

AIが大学入試を突破する 時代に求められる人材育成

国立情報学研究所
社会共有知研究センター
新井 紀子

ロボットは東大に入れるかプロジェクト

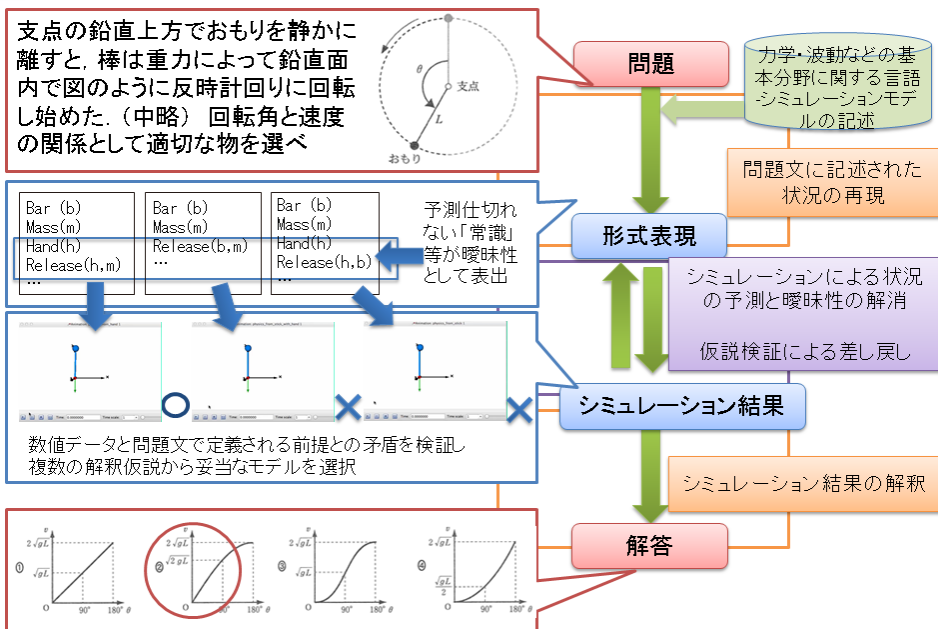
概要

現在および近未来のAI技術・ロボット技術が導入されることで、2030年の社会がどのように変化するかを科学的に明確化することを目的に、大学入試をベンチマークとして、我が国における学際的な知識・先端技術を集積し、これまで蓄積された**人工知能の各要素技術の精度を高め**、2016年にセンター入試で高得点、2021年に東大入試突破を目指す。

成果

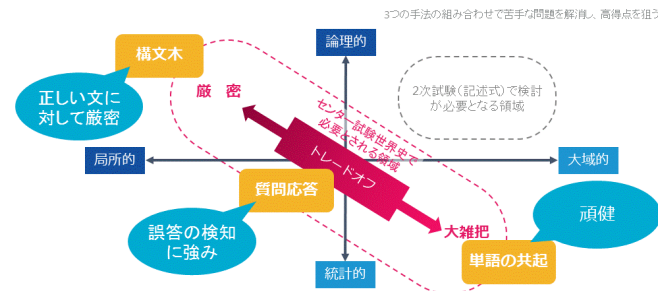
総合的知的タスクに分野横断で取り組むことで、自動合意形成、メカニズムデザイン、意味に基づく検索や対話システム、実世界ロボットのインタフェースなど、様々な応用をもつ汎用的な技術を生み出すことが期待される。

2014年度に私大80%に合格可能性80%達成(代ゼミ模試)



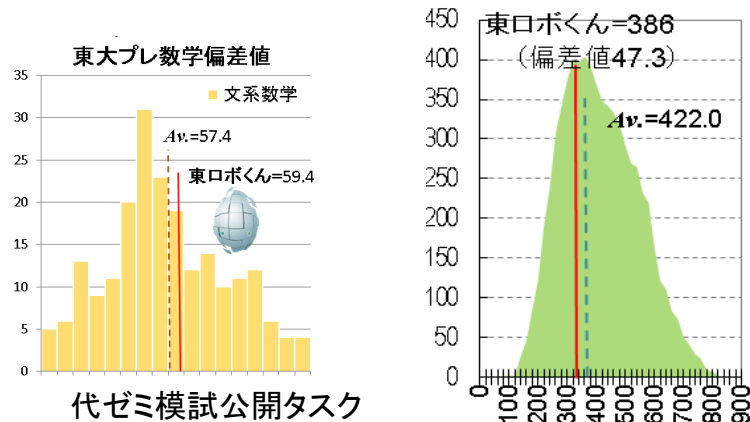
自然言語処理と数理処理・画像処理の接合

センター試験世界史Bの解法



2015年ベネッセ模試において78点、偏差値66を達成

意味と根拠に基づく次世代対話的検索システム



2011 Jeopardy! Challenge by Watson

MOZART'S LAST & PERHAPS MOST
POWERFUL SYMPHONY SHARES ITS
NAME WITH THIS PLANET





WIKIPEDIA
The Free Encyclopedia

[Main page](#)

[Contents](#)

[Featured content](#)

[Current events](#)

[Random article](#)

[Donate to Wikipedia](#)

[Wikimedia Shop](#)

Article

[Talk](#)

Read

[Edit](#)



Symphony No. 41 (Mozart)

From Wikipedia, the free encyclopedia

[Wolfgang Amadeus Mozart](#) completed his Symphony No. 41 in C major, K. 551, on 10 August 1788.^[1] It was the last symphony that he composed, and also the longest.

