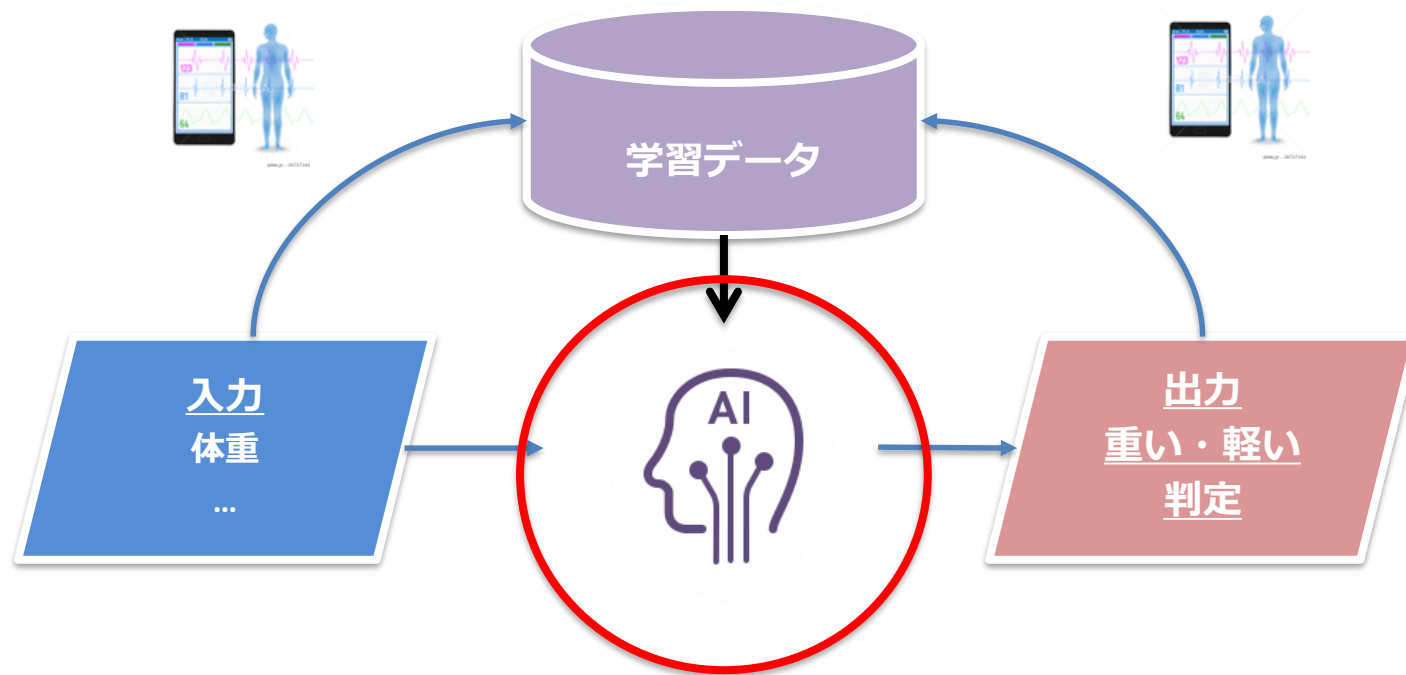
araki@nibiohn.go.jp

医薬基盤・健康・栄養研究所

医薬基盤研究所 AI健康・医薬研究センター

健康・栄養研究所 AI栄養研究チーム

人工知能



データから学習・判別モデルを構築

→ 学習モデル (AI) が更新・賢くなっていく

メタボ・フレイルの統一メッセージ

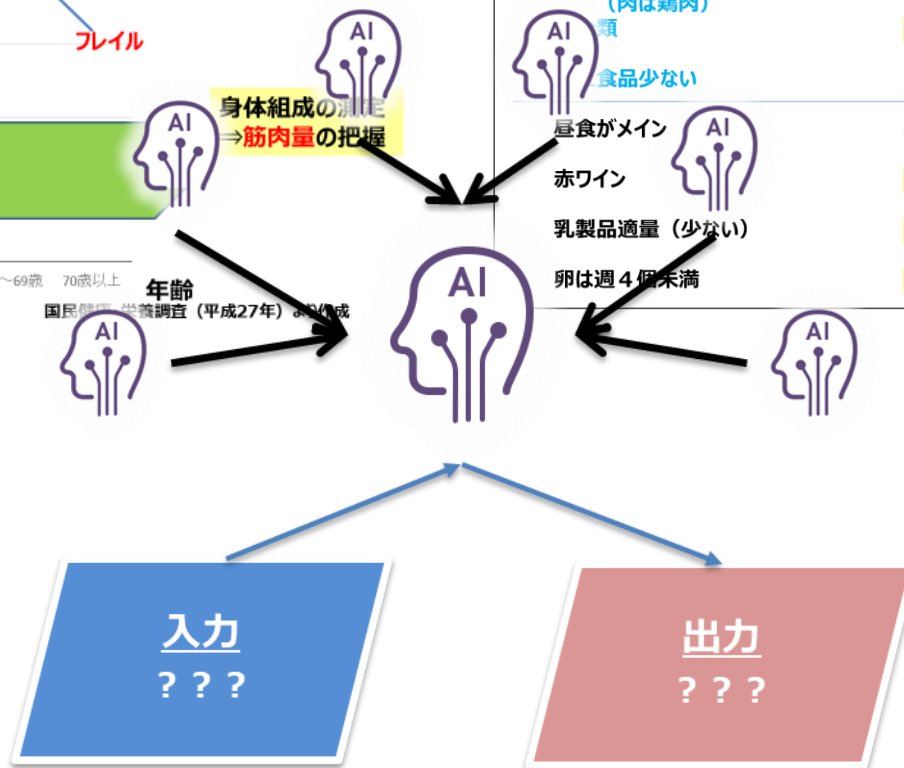


地中海食 v s 和食 (案)

クレタ島の伝統料理

日本の典型的伝統料理

全粒穀物、季節の野菜、果物	米が中心、季節の野菜、果物	大豆、大豆食品 魚介類 野菜 米 味噌汁 海藻 つけもの 緑茶 果物 きのこ 味噌、しょうゆ
豆類、ナッツ	大豆、大豆食品	
