

AIを活用した 子どもの動作発達評価の可能性

香村 恵介 (静岡産業大学経営学部)

安藤 英俊 (山梨大学工学部)

安藤 大輔 (山梨大学教育学部)

大岡 忠生 (山梨大学医学部)

山北 満哉 (北里大学一般教育部)

宮崎 彰吾 (静岡産業大学経営学部)

山田 悟史 (静岡産業大学経営学部)

COIの開示

発表者名：香村恵介

本研究に関して、開示すべきCOIの関係にある企業等はありません。

AIの活用事例①

iSiD「DigSports」 <https://www.isid.co.jp/solution/digsports.html>

●子どもの運動能力をAIで分析、向いているスポーツを提案



DigSports

ベストショットタイトル会場
名称: タイ

2019年07月24日 ID: EDIGN_5558
生年月: 2008年3月 11才 性別: 男

タイプ
パワー
+ +
敏捷性
+ +

タイさんは「ドラゴン」タイプです
このタイプの方は、強くて気高い伝説上のドラゴンのごとく、身体的にも恵まれており運動能力も全般的に非常に優れております。目立った欠点もない為、どんなスポーツでも将来大きく成長される可能性が高いです。

身長
腕の長さ
足の長さ
肩高
身長

立ち幅跳び
2 m 45 cm
★★★★★
記録の記録
2 m 45 cm
同学年
全国平均 偏差値
1 m 71 cm 80+
同じレベル
全国平均 偏差値
2 m 29 cm +15.3cm 56.6

垂直跳び
89.0 cm
★★★★★
記録の記録
89.0 cm
同学年
全国平均 偏差値
39.4 cm 80+
同じレベル
全国平均 偏差値
59.0 cm +19.5cm 80+

反復横跳び
78 回
★★★★★
記録の記録
78 回
同学年
全国平均 偏差値
42 回 80+
同じレベル
全国平均 偏差値
50 回 +27回 80+

50M 走
4.0 秒
★★★★★
記録の記録
4.0 秒
同学年
全国平均 偏差値
4.8 秒 80+
同じレベル
全国平均 偏差値
7.3 秒 -3.19秒 80+

ボール投げ
67.0 m / 0.0 km/h
記録の記録
67.0 m
同学年
全国平均 偏差値
30.3 m 80+
同じレベル
全国平均 偏差値
51.2 m +15.7m 68.0

持久走
899.0 m
★★★★★
記録の記録
899.0 m
同学年
全国平均 偏差値
654.5 m 80+
同じレベル
全国平均 偏差値
726.0 m +173.0m 75.7

身体測定

項目	同学年	同学年	同学年
	実測値	全国平均	偏差値
身長	200.0cm	200.0cm	146.1cm 80+
腕の長さ	0.0cm	---	61.2cm 20-
足の長さ	0.0cm	---	75.1cm 20-
肩高	0.0cm	---	77.5cm 20-
身長	0.0cm	---	31.2cm 20-

■ 全国の平均
■ あなた

向いているスポーツ群

バスケットボール
5対5のチーム競技で、コート内でドリブルやパスを駆使して相手チームのゴールにボールを入れて得点を競います。ゴールが高い位置にあることから身長が高いと有利とされていますが、ポジションによってはバスケットボールの能力があれば身長はそこまで関係なくプレーが可能です。

アイススケート
氷のスケートリンク上で、スケート靴を履いて1チーム6名の2チームで試合が行われます。スティックと呼ばれる棒状の用具で平たい円柱状のバックを打ち合い、相手方のゴールにシュートし、入れることでその得点を競うゲームです。スケート靴を使うため、スピードが出てふつかり合い、激しいプレーを強いられるので、全身に格闘を装着することが義務づけられています。

アメリカンフットボール
楕円形のボールを用いて格闘を付けた11人ずつ行う2つのチームで得点を競う球技です。2チームがそれぞれ、ボールを確保する攻撃側と守備側に明確に分かれゲームが進行します。全てにおいて高い運動能力が要求されるスポーツですが、小学生を対象にした安全にプレーができるフライングボールもありません。

やりたいスポーツ

競速
身長のアドバンテージを活用し、パワー面の有利さをキープしよう。俊敏な動きを有効に活用しよう。

- マーカーレスで骨格を自動検出する



本日の内容

□ AIとは何か？何ができるか？

□ 子どもの動作発達評価×AI

□ 導入における課題と可能性

AI (Artificial Intelligence) とは何か？

松尾豊 (2015) 「人工知能は人間を超えるか」. KADOKAWA

明確な定義はなく、研究者によって異なるが・・・

- 人工的につくられた人間のような知能、
ないしはそれをつくる技術。

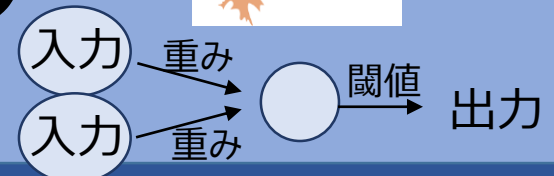
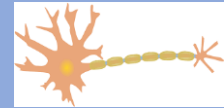
AI、機械学習、ディープラーニングの位置づけ