The work is nicknamed the Jupiter Symphony. This name stems not from [Mozart](#) but rather was likely coined by the impresario [Johann Peter Salomon](#)^[2] in an early arrangement for piano.

[Contents](#) [hide](#)

例) 質問応答技術を用いた手法

- 選択肢の文をクイズ形式に変換して解く
 - (誤文)カール大帝は、**マジヤール人**を攻撃した。(センター2009 本試)
 - → カール大帝は、(**PersonType**)を攻撃した。→ ?

本当はアヴァール人

教科書・Wikipediaの検索結果

...ゲルマン人の支配下に入った。8世紀末にこの地を支配していた**アヴァール人**はカール大帝の攻撃を受けてフランク王国に服属した。...(Wikipedia)

| ランク | 単語 | スコア |
|-----|---------------|-----|
| 1 | アヴァール人 | 3.2 |
| 2 | モンゴル系 | ... |
| ... | ... | ... |
| 5 | マジヤール人 | 1.1 |

距離: 1単語

単語の距離をスコアへ

1位との差をコストとして計算

マジヤール人が答えであるコストは3.2
- 1.1 = **2.1**

NTCIR-12において世界史センタータスク
76点(偏差値66.5)を達成!

国語：表層的手がかりで傍線部問題を解く

- 選択肢を選ぶ**根拠となる部分**を、本文より抽出
- 文字オーバーラップ率で照合
- 評論に対して**50%**の精度

| | |
|------|---|
| 設問文 | 問5 傍線部D「行為と行為をつなぐこの空間の密度を下げているのが、現在の住宅である」とあるが、それはどういうことか。その説明として最も適当なものを、次の1～5のうちから一つ選べ。 |
| 選択肢① | 現在の住宅では、仕事部屋や子ども部屋など目的ごとに空間が切り分けられており、それぞれの用途とはかかわらない複数の異なる行為を同時に行ったり、他者との関係を作り出したりするような可能性が低下してしまっていること。 |
| 選択肢② | 現在の住宅では、ゾーニングが普及することでそれぞれの空間の独立性が高められており、家族であってもそれぞれが自室で過ごす時間が増えることで、人と人とが触れあい、関係を深めていくことが少なくなってしまうこと。 |
| 選択肢③ | 現在の住宅では、空間の慣習的な使用規則に縛られない設計がなされており、居住者たちがそのときその場で思いついたことを実現できるように、各自がそれぞれの行為を同時に行えるようになっていること。 |
| 選択肢④ | 木造家屋などかつての居住空間では、居間や台所など空間ごとの特性が際立っていたが、現代の住宅では、居住者が部屋の用途を交換でき、空間それぞれの特性がなくなっていること。 |
| 選択肢⑤ | 木造家屋などかつての居住空間では、人体の運動と連動して空間が作り変えられるような特性があったが、空間ごとの役割を明確にした現在の住宅では、予想外の行為によって空間の用途を多様にするのが困難になっていること。 |

本文
3300字程度

根拠部分

たとえば、先頭から傍線部を含む段落まで

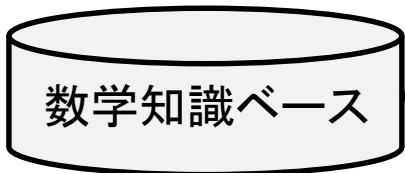
最もよく「含意する」
選択肢を選ぶ
＝含意認識問題

NTCIR-10 含意認識
MCサブタスクでトップ

名古屋大学 佐藤研
との共同研究

数学 — 自然言語処理・ロジック・数式処理の接合

- 構文解析
- 照応解析
- 談話構造解析



- 限量子消去
- グレブナ基底 etc.



(株)富士通研究所
との共同研究

問題文

言語理解

ZFでの意味表現

知識による書き換え

RCFでの意味表現

数式処理

解答

t が実数全体を動くとき, xyz 空間内の点 $(t + 2, +2, t)$ がつくる直線を l とする.
3 点 $O(0, 0, 0), A(2, 1, 0), B(1, 2, 0)$ を通り, 中心を $C(a, b, c)$ とする球面 S が l と共有点をもつとき, a, b, c の満たす条件を求めよ.