オリーブオイル主体 (飽和脂肪酸少ない)	さしすせそ、だし (オイル少ない)	
牛肉、豚肉少ない (肉は鶏肉)	牛肉、豚肉少ない (肉は鶏肉)	
乳類 食品少ない	魚介類	
朝食がメイン	加工食品少ない	
赤ワイン	夕食がメイン	
乳製品適量 (少ない)	緑茶	
卵は週4個未満	みそ汁 (豆腐、きのこ、海藻、野菜など)	
	発酵食品	

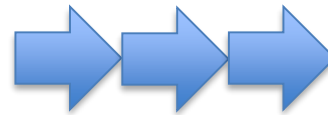


成長イメージ

～2年

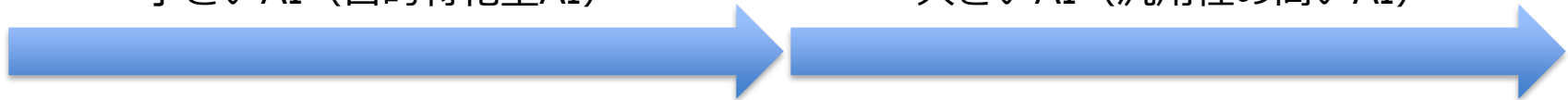
～5年

～10年



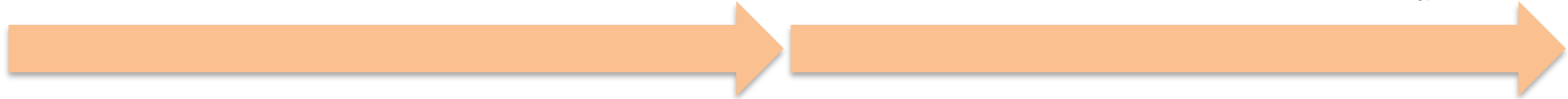
小さいAI (目的特化型AI)

大きいAI (汎用性の高いAI)