Udemy「はじめてのAI」 <https://www.udemy.com/course/google-jp-ai/>

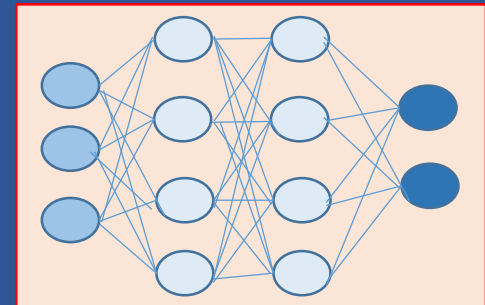
AI

機械学習

ニューラルネットワーク



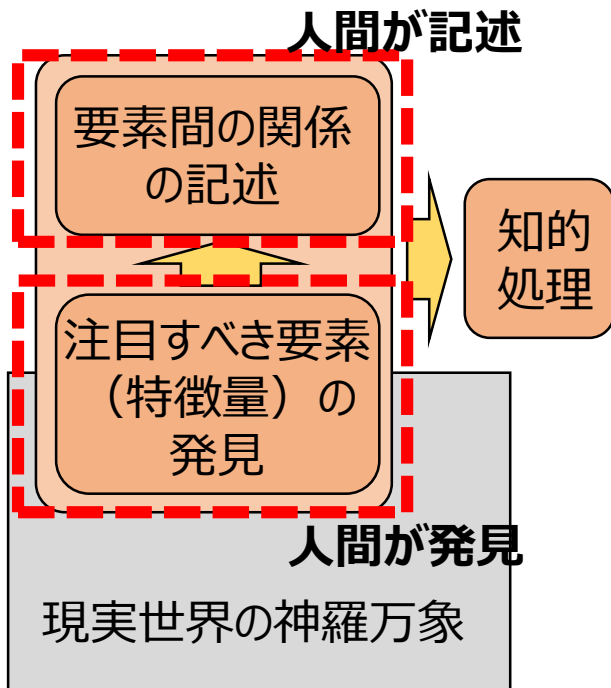
ディープラーニング (深層学習)



