

国立情報学研究所 2021年度 市民講座

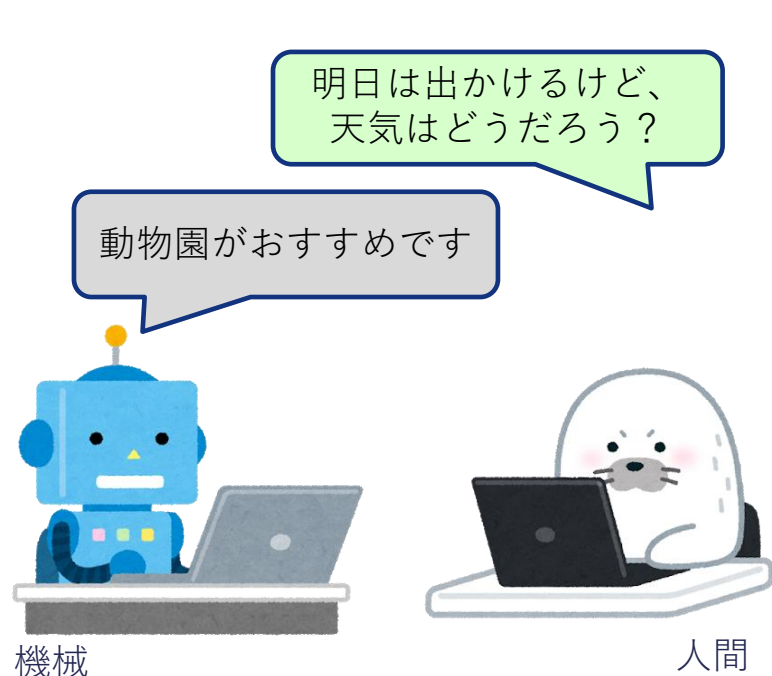
言葉の意味がわかるってどういうこと？

～言語を理解する AI の発展と評価～

コンテンツ科学研究系 助教

菅原 朔

本講座の話題：機械による人間の言葉の理解



対話アプリ

日本語

今は昔、竹取の翁といふ者
ありけり。



英語

Nowadays, there are people
who are called Taketori's
old man.