センシング・データシェア

インターフェイス展開・データ統合

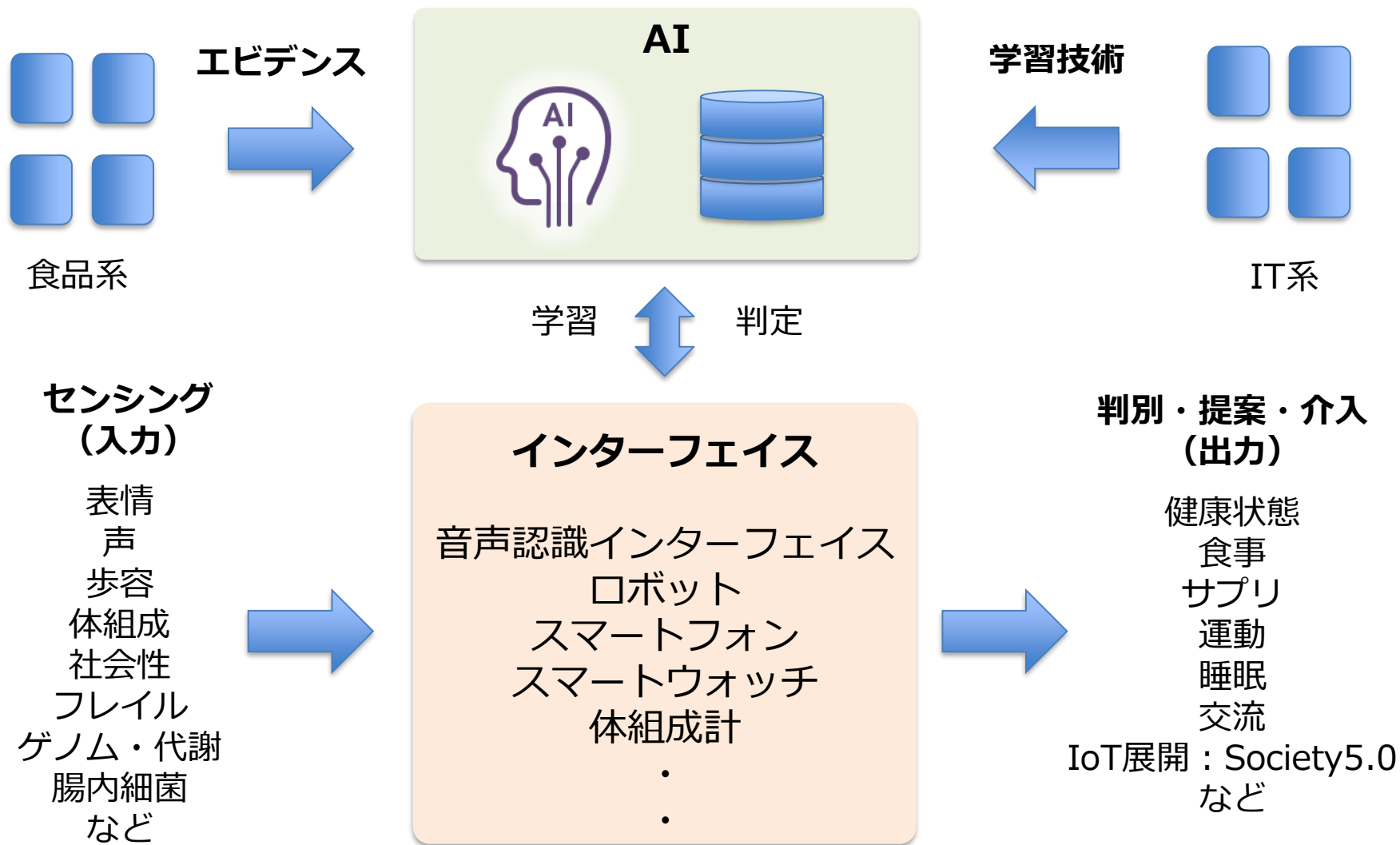


オープンイノベーション・人材育成

カスタマイズ・各社テーマ



ILSI：AI栄養機能プロジェクト



AI開発に必要な（オープン）データ （主として対象とする領域）

物質レベル

個体レベル

コミュニティレベル

文献・栄養・食事調査データ

（健康・代謝・食事）

生物・化学情報データ

（代謝）

コホート・コミュニティデータ

（健康）

ゲノム・代謝・オミクス・計測データ

（代謝）

バイタル・活動データ

（健康）

画像（食事等）データ

（食事）

ウェブ・SNS・アンケート・ヒアリング

（健康・食事）

データの取得と目的設定

- データの取得
独立行政法人製品評価技術基盤機構 人間特性データベース（HQLデータベースサイト）
URL: <https://www.hql.jp/database/>
- 目的設定
BMIと関連のある人間特性情報をデータ解析により見出す。
※必ずデータ解析前に、明確な目的を設定すること。
- 次ページ以降での名称について
目的変数：BMIのこと。AIが予測する値
説明変数：BMI以外の変数(カラム) AIに入力する情報 ※サンプルIDは含まれない