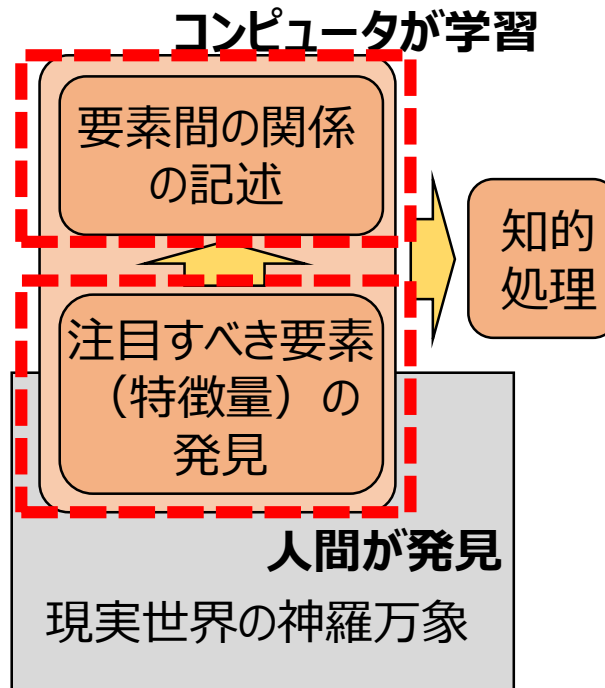
AI、機械学習、ディープラーニングの位置づけ

松尾豊（2016, システム/制御/情報）ディープラーニングと人口知能の難問

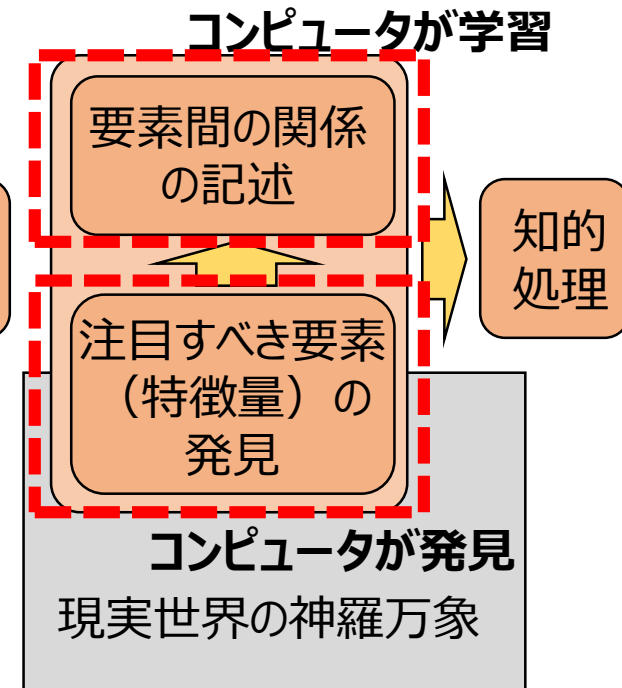
昔の人工知能



機械学習

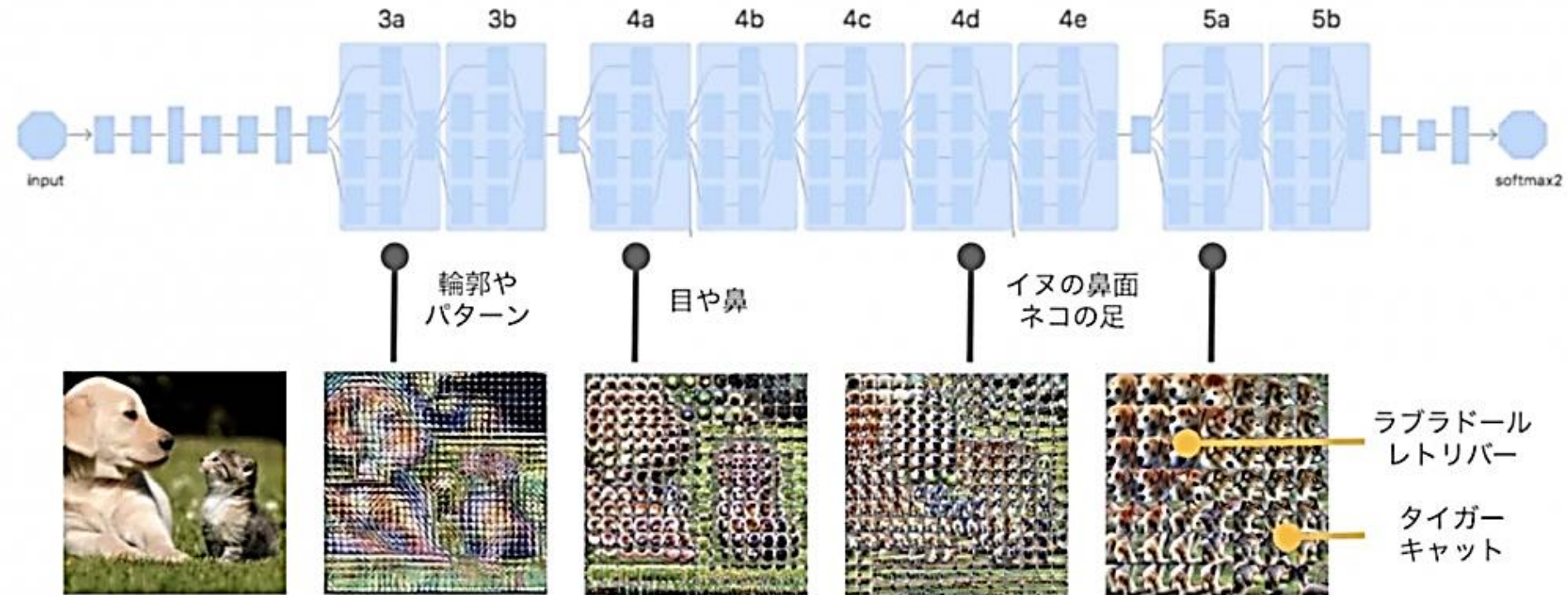


ディープラーニング



ディープラーニングによる画像認識

Udemy 「はじめてのAI」 <https://www.udemy.com/course/google-jp-ai/>



統計学と機械学習の違い (明確な定義はないが…)

統計学と機械学習. <https://www.youtube.com/watch?v=8Mpy0Kknmrk>

統計学

原因ベース

機械学習

結果ベース

説明変数 (x) : 家の広さ、築年数、駅からの距離

目的変数 (y) : 家賃

予測に用いることもあるが、最も
関心があるのは、どの要因 (x)
が目的変数 (y) に強く影響を
与えているか。

最も関心があるのは、目的変数
(y) の予測精度。なぜそうなっ
たのかという中身がよく分からない
場合もある。

機械学習の手法（教師あり、教師なし）

写真：free-photo.net

教師あり学習

入力と出力がペアになった大量のデータ

学習データ



...

教師データ

犬

犬

犬

ネコ

ネコ

...

入力・出力データの関係から、未知のデータを予測

教師なし学習

大量の入力データのみ

学習データ



...

類似データのグルーピングやデータを特徴づける情報を抽出

機械学習の流れ

学習データの 準備

お手本となる
数百～数十万
のデータを、
人間が集めて
準備

機械学習の「モデル」の 学習

学習データに含まれる
パターンを機械学習に
よって抽出

モデルの 利用

学習済みモデル
を分類や予測に
利用

もっと学びたい方は・・・

 **Udemy 「はじめてのAI」** Googleが無料で提供している動画（1h）

<https://www.udemy.com/course/google-jp-ai/>

 **gacco**
The Japan MOOC

Certified by
 JMOC

「大学生のためのデータサイエンス（Ⅱ）」

滋賀大学データサイエンス学部が提供。2019年10月18日で閉講。

https://lms.gacco.org/courses/course-v1:gacco+pt025+2019_06/about

本日の内容

□ AIとは何か？何ができるか？

- 大量の教師あり（または教師なし）**データ**を元に、**機械学習**によって**分類や予測、グルーピングなどを行うモデルをつくる**ことができる。

□ 子どもの動作発達評価×AI

□ 導入における課題と可能性

本日の内容

□ AIとは何か？何ができるか？

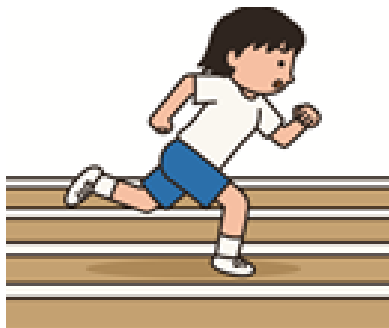
- 大量の教師あり（または教師なし）データを元に、機械学習によって分類や予測、グルーピングなどを行うモデルをつくることができる。