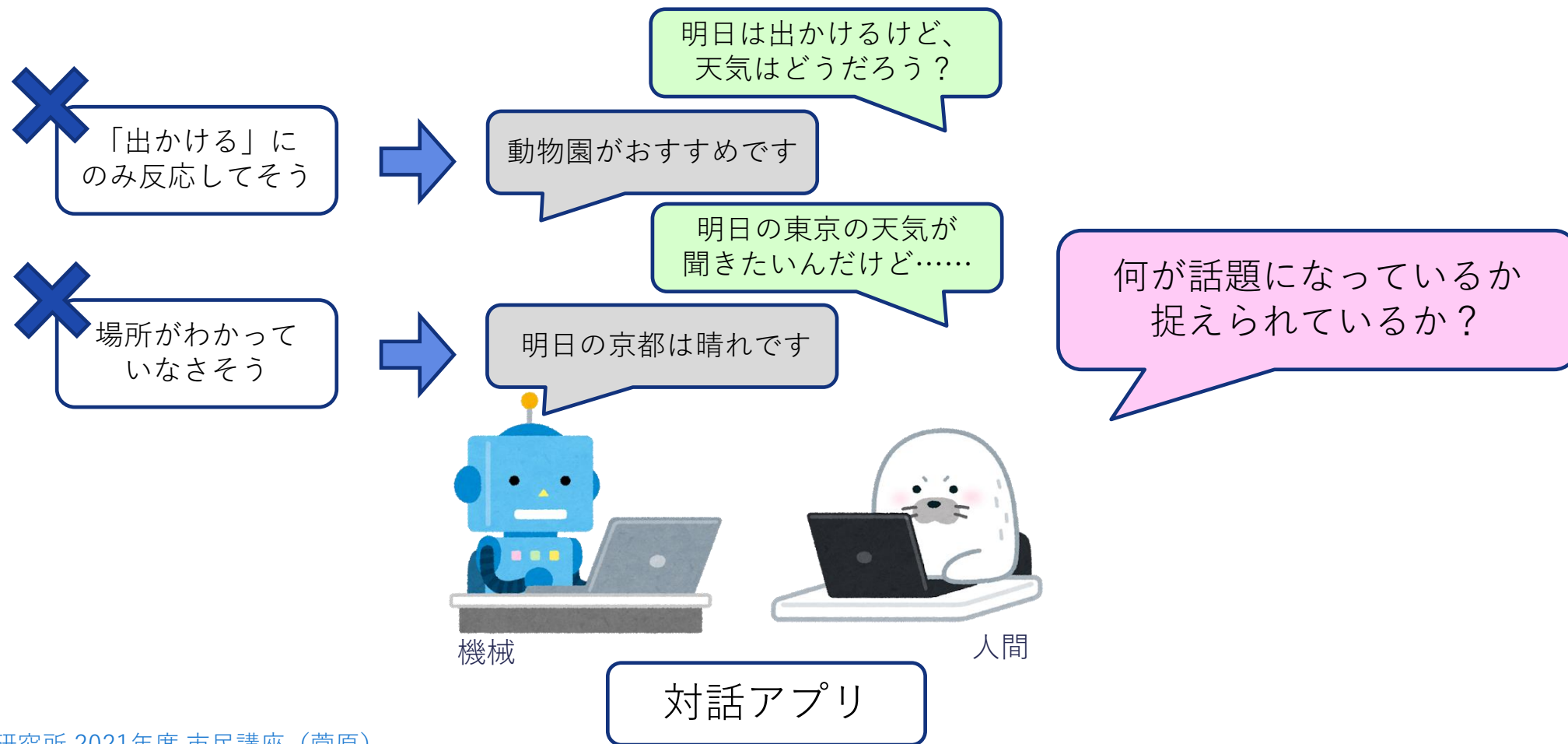
機械翻訳



検索エンジン

便利になりました しかし……

機械による人間の言葉の理解は……難しい！



機械による人間の言葉の理解は……難しい！

日本語

今は昔、竹取の翁といふ者ありけり。

翻訳したい表現・その訳を知っているか？



翻訳！

英語

Nowadays, there are people who are called Taketori's old man.

× 「今は昔」は
Once upon a time?

× 「者」は一人なので
there is a person who is?

(Google 翻訳の結果です)

機械翻訳

ちなみに DeepL だと……

× 翁 (おきな) → Onna?

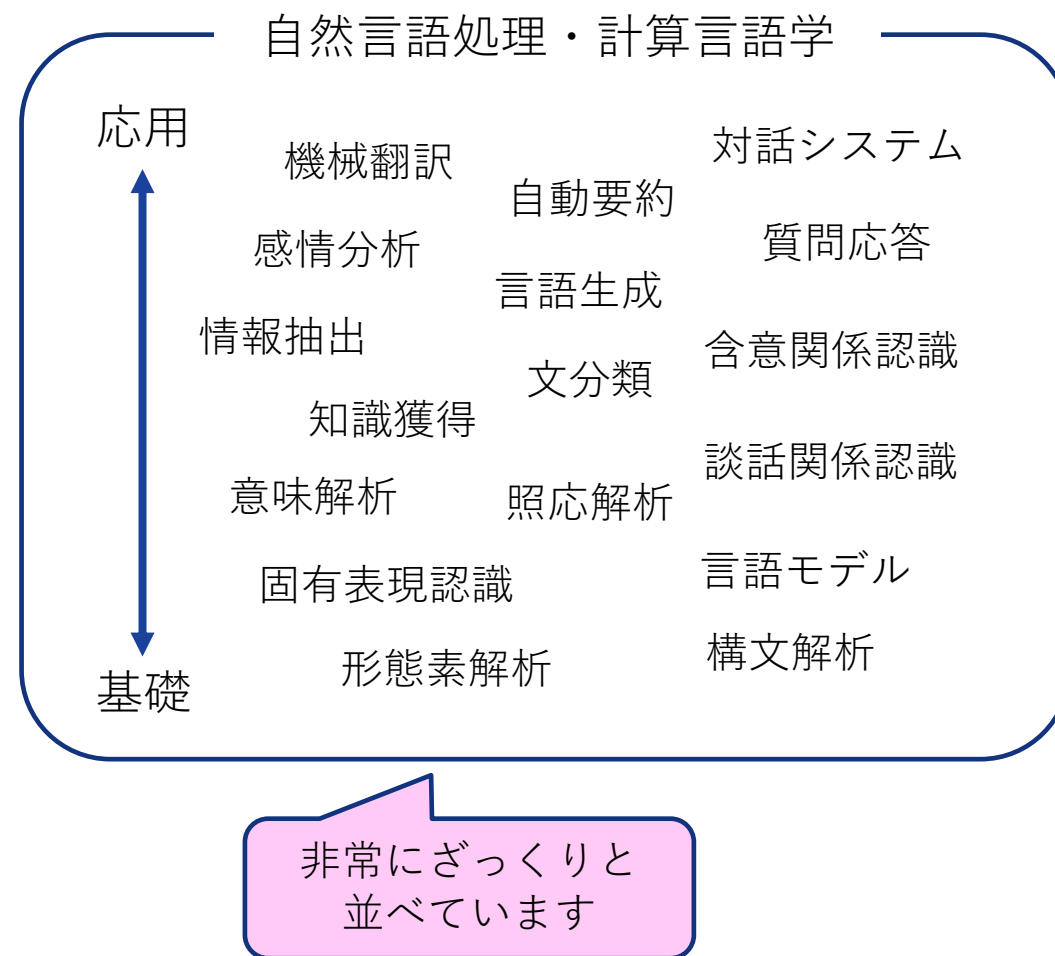
Once upon a time, there was a man named Taketori no Onna.