(北大2011前期理系)

$$\exists l \exists u \exists v \exists S \exists R ($$

$$l = \text{line}(u, v) \wedge \forall p (p \in l \leftrightarrow$$

$$\exists t (p = (t + 2, t + 2, t))) \wedge$$

$$S = \text{sphere}((a, b, c), R) \wedge (0, 0, 0) \in S \wedge$$

$$(2, 1, 0) \in S \wedge (1, 2, 0) \in S \wedge$$

$$\exists q (\text{intersect}(S, l, q))$$

$$\exists u_x \exists u_y \exists u_z (((\neg(u_x = 0)) \vee (\neg(u_y = 0)) \vee (\neg(u_z = 0))) \wedge (\exists v_x \exists v_y \exists v_z$$

$$(tu_y + v_y - b)^2 + (tu_z + v_z - c)^2 = R^2)) \wedge (0 < R) \wedge (a^2 + b^2 + c^2$$

$$\wedge ((2 - a)^2 + (1 - b)^2 + c^2 = R^2)) \wedge (\exists v_{ix} \exists v_{iy} ((\exists v_{iz} ((0 = u_y(v_z - v_{iz})$$

$$\wedge (0 = u_z(v_x - v_{ix}) - u_x(v_z - v_{iz}))) \wedge (0 = u_x(v_y - v_{iy}) - u_y(v_x -$$

$$((p_x = p_z + 2) \wedge (p_y = p_z + 2)) \vee (\forall t_2 ((\neg(p_x = t_2 u_x + v_x)) \vee (\neg(p_y =$$

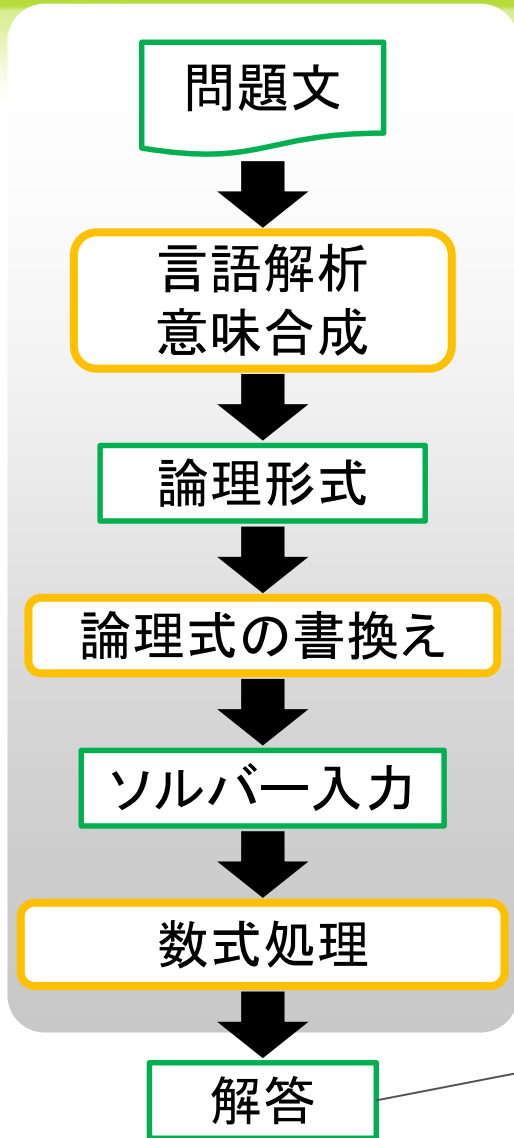
$$\vee (\neg(p_z = t_2 u_z + v_z)))))) \wedge (\forall p_t (\exists t_3 ((p_t = t_3 u_z + v_z) \wedge (p_t + 2 = t_3$$

$$)) \wedge (\exists u_{ix} \exists u_{iy} ((\exists u_{iz} (((\neg(u_{ix} = 0)) \vee (\neg(u_{iy} = 0)) \vee (\neg(u_{iz} = 0)))$$

$$\wedge (0 = u_y u_{iz} - u_z u_{iy}) \wedge (0 = u_z u_{ix} - u_x u_{iz}))) \wedge (0 = u_x u_{iy} - u_y u_{ix})$$

$6a = 5 \wedge 6b = 5 \wedge (3c \leq 1 \vee 13 \leq 3c)$

東ロボくんの解答 理系[5]



求める実数を

$$x_{gen12}$$

と置くと、問いの条件は次の一階論理式と同値になる:

$$(0 < a \wedge a \leq y \wedge y \leq 2a \wedge \exists x_{00}(\exists y_{00}(a \leq y_{00} \wedge y_{00} \leq 2a \wedge y_{00}(-x_{00}) + \frac{y_{00}}{x_{00}} + \frac{x_{00}}{y_{00}} = x_{gen12}) \wedge \frac{1}{2} \leq x_{00} \wedge x_{00} \leq 1) \wedge 0 < a \wedge (\forall y_0(\forall x_0(\frac{1}{2} > x_0 \vee x_0 > 1 \vee x_{gen12} \leq y_0(-x_0) + \frac{y_0}{x_0} + \frac{x_0}{y_0}) \vee a > y_0 \vee y_0 > 2a) \vee 0 \geq a))$$