□ 子どもの動作発達評価×AI

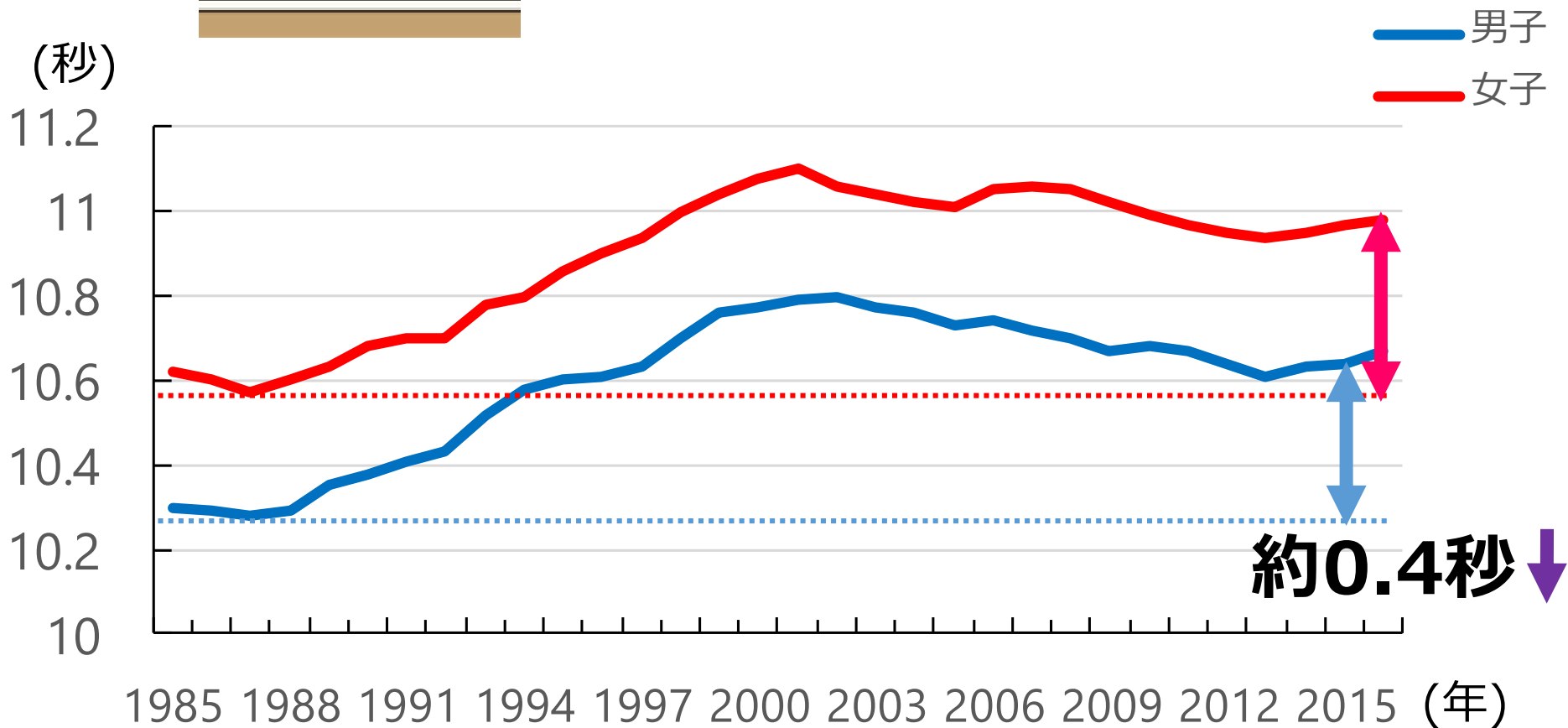
□ 導入における課題と可能性

幼少期の体力低下

スポーツ庁（2017）体力・運動能力の年次推移の傾向（青少年）を基に作図



50m走（7歳）



幼児期の運動動作の未発達

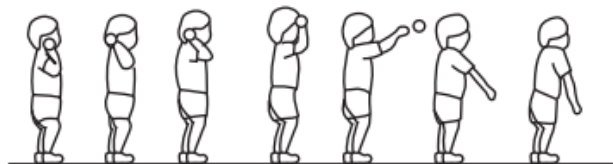
中村ほか（2011，発育発達研究）を基に発表者が作図

動作得点

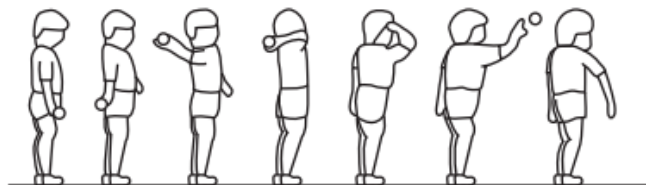
投動作パターン

未熟

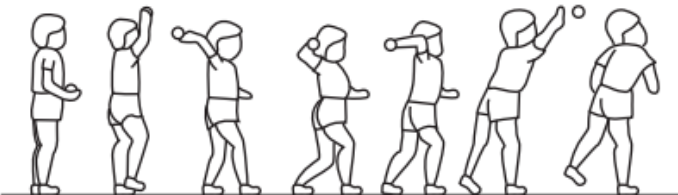
1



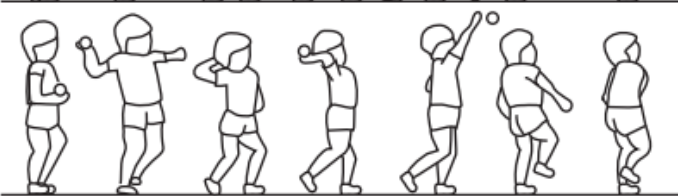
2



3

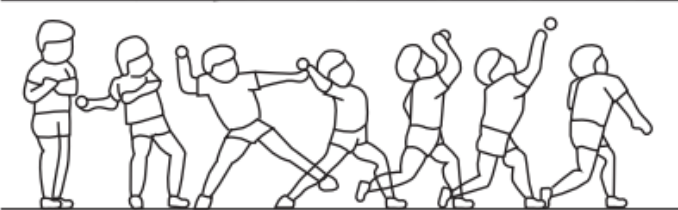


4

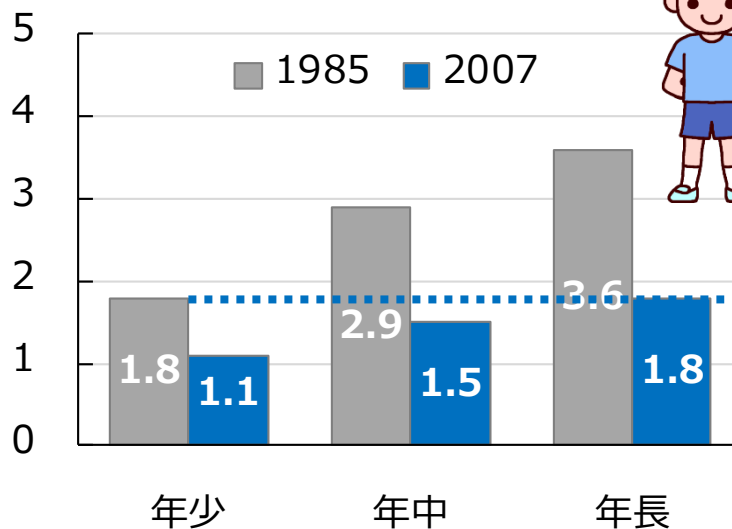


成熟

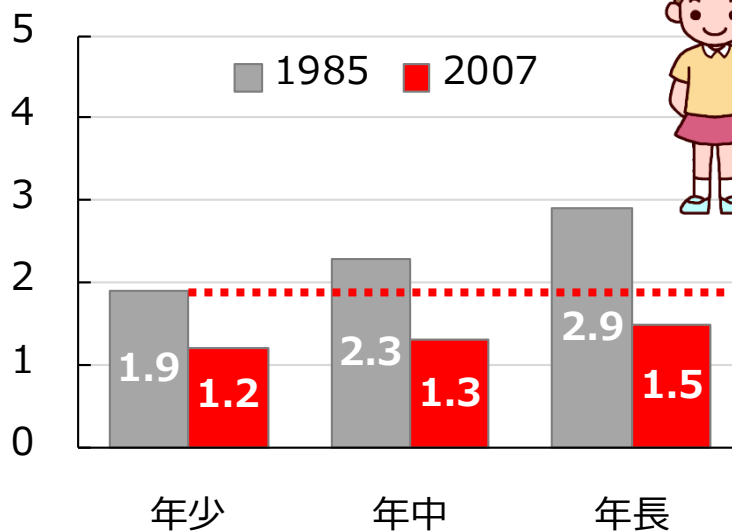
5



(点)



(点)



提言

子どもの動きの健全な育成をめざして
～基本的動作が危ない～



平成29年（2017年）7月11日

日本学術会議

健康・生活科学委員会

健康・スポーツ科学分科会

幼児期運動指針

普及用パンフレット

幼児期運動指針策定委員会

幼児は

様々な遊びを中心に、
毎日、合計60分以上、
楽しく体を動かす
ことが大切です！

※この指針は、運動習慣の基盤づくりを通して、幼児期に必要な多様な動きの獲得や体力・運動能力の基礎を培うとともに、様々な活動への意欲や社会性、創造性などを育むことを目指すものです。

※幼児にとっての運動は、楽しく体を動かす遊びを中心に行うことが大切です。また、体を動かすことには、散歩や手伝いなど生活の中での様々な動きを含めます。

※この指針における幼児とは、3歳から6歳の小学校就学期の子どもを指します。

文部科学省

幼児期運動指針

ガイドブック

毎日、楽しく体を動かすために