機械による人間の言葉の理解は……難しい！



自然言語処理と呼ばれています

- コンピュータで人間の言葉进行处理する技術を**自然言語処理**と言います
 - 情報分野で「言語」は機械言語・プログラミング言語も指すので、人間の言語であることを強調するために自然言語と呼びます
 - 特に言語の探究に焦点を当てるとき、**計算言語学**と呼ぶかもしれません
- 書かれている内容の理解に関わる話題を**自然言語理解**と呼んだりします
 - 右図の様々な技術が関わります



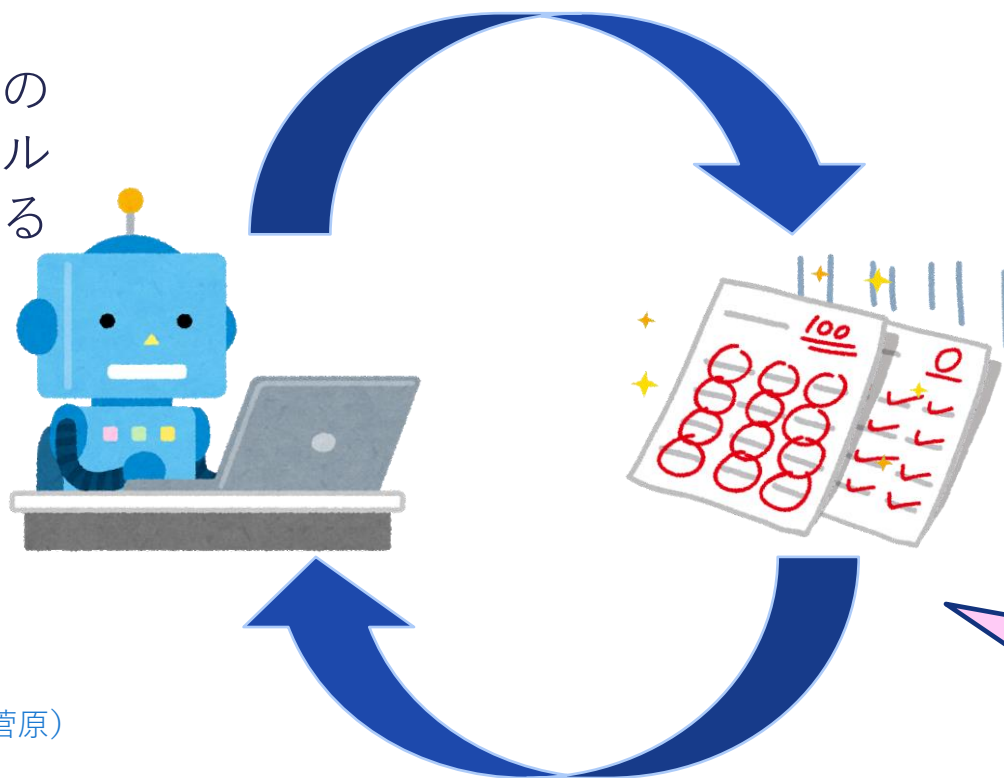
自然言語処理の研究の進め方の例 (かなり簡略化しています)