この式は実閉体の体系 RCF の式であることから、Tarski-Seidenberg の定理により、この式と同値で量子子を含まないような式を求めることができる。Tarski の量子子除去アルゴリズムに従って上記の式を書き換えた結果が以下の式である(変形の過程が長いため、計算紙で別途提出する。):

$$(((0 < a \wedge a \leq \frac{1}{2\sqrt{5}} \wedge \frac{12a^2+1}{4a} \leq x_{gen12} \wedge x_{gen12} \leq \frac{1}{a}) \vee (\frac{1}{2\sqrt{5}} < a \wedge a \leq \frac{1}{2\sqrt{2}} \wedge \sqrt{4-16a^2} \leq x_{gen12} \wedge x_{gen12} \leq \frac{1}{a}) \vee (\frac{1}{2\sqrt{2}} < a \wedge a \leq \frac{1}{2} \wedge \frac{1}{2a} \leq x_{gen12} \wedge x_{gen12} \leq \frac{1}{a}) \vee (a > \frac{1}{2} \wedge \frac{1}{2a} \leq x_{gen12} \wedge x_{gen12} \leq \frac{12a^2+1}{4a})) \wedge 0 < a \wedge a \leq y \wedge y \leq 2a \wedge 0 < a \wedge (a < 0 \vee (0 < a \wedge a \leq \frac{1}{2\sqrt{5}} \wedge x_{gen12} \leq \frac{12a^2+1}{4a}) \vee (\frac{1}{2\sqrt{5}} < a \wedge a \leq \frac{1}{2\sqrt{2}} \wedge x_{gen12} \leq \sqrt{4-16a^2}) \vee (a > \frac{1}{2\sqrt{2}} \wedge x_{gen12} \leq \frac{1}{2a}) \vee 0 \geq a))$$

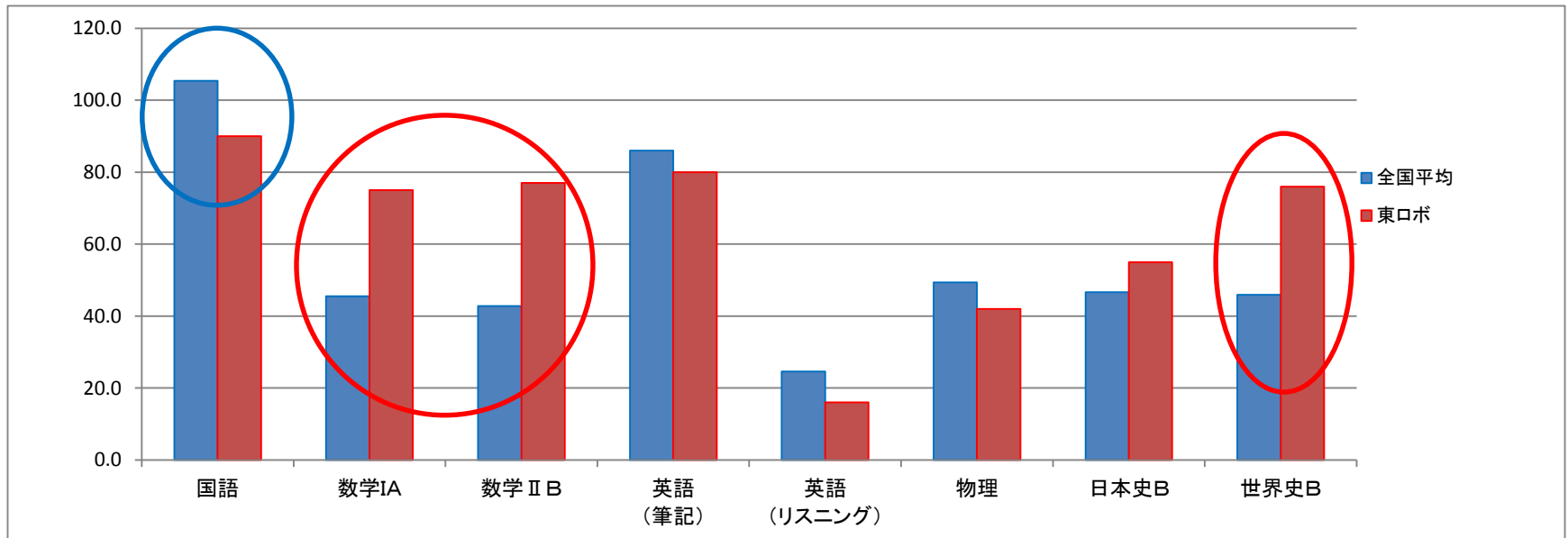
これを解き、答は

$$\begin{array}{ll} (0 < a \wedge a \leq \frac{1}{2\sqrt{5}} \wedge a \leq y \wedge y \leq 2a) & \text{のとき } x_{gen12} = \frac{12a^2+1}{4a} \\ (\frac{1}{2\sqrt{5}} < a \wedge a \leq \frac{1}{2\sqrt{2}} \wedge a \leq y \wedge y \leq 2a) & \text{のとき } x_{gen12} = 2\sqrt{1-4a^2} \\ (a > \frac{1}{2\sqrt{2}} \wedge a \leq y \wedge y \leq 2a) & \text{のとき } x_{gen12} = \frac{1}{2a} \end{array}$$