データの取得と目的設定

NITE 平成20年度人間特性計測データの一部抜粋

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	
1	このデータは、独立行政法人製品評価技術基盤機構(NITE)が2008年7月から2009年2月にかけて高齢者(60歳以上)を対象に計測したデータです。																													
2	空欄になっているセルについては、計測しなかった、もしくは計測できなかった項目となります。																													
3																														
4																														
5						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
6	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	1.01	1.02	1.03	1.04	1.05	1.06	1.07	1.08	1.09	1.10	1.11	1.12	1.13	1.14	1.15	1.16	1.17	1.18	1.19	1.20	1.21	1.22	1.23	1.24	
7																														
	0検査者情報 検査者ID	0検査者情報 性別	0検査者情報 検査者ID	0検査者情報 年齢	0検査者情報 計測月	1身体寸法 体重 [kg]	1身体寸法 身長 [mm]	1身体寸法 肩幅高 [mm]	1身体寸法 肘関節高 [mm]	1身体寸法 肘子高 [mm]	1身体寸法 脛骨上縁高 [mm]	1身体寸法 踵椎高 [mm]	1身体寸法 内果端高 [mm]	1身体寸法 手長 [mm]	1身体寸法 前腕長 [mm]	1身体寸法 上腕長 [mm]	1身体寸法 足長 [mm]	1身体寸法 下腿長 [mm]	1身体寸法 大腿長 [mm]	1身体寸法 前腕最大 周 [mm]	1身体寸法 上腕周 [mm]	1身体寸法 大腿周 [mm]	1身体寸法 下腿最大 周 [mm]	1身体寸法 踵周 [mm]	1身体寸法 上部胸囲 (静時) [mm]	1身体寸法 腹囲(臍 前方突出 位) [mm]	1身体寸法 頸項-頸 椎距離 [mm]	1身体寸法 第二指長 [mm]	1身体寸法 第二指近 位関節幅 [mm]	
8	OS0003	女性	2	71	2008年7月	52.1	1570	1263	944	821	428	1344	68	178	235	295	228	360	393	214	280	537	315	316	855	936	226	69	17	
9	OS0004	女性	2	71	2008年7月	48.5	1472	1185	853	765	382	1245	64		214	279	218	318	383	230	290	485	325	322	935	919	227			
10	OS0005	女性	2	66	2008年7月	58	1619	1331	994	824	426	1392	70		236	302	243	356	398	236		532	330	332	962	968	227			
11	OS0006	女性	2	68	2008年7月	45.1	1525	1222	933	772	394	1300	56	175	204	266	212	338	378	220	278	498	332	310	821	864	225	67	17	
12	OS0007	女性	2	72	2008年7月	68.2	1526	1236	914	765	383	1313	64	178	219	299	233	319	382	265	350	536	385	373	1015	1038	213	66	18	
13	OS0008	女性	2	73	2008年7月	42	1484	1174	898	744	387	1242	60	172	212	247	222	327	357	210	256	503	313	297	778	827	242	64	18	
14	OS0009	男性	1	71	2008年7月	72.9	1666	1370	1044	833	448	1434	60	194	232	308	240	388	385	261	325	546	374	412	998	1005	232	70	20	
15	OS0010	男性	1	65	2008年7月	56.7	1568	1293	974	829	447	1362	66	176	227	291	234	381	382	250	285	480	343	371	969	880	206	61	19	
16	OS0011	男性	1	73	2008年7月	61.8	1534	1248	935	783	397	1320	65	166	219	270	231	332	386	245	295	506	328	405	963	949	214	65	19	
17	OS0012	男性	1	69	2008年8月	63.7	1657	1368	1032	885	440	1436	60	190	247	298	253	380	445	246	300	519	333	372	941	913	221	72	21	
18	OS0013	女性	2	60	2008年8月	70.5	1501	1232	917	769	387	1290	62	174	218	287	231	325	382	273	348	578	366	380	894	1045	211	60	18	
19	OS0014	女性	2	64	2008年8月	45.9	1416	1120	848	682	366	1193	53	161	201	244	215	313	316	217	290	499	340	326	877	881	223	60	17	
20	OS0015	男性	1	64	2008年8月	78	1664	1366	1047	853	446	1439	74	196	239	292	256	372	407	294	346	561	408	403	1040	1004	225	69	22	
21	OS0016	男性	1	62	2008年8月	65.3	1658	1351	1021	807	438	1427	66	185	231	286	243	372	369	258	303	581	347	367	1003	864	231	69	18	
22	OS0017	男性	1	62	2008年8月	63.8	1621	1324	1021	823	430	1393	67	191	231	289	242	363	393	270	305	538	367	382	958	901	228	71	21	
23	OS0018	男性	1	63	2008年8月	83.1	1726	1420	1028	910	420	1485	63	193	267	316	270	357	480	299	340	552	388	413	1040	1061	241	69	21	
24	OS0019	女性	1	61	2008年8月	93.5	1744	1444	1092	834	466	1522	67	187	240	328	257	389	378	287	336	602	432	447	1126	1071	222	69	20	
25	OS0020	男性	1	64	2008年8月	57.2	1532	1246	919	774	420	1308	74	186	239	292	233	346	354	263	300	488	331	370	956	877	224	66	21	
26	OS0021	女性	2	64	2008年8月	51.8	1625	1301	983	839	428	1377	64	187	221	297	232	364	411	238	284	504	329	326	891	873	248	72	20	
27	OS0022	女性	2	65	2008年8月	59	1490	1208	903			1279	63	176	219	291	221		234	298	542	365	352	1026	963	211	68	19		
28	OS0023	女性	2	62	2008年8月	52.6	1508	1225	913	759	394	1282	55	183	230	281	224	339	365	237	317	500	322	320	944	866	227	72		

AI解析(次元圧縮・可視化)

次元圧縮AIを用いて、
高次元データの圧縮および可視化を行う

高次元データ

	v1	v2	v3	...	vn
s1	0.79	0.14	-0.22	...	0.57
s2	0.01	-0.45	-0.01	...	0.15
s3	1.52	0.78	1.78	...	-0.12
s4	-1.79	0.32	-0.12	...	-0.12
.
.
.
sm	-1.46	-0.98	0.12	...	0.38

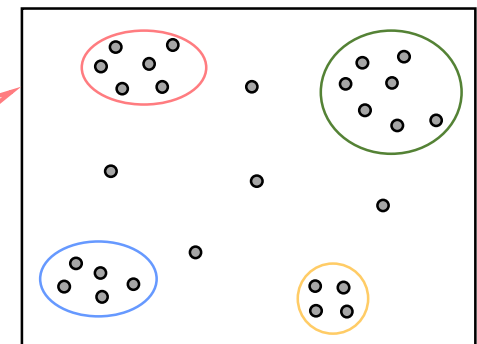
次元圧縮AI



次元圧縮の結果

	vv1	vv2
s1	0.11	0.52
s2	0.42	-0.97
s3	1.12	0.23
s4	-0.97	1.42
.	.	.
.	.	.
.	.	.
s#	-0.54	-1.67