1. システムを作る

- プログラムを書いてシステムを実装
- すべてをゼロから作るのではなく、既存のツールや研究に上乗せして作る

2. タスクで評価する

- 解かせたい課題（タスク）でシステムをテストする
- 解けたら新しい課題を作る
解けなかったらシステムを改善する



いろいろなことが関わる研究分野です

- システムを作るためには
 - プログラムが書ける必要がある：情報分野の知識
 - 最近のシステムは機械学習を使うことが多いです：数学・統計の知識など
- タスクを作るためには（システムを作るためにも）
 - 言語の取り扱い：言語学の知識（統語論、意味論、語用論……）
 - 人間はどうやって言語を理解している？：心理学、哲学の考え方

自身の興味や研究としての意義 (高校生向け)

- 興味や経緯
 - 人が自分の思考を言語で表現してコミュニケーションできる仕組みに興味がありました
 - 大学（学部）で言語哲学を少しだけ勉強して、大学院から情報分野です
 - プログラムして動くものが作れるので、考えたことが検証できる（ちゃんとやれば……）
- 研究として取り組む意義
 - どんなことをやるのか自分で決めることができる（そのぶん責任もあります）
 - ひろく社会の役に立つかもしれないことができる
 - 国内だけでなく海外の人と仕事ができる

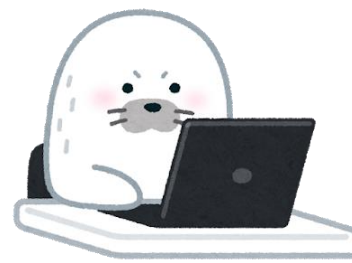
言語理解の評価：チューリングテスト

- 「相手の姿が見えない状態で対話をしたとき、その相手が人間か機械かを見破ることができなければ、その機械は知性がある（人間の言葉が理解できている）と言える」（チューリング、1950年）