となる。

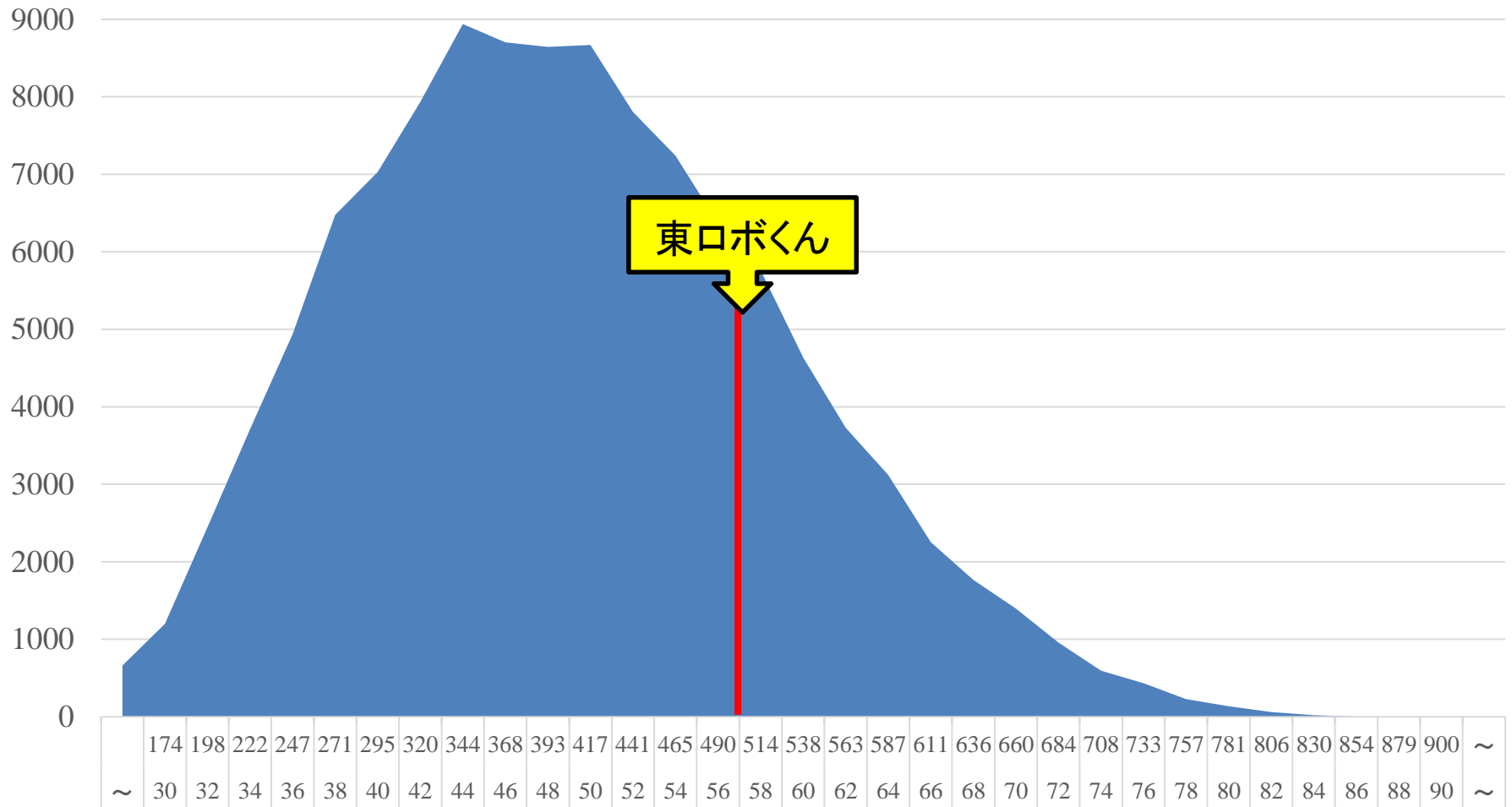
2015年進研マーク模試

| | 国語 | 数学ⅠA | 数学ⅡB | 英語 (筆記) | 英語 (リスニング) | 物理 | 日本史B | 世界史B | 5教科 合計 |
|--------|-------|------|------|------------|---------------|------|------|------|-----------|
| 満点 | 200 | 100 | 100 | 200 | 50 | 100 | 100 | 100 | 950 |
| 全国平均点 | 105.4 | 45.5 | 42.8 | 86.0 | 24.6 | 49.4 | 46.6 | 45.9 | 416.4 |
| 東口ボ得点 | 90.0 | 75.0 | 77.0 | 80.0 | 16.0 | 42.0 | 55.0 | 76.0 | 511.0 |
| 東口ボ偏差値 | 45.1 | 64.0 | 65.8 | 48.4 | 40.5 | 46.5 | 54.8 | 66.5 | 57.8 |



東口ボくんは、5教科合計において全国平均点を大きく上回った。その中でも、数学ⅠA、数学ⅡB、世界史Bにおいては全国平均点を約30点近く上回った。その結果、750大学中474大学、33の国公立大学について、「合格可能性80%以上」の判定を得た。