幼児期運動指針策定委員会



文部科学省

幼児期の基本的な動きの発達を捉える指標

文部科学省（2012, 幼児期運動指針ガイドブック）, 中村ほか（2011, 発育発達研究）

1. 走る

2. 跳ぶ

3. 投げる

4. 捕る

5. つく

6. 転がる

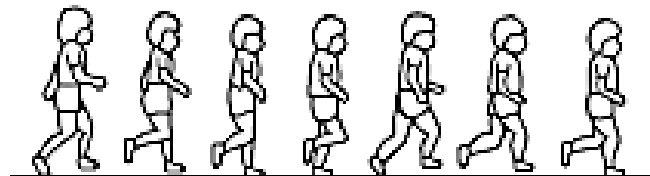
7. 平均台上を歩く

動作得点

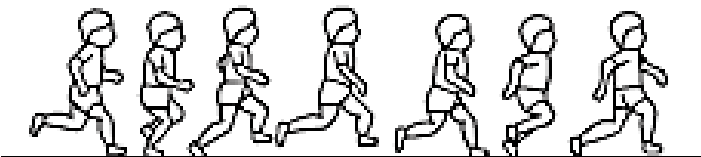
動作パターン

未熟

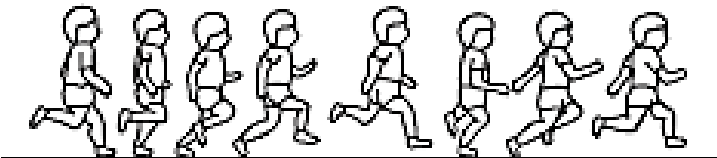
1



2



3



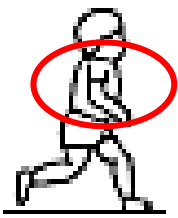
4



成熟

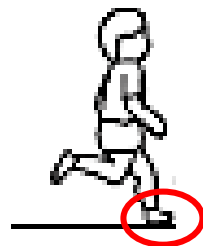
5





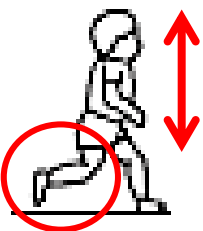
腕

1. 両腕のスウィング動作がない
2. 前方で腕をかくような/左右のバランス×
3. 両肘の十分な屈曲 and 大きなスウィング



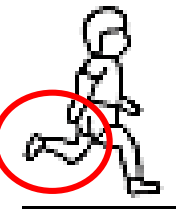
接地時の足

4. 足の裏全体で
5. かかとから
6. 足の裏の外側から



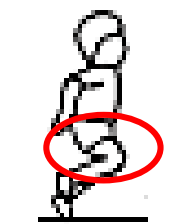
地面の蹴り方

7. 膝が屈曲したまま and 垂直方向にキック
8. 水平方向にキックされるが十分な膝の伸展ない
9. 膝が十分に伸展し、水平方向にキック



脚の蹴り上げ

10. ほとんど蹴り上げなし
11. 小さな足の蹴り上げ
12. 続く大腿の引き上げにつながる十分な蹴り上げ



脚の引き上げ

13. ほとんど大腿の引き上げなし
14. わずかな大腿の引き上げ
15. ほぼ地面と水平の大腿の引き上げ

動作 得点

判断基準

1

①, 4, 7,
(10 or 11),
13

2

②, (4 or 5),
(7 or 8), 11,
(13 or 14)