かなり議論を単純化しています！

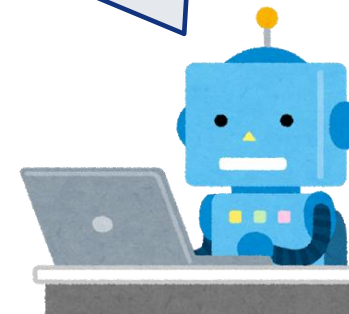
たとえば……

今日は良い天気ですね



人間

そうですね、今日は良い天気です



機械

相手の姿は
見えない



どっち？

でも評価は主観的になりえて難しい



- 簡単なプログラムでそれらしい振る舞いができたりする (ELIZA など)
- 「知性」や「理解」と呼べそうな振る舞いは主観的で曖昧な側面がある

最近の流行のひとつ：文章読解で評価してみる



文脈文： お姫様は、お母さんが寝ている間に塔の窓から出て南の壁を降りていきました。

彼女は道をさまよって歩きました。

とうとう彼女は電灯もないような森に入っていました。

質問： 彼女は逃げ出したあとにどこに入っていましたか？

選択肢： (ア) 山 *(イ) 森 (ウ) 洞窟 (エ) 城

照応解析

常識推論

時間関係の認識

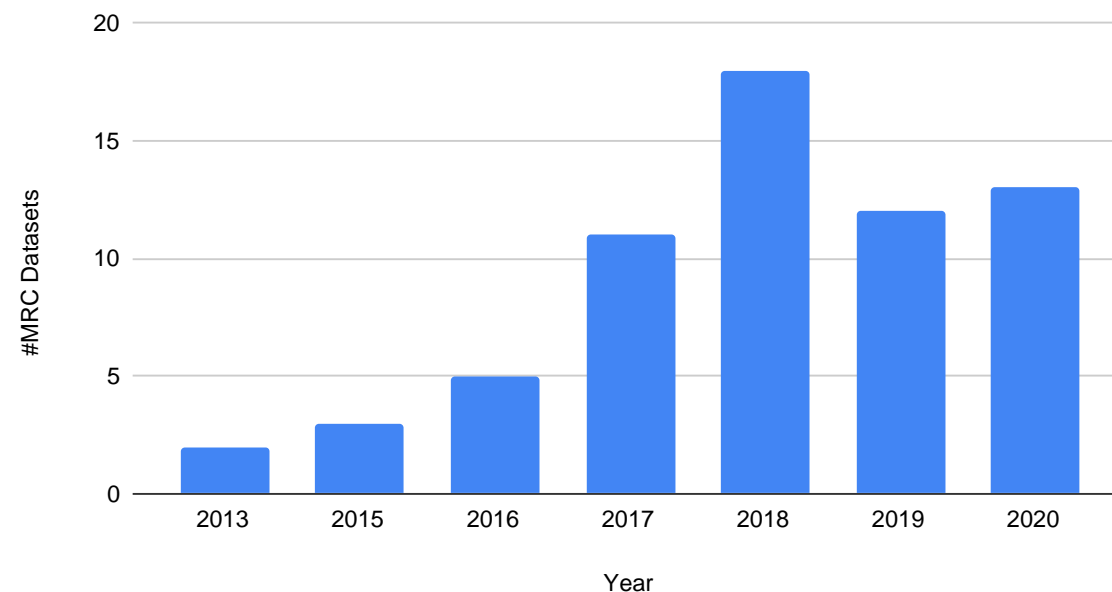


→ ひとつのタスクの上で様々な技術を同時に評価できる（可能性がある）

(たぶん) 盛り上がっています

- アメリカ、中国、欧米の大学など世界中の人が取り組んでいる
- 大学院生もたくさん論文を書く
- 大学だけでなくGoogleやFacebookあたりの企業の研究者も多い
- 物語文、ニュース記事、Wikipediaの記事などを使った質問が中心
- 英語・中国語のデータセットが大多数

#MRC Datasets vs. Year



縦軸：データセットの数 横軸：西暦

ひとつのデータセットにつき数十万問くらい質問が含まれています

今まで提案された問題数を足し合わせたら
数百万問～くらいの桁になりそうです

システムによる読解問題の学習



1. たくさんのデータを用意

2. システムに学習してもらう

3. 似た質問に答えられるようになる

- ニューラルネットを基盤にしたシステムを使っています（最近のAIブームはこれ由来です）
 - 機械学習という技術のひとつとして・たくさん計算資源が必要
 - 移り変わりが激しいので、5年後にはまったく異なるシステムを使っているかもしれない？
- 簡単な問題であれば人間に近い精度で解けるようになっています

ちゃんと答えられているように見えても……

文脈文： お姫様は、お母さんが寝ている間に塔の窓から出て南の壁を降りていきました。
彼女は道をさまよい歩きました。
とうとう彼女は電灯もないような森に入っていました。

質問： 彼女は逃げ出したあとにどこに入っていましたか？

選択肢： (ア) 山 *(イ) 森 (ウ) 洞窟 (エ) 城

表現が一緒！

- 「～に入っていました」を見るだけで正答がわかる
 - 最近のシステムはこういった「一致するパターン」を探すことが得意
 - それ以外の箇所についての理解を問えているとは言えない
- **照応解析**、**常識推論**、**時間関係の認識** が評価できていないかもしれない！



さらに意図しない解き方もありえる

単語の順番をランダムに

文脈文： お母さんが森に塔の窓から出て歩きました南の壁をお姫様は、入っていきました。
彼女はとうとう降りて彼女はいきました道をさまよい。
電灯もないような寝ている間に。

質問：

選択肢： (ア) 山 *(イ) 森 (ウ) 洞窟 (エ) 城

質問文を黒塗りに

- そもそも選択肢のうち文脈文に登場しているのが「森」しかないので、たとえば仮に単語の順序がぐちゃぐちゃになっても・質問が見えなくてもなんとなく正答できてしまう
 - 今回は極端な例ですが、こうした「簡単に解けてしまうもの」を取り除くのは意外と難しい
- 人間のよう素直に文章を読んで解いてくれるとは限らない！