AIで上下に分断されるホワイトカラー



人間に残されるのは、高度知的労働・肉体労働・教育を要しない
低賃金労働(コンピュータの下処理)になる可能性が高い。

**なぜ、意味がわかるはずの
高校生が意味がわからない
AIに敗れるのか？**

中高校生は教科書を読めているか？

リーディングスキルテスト

- 調査対象者
 - 中学生（計560名）
 - 埼玉県公立中学校6校(計340名) 中学2,3年
 - タブレット上で調査実施
 - 埼玉県立中学校1校(計240名) 中学1,2年
 - 紙面上で調査実施
 - 高校生(計640名) 高校1,2,3年
 - 東京都立普通高校1校
 - 約100%進学する学区トップレベル校
 - 紙面上で調査実施
- 中高の教科書(国語・英語を除く全教科)から文章を抜粋し、作問。
 - 係り受け解析、表象理解等、AIでは解決困難な課題を7分野に分けて出題。

※2016年度中に1万人規模で追加調査予定

オーストリア、次いでチェコスロバキア西部を併合したドイツは、それまで対立していたソ連と独ソ不可侵条約を結んだうえで、1939年9月、ポーランドに侵攻した。

ポーランドに侵攻したのは、()である。

- A オーストリア
- 正解** B チェコスロバキア
- C ドイツ**
- D ソ連

| | 中学生 の選択状況 | 高校生 の選択状況 |
|---|-----------|-----------|
| A | 8 % | 2 % |
| B | 0 % | 0 % |
| C | 83 % | 98 % |
| D | 9 % | 0 % |

オーストリア、次いでチェコスロバキア西部を併合したドイツは、それまで対立していたソ連と独ソ不可侵条約を結んだうえで、1939年9月、ポーランドに侵攻した。

ポーランドに侵攻したのは、()である。

| | 市立中 | 県立中等部 | 都立高校 | 私立大学 |
|------------|------|-------|------|------|
| A オーストリア | 11 % | 0 % | 2 % | 0 % |
| B チェコスロバキア | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % |
| C ドイツ | 75% | 100% | 98% | 100% |
| D ソ連 | 14% | 0 % | 0 % | 0 % |

Alexは男性にも女性にも使われる名前で、女性の名 Alexandraの愛称であるが、男性の名 Alexanderの愛称でもある。

Alexandraの愛称は()である。

正解

A Alex

B Alexander

C 男性

D 女性

| | 中学生 の選択状況 | 高校生 の選択状況 |
|---|--------------|--------------|
| A | 53% | 78% |
| B | 8% | 0% |
| C | 6% | 3% |
| D | 33% | 19% |

Alexは男性にも女性にも使われる名前で、女性の名 Alexandraの愛称であるが、男性の名 Alexanderの愛称でもある。

Alexandraの愛称は()である。

| | 市立中 | 県立中等部 | 都立高校 |
|---|-----|-------|------|
| A | 45% | 69% | 78% |
| B | 12% | 0% | 0% |
| C | 9% | 0% | 3% |
| D | 33% | 31% | 19% |

アミラーゼという酵素はグルコースがつながってできたデンプンを分解するが、同じグルコースからできていても、形が違うセルロースは分解できない。

セルロースは()と形が違う。

正解

A デンプン

B アミラーゼ

C グルコース

D 酵素

| | 中学生 の選択状況 | 高校生 の選択状況 |
|---|--------------|--------------|
| A | 14% | 33% |
| B | 35% | 57% |
| C | 45% | 8% |
| D | 6% | 2% |

アミラーゼという酵素はグルコースがつながってできたデンプンを分解するが、同じグルコースからできていても、形が違うセルロースは分解できない。

セルロースは()と形が違う。

| | 市立中 | 県立中等部 | 都立高校 |
|---------|------|-------|------|
| A デンプン | 9 % | 27% | 33% |
| B アミラーゼ | 29 % | 47 % | 57 % |
| C グルコース | 53% | 27% | 8 % |
| D 酵素 | 9 % | 0 % | 2 % |