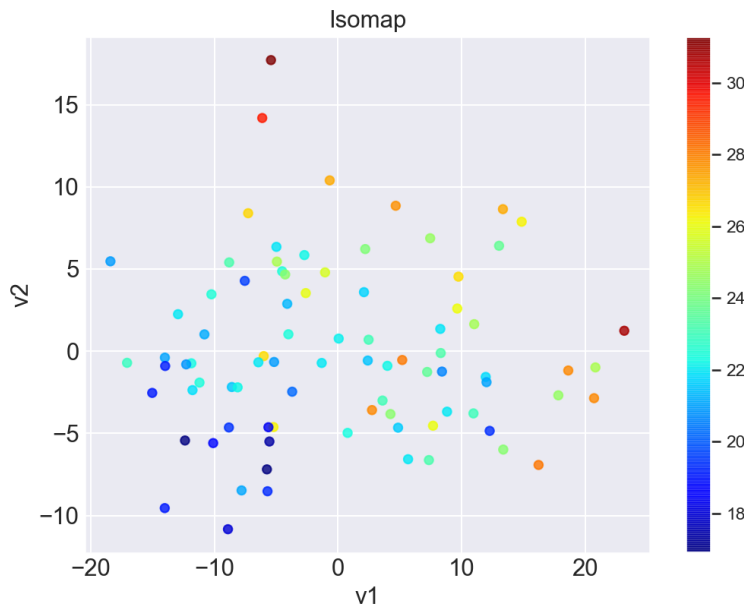
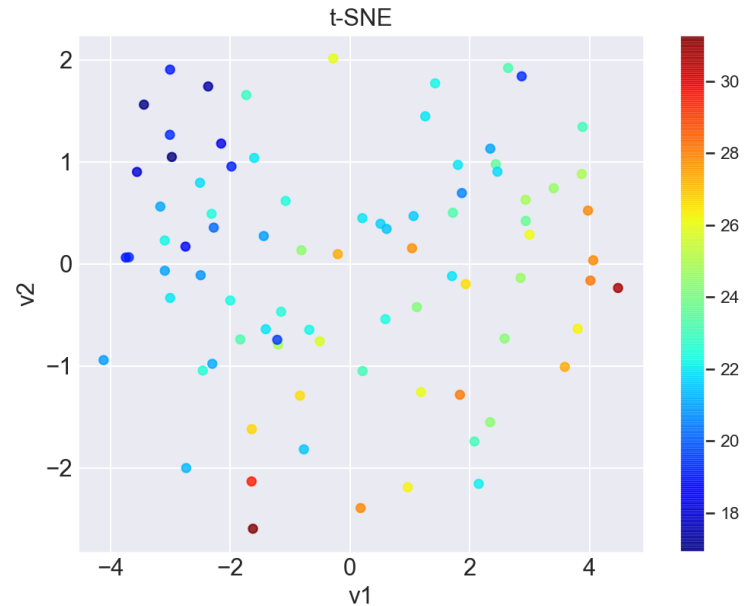
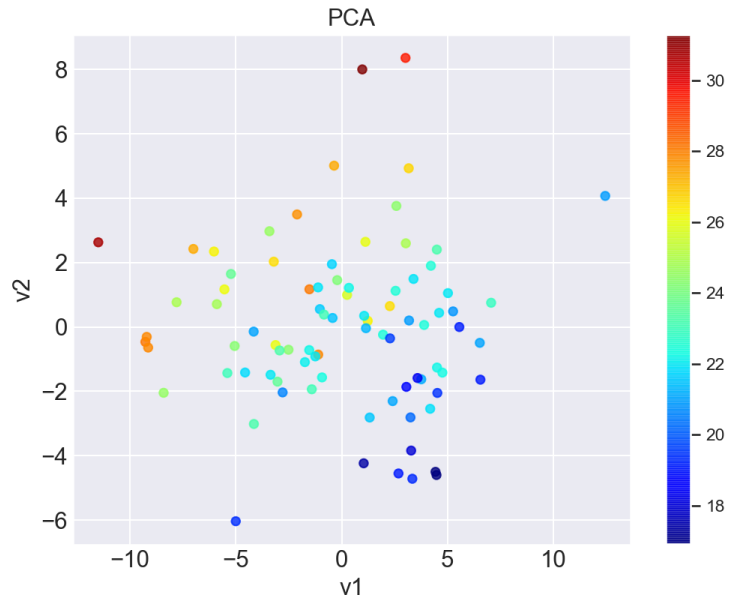
可視化結果



色付きの丸枠で囲った範囲のようにデータが凝集しているところでは、

データ間で何らかの共通点(特徴)が見つかる可能性あり

次元圧縮・データ分布の可視化



可視化結果

- ・ 図のPlot点が各サンプル、色がBMIの値を示している。
- ・ どの次元圧縮手法でも大まかにBMIが低い集団と高い集団に別れている。
特に、BMIが低い集団はほとんど一箇所に集まっている。