3

2, (5 or 6),
8, ⑫, 14

4

③, (5 or 6),
8, 12, 14

5

3, 6, ⑨, 12,
15

○ : Key category

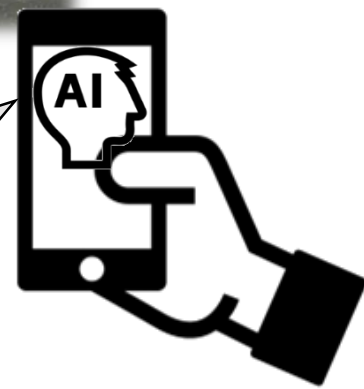
この子どもの動作発達段階は？（5歳女兒）



「誰でも」、「簡単に」、「すぐに」発達段階を確認できる



走動作は**5点満点中2点**です。**5歳としてはやや未発達**です。腕を前後に大きく振って走れると良いですね。



研究の目的

子どもの基本的動作（走る、跳ぶ、投げる）の映像をAIで解析して、その発達段階を「簡単に」、「誰でも」、「即時に」評価できるシステムを開発すること。



- 全国規模の評価基準値の作成
- 保育・教育現場での活用
- スマートフォンに実装し、保護者が子どもの発達を手軽に確認するためのツール

研究方法

学習データの 準備

- ① 子どもの動作映像の収集
- ② 骨格情報の取得

機械学習の「モデル」の 学習

- ③ 学習モデルの構築
- ④ モデルの妥当性の検証

モデルの 利用

- ⑤ 現場での有用性の検討

①子どもの動作映像の収集

➤ 目標サンプル

3-8歳 (3.0歳~8.9歳) の子ども約**1000人**

年少	年中	年長	小1	小2
200人	200人	200人	200人	200人

➤ 動作撮影済み (現在)

500人 (幼児340人、小学1, 2年生160人)

➤ 教師データの作成

- 研究者3名の動作評価をゴールドスタンダード。
- 評価者6名がレクチャーを受け、評価が一致するまでトレーニング。
- 2名ずつに分かれてそれぞれで評価。2名の評価が異なった場合は、再度協議して評価を決定。

①子どもの動作映像の収集

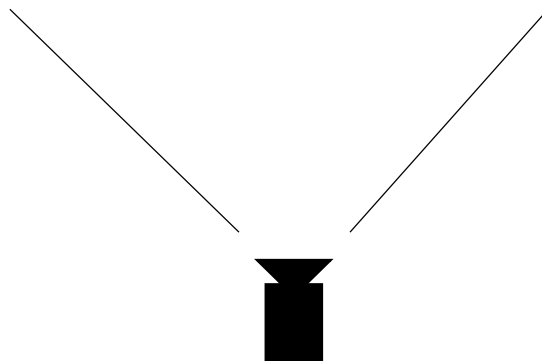
➤ 撮影方法（走動作）

スタート



25mまたは50m走

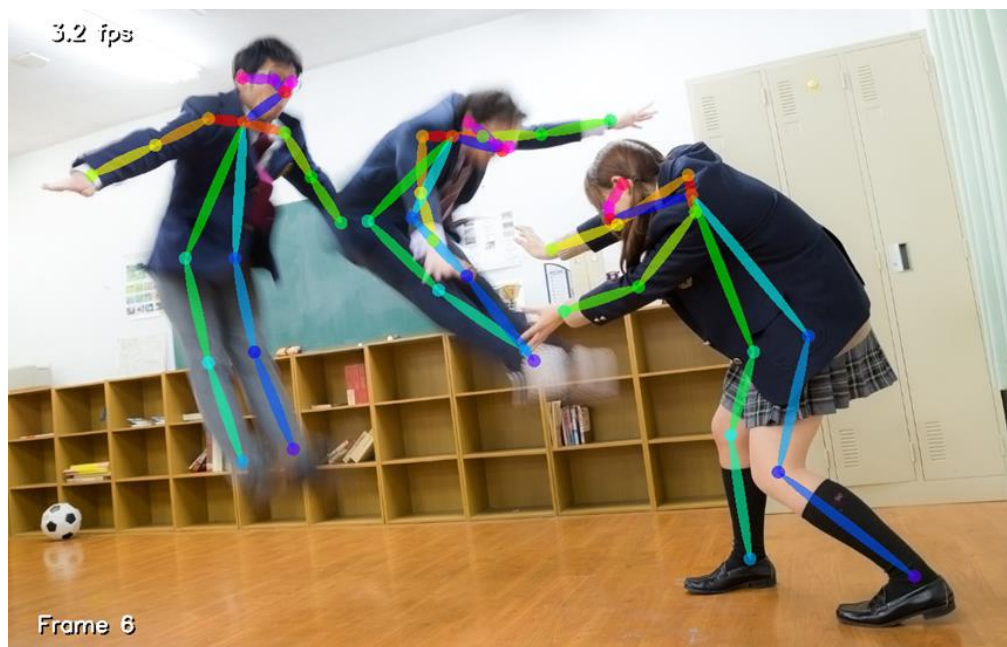
ゴール



- 走路の中央に設置。
- 2サイクルが映るように。

②骨格情報の取得 (OpenPose)