誤答が導き出される過程についての推測

とにかく、構造上一番係り先となりうる候補が多い主語を探しに行く方法

アミラーゼという酵素はグルコースがつながってできたデンプンを分解するが、同じグルコースからできていても、形が違うセルロースは分解できない。

⇒ セルロースと形が違うのは「アミラーゼ」

とにかく、一番近い(それらしい)名詞を探しに行く方法

アミラーゼという酵素はグルコースがつながってできたデンプンを分解するが、同じグルコースからできていても、形が違うセルロースは分解できない。

⇒ セルロースと形が違うのは「グルコース」

アミラーゼ
= 酵素の一種

分解する

分解できない

デンプン

グルコース

グルコース

グルコース

セルロース

グルコース

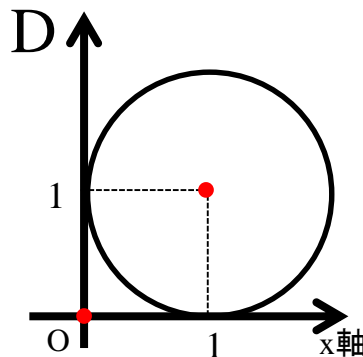
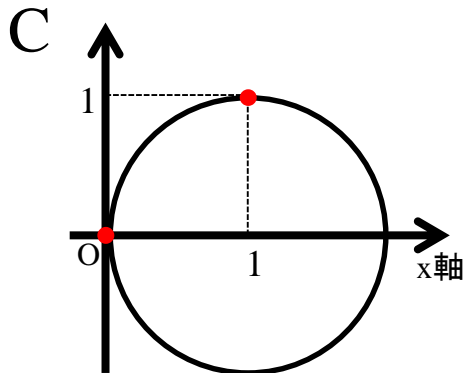
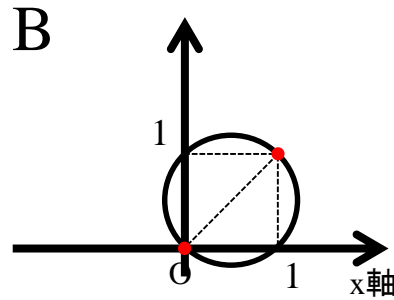
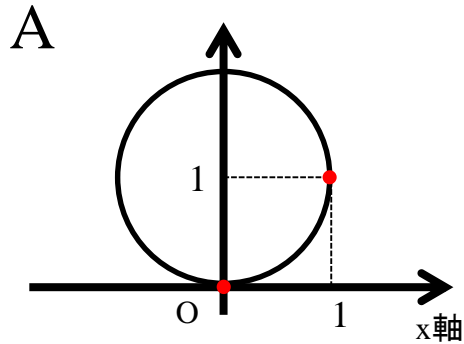
グルコース

グルコース

**これこそアクティブラーニングで
するべきなのでは？**

下記の文の内容を表す図として適当なものを、A～Dのうちからすべて選びなさい。

原点Oと点(1, 1)を通る円がx軸と接している。

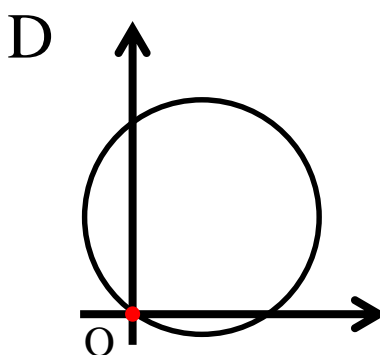
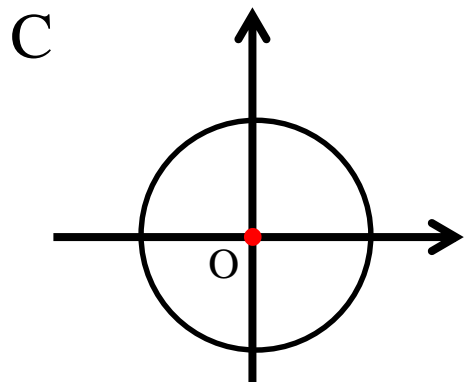
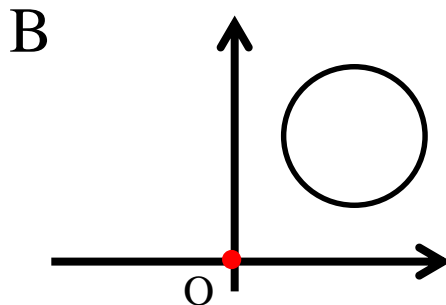
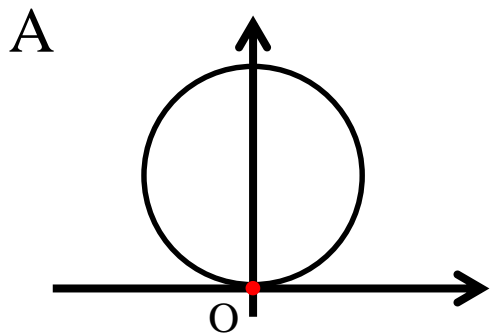


| | 県立中 | 都立高 |
|---------|-----|-----|
| A | 46% | 63% |
| B | 7% | 3% |
| C | 0% | 8% |
| D | 7% | 2% |
| A,B | 0% | 2% |
| A,C | 7% | 5% |
| A,D | 7% | 6% |
| B,C | 0% | 0% |
| B,D | 0% | 0% |
| C,D | 7% | 0% |
| A,B,C | 20% | 11% |
| A,B,D | 0% | 0% |
| A,C,D | 0% | 0% |
| B,C,D | 0% | 0% |
| A,B,C,D | 7% | 0% |

出典:(オリジナル)