AI解析(判別器)

判別AIを用いて、
高次元データを数種類のグループに分類する

高次元データ ($m \times n$)

	v1	v2	v3	...	vn
s1	0.79	0.14	-0.22	...	0.57
s2	0.01	-0.45	-0.01	...	0.15
s3	1.52	0.78	1.78	...	-0.12
s4	-1.79	0.32	-0.12	...	-0.12
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
sm	-1.46	-0.98	0.12	...	0.38



判別結果

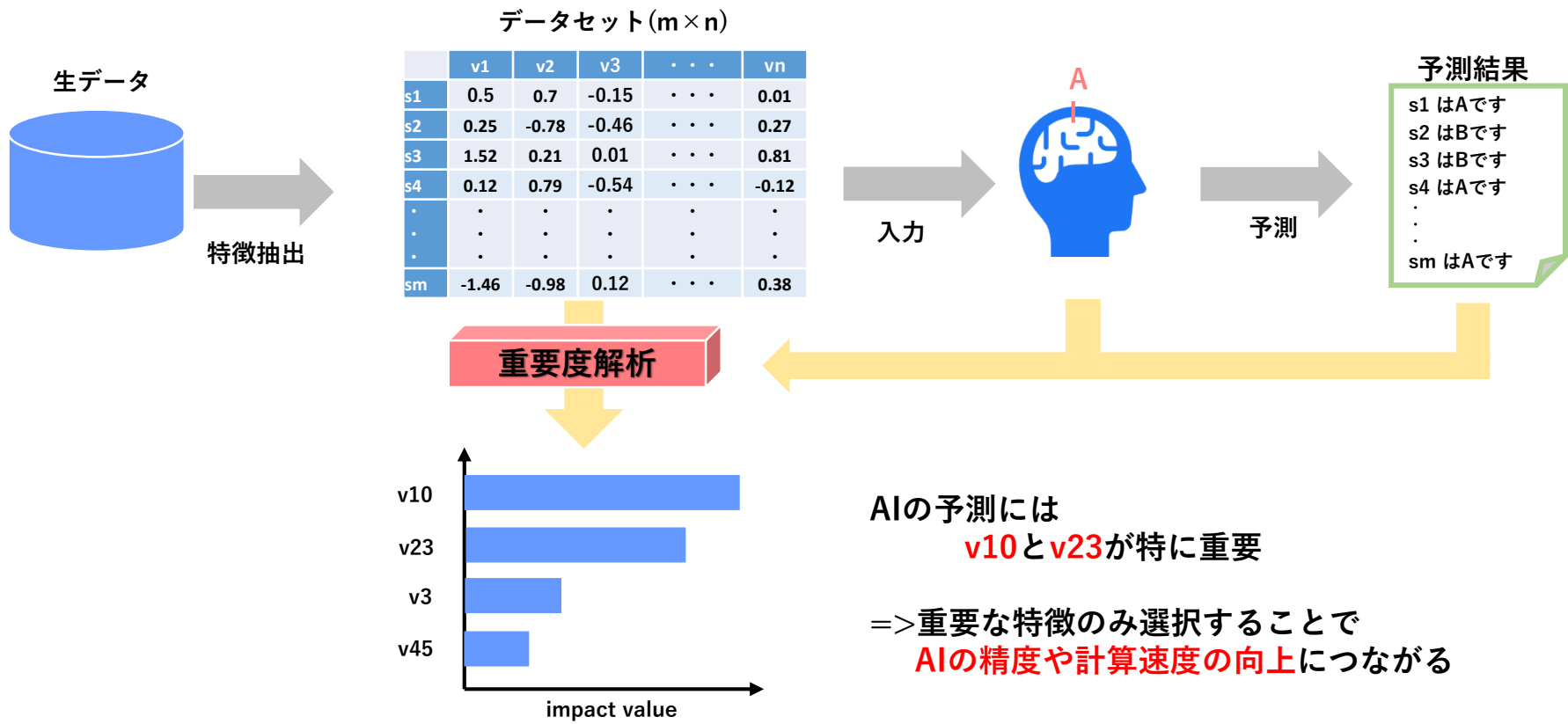
s1	クラスA	スコア0.89
s2	クラスB	スコア0.91
s3	クラスB	スコア0.84
s4	クラスA	スコア0.76
⋮		
⋮		
⋮		
sm	クラスA	スコア0.99

高次元or大規模データであっても高速・高精度で判定が可能

人では認識するのが難しいデータの特徴を判別に反映できている可能性がある。

AI解析(特徴選択)

AIに特徴量の重要度解析を適用し、
データの各特徴(量)がAI予想に与える影響を調べる



説明変数の重要度・影響解析

結果1(説明変数の重要度ランキングtop10)