自分のこれまでの研究では、既存のデータの多くがこのような状況でも解けてしまうことを明らかにしました (Sugawara et al. 2018, 2020)

何が良くないか？

- システムは人間と同じ解き方をするとは限らず、「そのタスクでどのような理解が評価されたのか」を見定めるのが難しい
- タスクでシステムの性能が高くても「何ができるようになったか」が正確にはわからない



- 社会で応用するときに「これができます・これできません」と説明できない
→ 最初に提示したような例でエラーが出る原因やその直し方がわからない (かもしれない)
- 「こういった知識・推論はこうしたシステムで実現できるはず」という実験ができない
→ 仮説検証のプロセスがうまく回らず、科学的に着実な発展ができない



どのようなタスクが望ましいか？

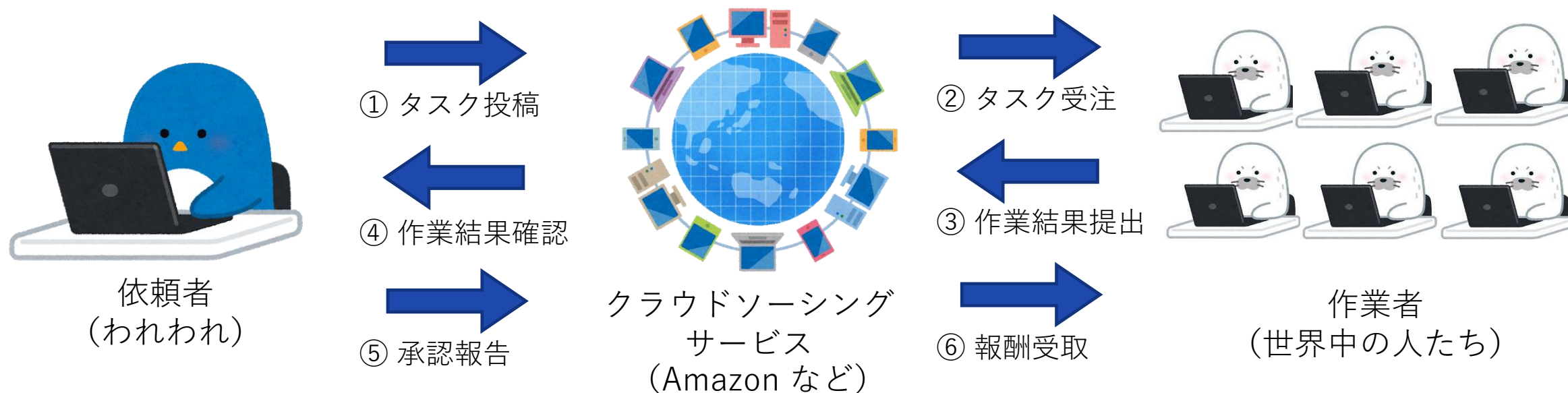


1. 読解に出現するような多様な言語的知識・推論をカバーしていること
 - 知識や推論の種類を書き出すのは難しい（全体像がいまいちわからない）という問題も
2. 質問で意図されている知識や推論がきちんと評価されていること
 - さきほどの例のようにズルができないこと
3. テストとして適切な難易度・評価指標が設定されていること
 - 難しすぎない・簡単すぎない、いろんなシステムの区別に役立つ（人間の試験と同じ！）
4. システムの学習や信頼度の高い評価のためにはある程度は多数の質問を備えていること
 - 問題作成の専門家に頼みたいが、お金・時間が大量にかかってしまう
 - 普段はクラウドソーシングを使っています

こうした「望ましいタスクの要件」を考えながら、言語理解を評価するための品質の高いデータセットを設計・構築する研究を進めています

クラウドソーシングを利用したデータ収集

- 世界中の人たちに安価・高速に作業を依頼できます
- 成果物の品質を高めるための工夫が必要（作業者へのテスト、良い作業へのボーナス etc）



読解問題の収集画面例

- 作業指示 (instructions) には詳細な説明、良い例や悪い例、書き方のヒントなど
- FAQ にタスクはいつ承認されるか・何回まで受注できるか、などの周辺情報
- ズルをされないような簡単な制約も実装
- 自由度の高さから四択問題を収集
- 英語の作業者が多いのでひとまず英語のデータを収集しています

Writing hard reading comprehension questions.