下記の文の内容を表す図として適当なものを、A～Dのうちからすべて選びなさい。

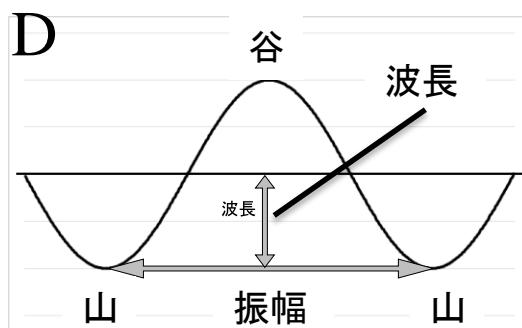
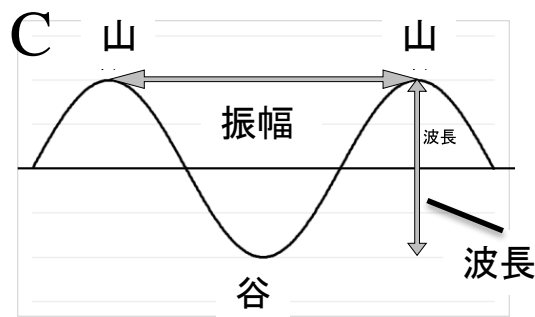
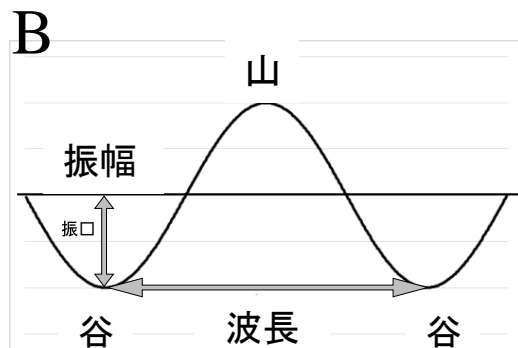
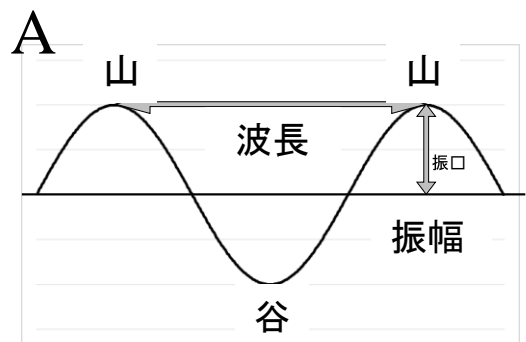
原点Oを通る円がある。



| | 県立中 | 都立高 |
|---------|-----|-----|
| A | 18% | 12% |
| B | 0% | 0% |
| C | 0% | 5% |
| D | 0% | 1% |
| A,B | 0% | 1% |
| A,C | 6% | 0% |
| A,D | 64% | 78% |
| B,C | 0% | 0% |
| B,D | 0% | 0% |
| C,D | 6% | 0% |
| A,B,C | 0% | 0% |
| A,B,D | 0% | 0% |
| A,C,D | 6% | 3% |
| B,C,D | 0% | 0% |
| A,B,C,D | 0% | 0% |

下記の文の内容を表す図として適当なものを、A～Dのうちからすべて選びなさい。

波形の最も高いところを山、最も低いところを谷と呼ぶ。変位の最大値を振幅といい、振動の大きさを表す。つまり、山の高さ(谷の深さ)が振幅である。また、ひとつの山から次の山までの距離、あるいは1つの谷から次の谷までの距離を波長と呼ぶ。



| | 県立中 | 都立高 |
|---------|------|------|
| A | 6 % | 18 % |
| B | 19 % | 15 % |
| C | 13 % | 7 % |
| D | 0 % | 0 % |
| A,B | 50 % | 57 % |
| A,C | 0 % | 0 % |
| A,D | 6 % | 2 % |
| B,C | 0 % | 0 % |
| B,D | 0 % | 2 % |
| C,D | 0 % | 0 % |
| A,B,C | 0 % | 0 % |
| A,B,D | 6 % | 0 % |
| A,C,D | 0 % | 0 % |
| B,C,D | 0 % | 0 % |
| A,B,C,D | 0 % | 0 % |

東ロボから見えてきたこと

- 近未来のAIにとって、「意味を理解すること」は難しい。特に、言葉の意味を理解することはできないだろう。
 - 与信審査はAI代替可能だが、窓口業務・教育はAI代替不可能
- 高校生の8割がAIに敗れた理由は、人間も教科書程度の説明文の意味を理解できていないから。
 - 説明文(マニュアル、ビジネス文書、仕様書等)理解は、ホワイトカラー生産性向上のために最重要
 - 教科書を読めない中高校生はAIと似たような問題解決をしている可能性が高い
 - プログラミングを教えても、コンピュータの仕組みや仕様の理解ができない可能性が高い
 - 意味がわからず統計的判断をする人間は、正確な記憶と計算能力を有するAIに敵わない。

今後の教育改革への期待

- 教育改革に、より科学的なアプローチを導入する必要がある。
 - エビデンスに基づく教育改革
 - 仮説を検証できる問題の設定
 - 全国悉皆で同じ問題を問うても、仮説を検証できない
 - 例：学力調査B問題ができない理由の何割が「問題文を読めていないから」なのか等を検証できるような調査にすべき
- テストワイズネスを排除できる費用対効果が高いテストの導入を検討すべきではないか。
 - ひとつのテストでテストワイズネスを排除することは困難
 - センターテスト・個別学力試験・リーディングスキルテスト等複数のタイプのテストを科学的に組み合わせることによってAI的な問題解決を効果的に排除できる。
- 教育改革の優先順位を科学的につける必要があるのではないか。
 - 小学校からの英語・プログラミング、中学校における基本的読解力の定着のどちらのほうが優先順位が高いか。
- 中高校生が説明文を読めないまま、AIと似た問題解決をし続けた場合、2030年には、労働力不足と失業の問題が同時に起こる。