入力画像から特徴点を検出し、その特徴点同士の関係の推定を行う技術



特徴点の座標



角度などを計算し、動作評価を出力するモデルを作成するための
入力データとする

OpenPoseの適用



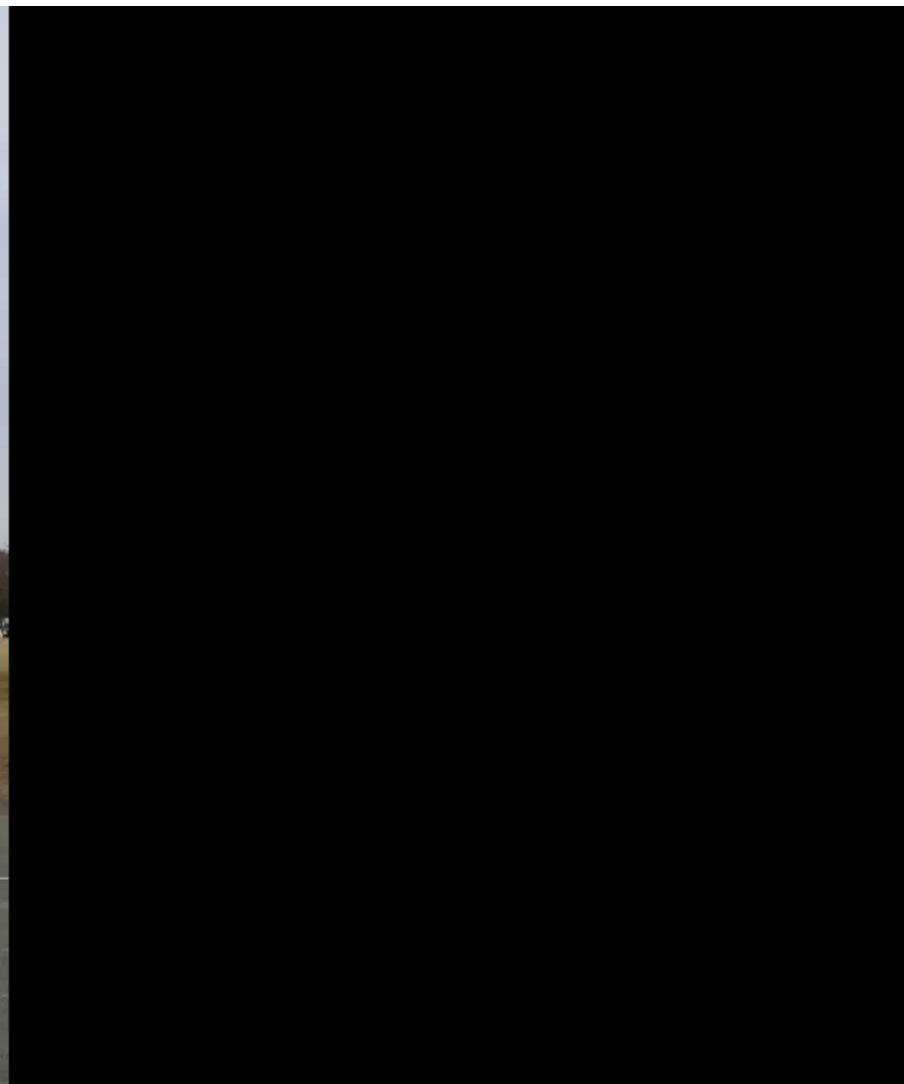
課題① 背景に複数人が映り込み、誤検出



データの加工



データの加工後にOpenPoseを適用



画像認識をするにはさらに過酷な現場のデータ



背景に映り込まないように撮る。しかし、現場の制約が増す。
分析段階で対象者を認識できる工夫が必要。

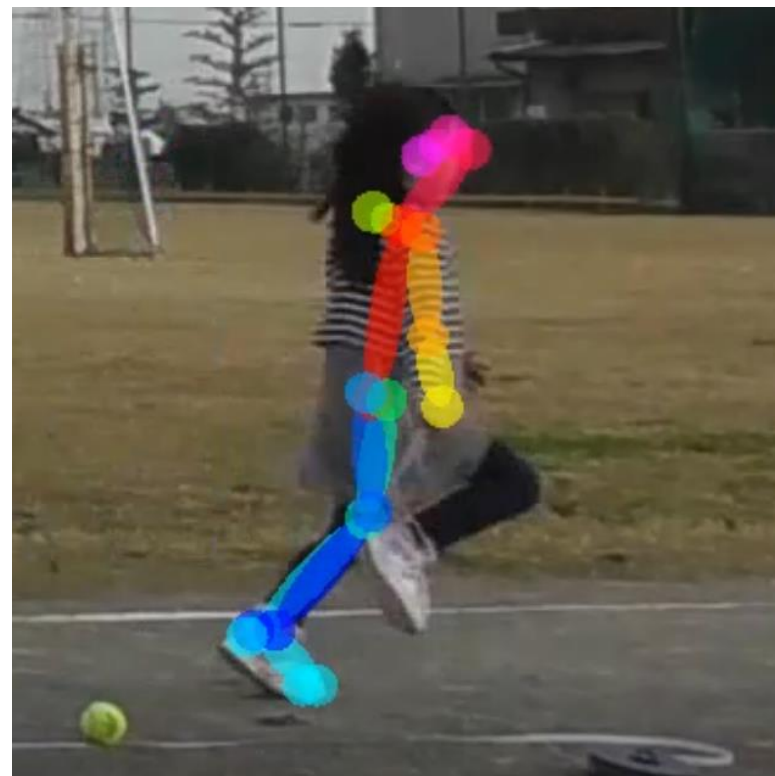
→体の構成比率や大きさから、画面手前の子どもだけ検出可能??