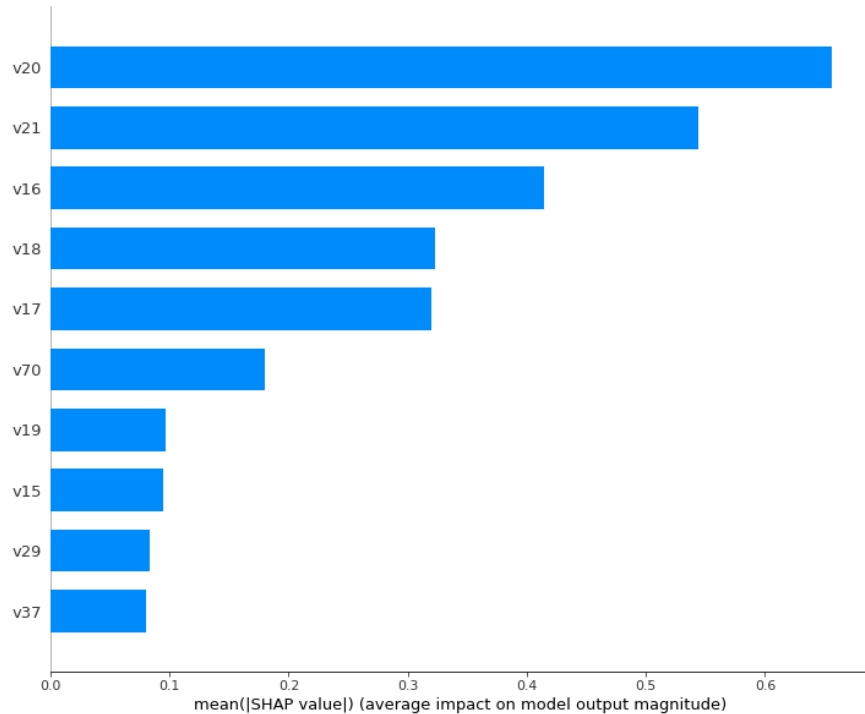
Ranking		defa_col	conv_col	shap_value
1		1身体寸法_上部胸囲 (静時) [mm]	v20	0.656
2		1身体寸法_腹囲 (最前方突出位) [mm]	v21	0.544
3		1身体寸法_上腕囲 [mm]	v16	0.414
4		1身体寸法_下腿最大囲 [mm]	v18	0.323
5		1身体寸法_大腿囲 [mm]	v17	0.320
6	5移動・運動特性/平衡性_重心動揺計測 開眼 総軌跡長 [mm]		v70	0.180
7		1身体寸法_頸囲 [mm]	v19	0.097
8		1身体寸法_前腕最大囲 [mm]	v15	0.094
9		1身体寸法_体脂肪 [%]	v29	0.083
10		3関節可動域_肩関節 屈曲 [deg]	v37	0.080

■ 結果

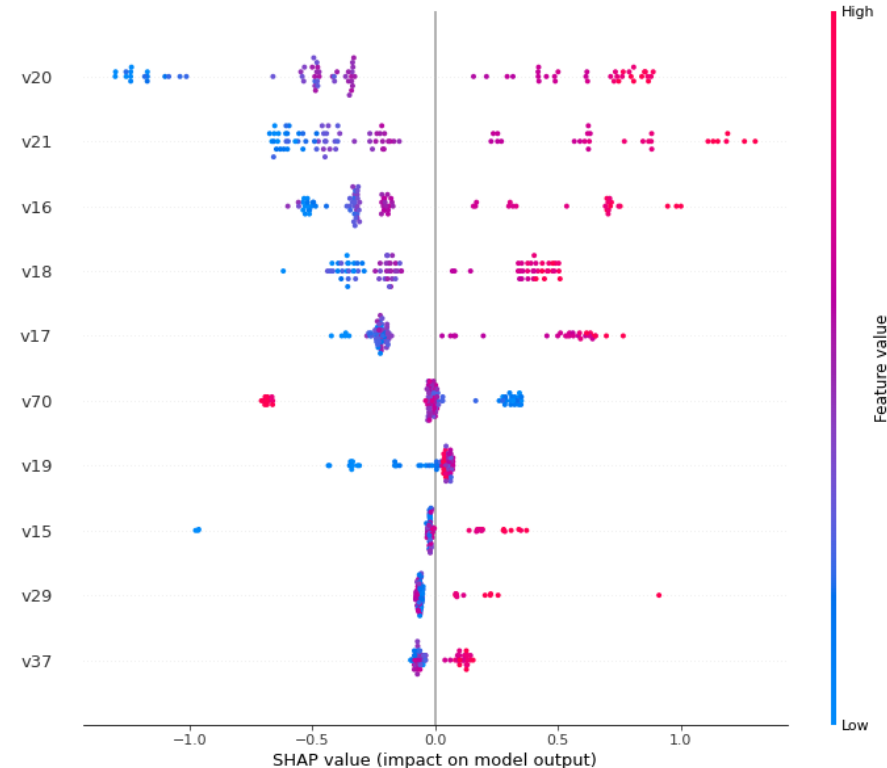
- ・ 1身体寸法 系の変数が重要度ランキングtop10のほとんどを占める。

説明変数の重要度・影響解析

結果2(説明変数の重要度ランキング 棒グラフ)



結果3(目的変数への影響を反映した図)