[Instructions](#) [FAQ](#)

Given the passage, write two multiple-choice question with four answer choices each. The two questions should be asking fundamentally different thing. Please make sure that for each question **there is only one right answer** and avoid copying text directly from the passage. Please read the full instructions before starting.

▼ **Passage 1 / 2** [Question Writing](#) → Completed

Kirov Opera (Metropolitan Opera, New York City). Critics applaud the St. Petersburg-based company's 18 day stint in New York. "Just long enough to leave the American opera world with a welcome legacy of Russianization," says Newsday 's Justin Davidson. A spate of profiles heaps praise on the flamboyant conductor Valery Gergiev, who saved the Kirov financially as Russia went capitalist. Critics focus on Gergiev's promotion of lesser-known works by Russian composers and on his unusual arrangements. While "the great orchestras are all sounding pretty much alike, the Kirov has a character all its own" (Matthew Gurewitsch, the New York Times).

Question

input goes here

Options

1. input goes here

2. input goes here

3. input goes here

4. input goes here

[Write a natural & difficult question!](#)

[Submit the question](#)

今後の展開

- 現在は文章題を中心としたタスクを作る研究に取り組んでいます
- もちろん文字だけの文章題だけでなく様々なタスクがあります（他にも対話環境など）

Passage (some parts shortened)

That year, his **Untitled (1981)**, a painting of a haloed, black-headed man with a bright red skeletal body, depicted amid the artists signature scrawls, was **sold by Robert Lehrman for \$16.3 million, well above its \$12 million high estimate.**

Question

How many more dollars was the Untitled (1981) painting sold for than the 12 million dollar estimation?

文章中の数値計算を含めたタスク
(Dua et al., 2019)

2007 Ig Nobel Prize winners announced

Friday, October 5, 2007

The winners of the 2007 Ig Nobel Prize have been announced. The awards, given out every early October since 1991 by the *Annals of Improbable Research*, are a parody of the Nobel Prize, which are awards given out in several fields. The awards are given to achievements that, "first make people laugh, and then make them think." They were presented at *Harvard University's Sanders Theater*.

Ten awards have been presented, each given to a different field. The winners are:

- **Medicine:** Brian Wilcombe, of Gloucestershire Royal NHS Foundation Trust, UK, and Dan Meyer, who studied the health consequences of **sword swallowing**.
- **Physics:** A team from the **USA** and **Chile**, who made a study about how cloth sheets become wrinkled.
- **Biology:** Dr Johanna van Bronswijk of the **Netherlands**, for carrying out a census of creatures that live in people's beds.
- **Chemistry:** Mayu Yamamoto, from **Japan**, for creating a method of extracting vanilla fragrance and flavouring from **cow dung**.



The 2007 Ig Nobel Prize in aviation went to a team from an **Argentinian** university, who discovered that impotency drugs can help hamsters recover from **jet lag**.

Q: Who were the winners of the Ig Nobel prize for Biology and Chemistry?

画像についての文章の理解や推論に関わるタスク
(Tanaka et al., 2021)

まとめ・さいごに (高校生向け)

- 人間の言葉を理解するシステムは多様な技術に基礎を与えます
- しかし「どうやって評価すべきか・どうやったら正確に評価できるか」は簡単ではありません
- 様々な分野の知見を総動員してシステム・タスクの設計に取り組んでいく必要があります

- 将来研究者になることに関心があるなら（なくても）：
 - 英語、数学、国語はずっと大事です あとは好きなことを好きなだけやるのでいいのかも
or 自分に向いていそうなことを地道に続けて専門性を持つことがたぶん大事
 - 必ずしも情報分野の専門家（ソフトウェアエンジニア等含む）になる必要はないと思います
どんな専門でも情報系の知識は重要になる時代だと思うので自由に……
- 言語や知性的なもの一般について何かを知るのにおすすめの本（たとえば……）
 - 戸田山『教養の書』『哲学入門』『科学哲学の冒険』次田『人間本性を哲学する』上枝『現代認識論入門』川添『働きたくない
イタチと言葉がわかるロボット』ピンカー『言語を生み出す本能』ドゥ・ヴァール『動物の賢さがわかるほど人間は賢いのか』