課題② 誤った座標検出

腕が存在していない箇所に骨格を検出



左足の検出が右足に対して行われている



- 座標の信頼度から、怪しい検出点の排除が可能??
- OpenPose以外の方法も検討??

OpenPoseを使用しない深層学習の利用

学習
データ

教師
データ



4



2

⋮

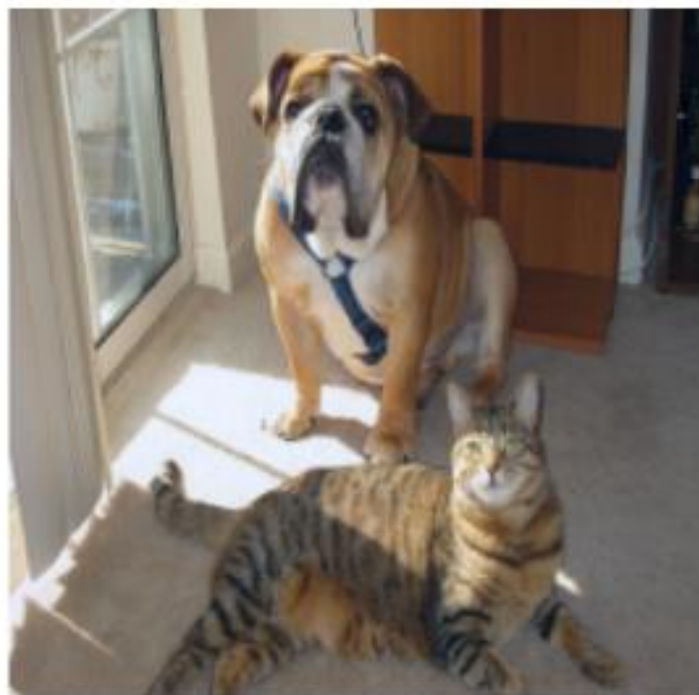
⋮

ディープラーニング

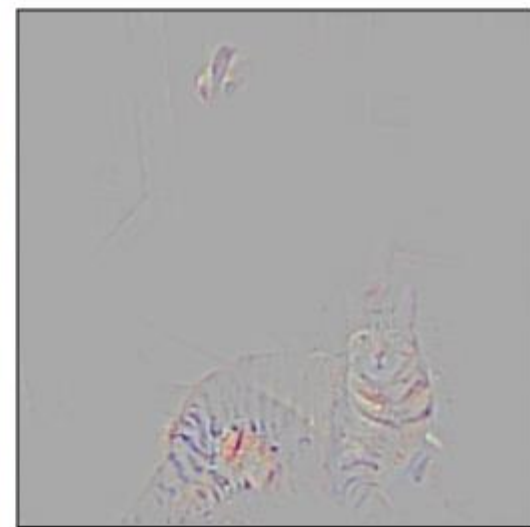
→どうしてその評価になったか、過程はブラックボックス

画像のどこに注目して分類したか？ Grad-CAM

Ramprasaath et al. (2017) <https://arxiv.org/abs/1610.02391>



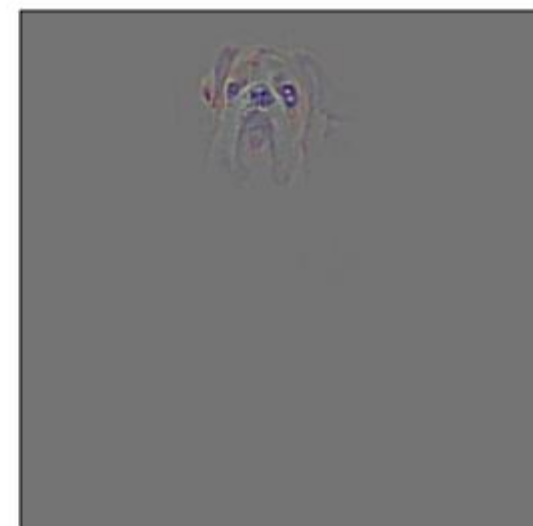
(c) Grad-CAM 'Cat'



(d) Guided Grad-CAM 'Cat'

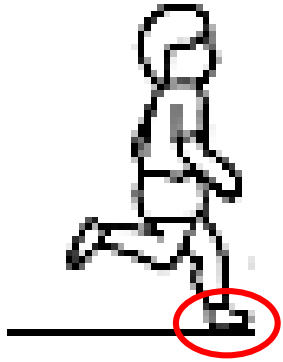


(i) Grad-CAM 'Dog'



(j) Guided Grad-CAM 'Dog'

課題③ そもそも既存の基準は正しい??



接地時の足

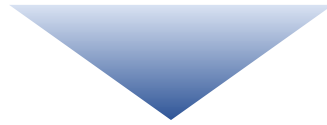
4. 足の裏全体で
5. かかとから
6. 足の裏の外側から



動作の発達段階
を評価するために、
必要??

→中長期的には、クラスタリング（教師なし学習）などの手法を用いて、評価基準自体を再考していく必要。

- **人間が（何らかの特徴から）判断（分類、予測）できることは、AIで置き換えることが可能。**



AIを活用した事例を知り、「こうなったらいいな」という未来をつくるために、AIは活用できないか考える。



笹川スポーツ財団

SASAKAWA SPORTS FOUNDATION