■ 結果

- 結果3より、v70(5移動・運動特性／平衡性_重心動揺計測 開眼 総軌跡長 [mm])は目的変数は負の相関
それ以外の変数は正の相関があるとAIは判断

目的

- PubMedに収載されている論文のうち、「フレイル (frail)」に着目した論文のAbstractを収集し、自然言語処理AIモデルを用いた単語のベクトル化、類似度検索を行うことで論文間におけるフレイルの関係性を探索することを目的とする。

1. 網羅的な論文収集とAbstract抽出

2. 自然言語処理の前処理とモデル構築

3. ネットワーク描画と類似度検索

結果①

- 網羅的な論文収集と Abstract抽出

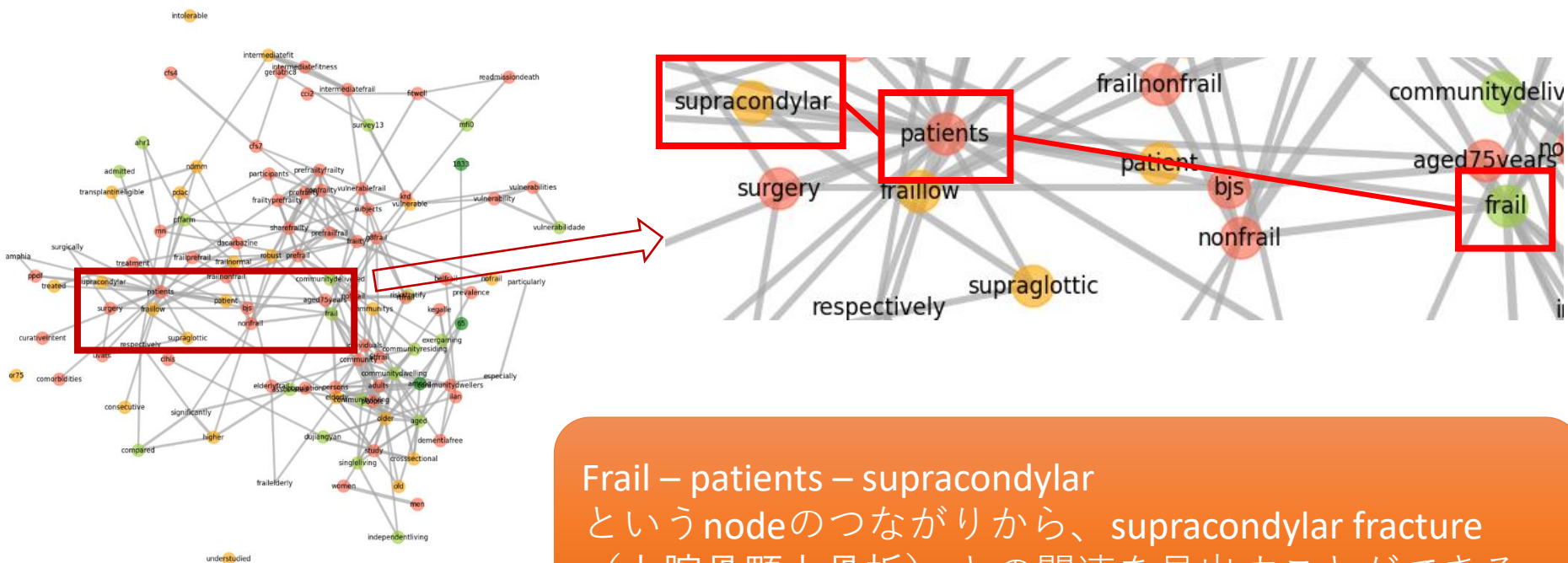
PubMedから、“frail”をキーワードに論文のxmlデータを網羅的に収集し、xmlからAbstract部分を抜き出してinputデータとした。

収集論文数：17,053 abstracts

(文単位だと146,317文)

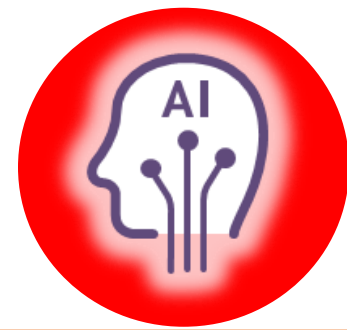
結果③

- ネットワーク描画と類似度検索
(fastTextの類似度によるネットワーク)



Frail – patients – supracondylar
というnodeのつながりから、supracondylar fracture
(上腕骨顆上骨折) との関連を見出すことができる

今後のチーム活動



健康長寿100
(理想モデル)

○健康長寿100 (理想モデル)

論文調査 (健康長寿に影響する因子の抽出、評価)

Big Data解析 (NEXISなど)

*実装データ解析

○個別データ収集 (monitoring)

デバイス調査、評価

食事、運動、腸内細菌、メンタル、睡眠、

*データ収集

2社

○個別指導 (feedback)

筋肉維持・増強に関する知見

食事、運動、腸内細菌、メンタル、睡眠、

3社

○和食の解析 (演繹的アプローチ)

多様性の評価方法

伝統レシピの収集 (女子栄養大、辻調、)

1社