

# 日本でのコモンセンス知識獲得を目的とした Webゲームの開発と評価

Development and Evaluation of a Web-Based Game  
for Common-Sense Knowledge Acquisition in Japan.

中原和洋, 山田茂雄

**要約** コンピュータが日常の様々な出来事について理解し臨機応変に動作する仕組みを実現することは、長年に渡り取り組まれてきている研究課題である。その実現には、私たち人間が暗黙に共有していてコンピュータが持っていない広く膨大な知識（コモンセンス知識）を獲得する仕組みが必要である。本稿では、インターネットを利用する多くの人々から短期間で効率的に日本のコモンセンス知識を獲得する目的で開発した連想ゲーム「ナージャとなぞなぞ」について報告する。本ゲームにより、幅広い日本のコモンセンス知識を短期間で大量に獲得できたことを示す。また、本ゲームが多様な目的の知識獲得に対応可能な、柔軟性の高い手法であることを示す。

**Abstract** It is a longstanding research issue to achieve the mechanism that the computer knows about the world it is in and acts resourcefully. To do that, it is necessary to acquire large amount of knowledge, common-sense knowledge, which is implicitly shared among us, whereas the computer today doesn't possess. In this paper, we report "Play a Quiz Game with Nadya", that is an association game developed for the purpose of acquiring Japanese common-sense knowledge efficiently and widely in a short time. We show that we have acquired a large amount of Japanese common-sense knowledge in a short time by this game. We also show that this game is an acquisition technique with great flexibility for various knowledge acquisitions.

## 1. はじめに

コンピュータは、私たち人間にとって高度で難しいタスクをうまく遂行する。たとえば、高次の定義域を持つ関数の定積分値を求めたり、天候・視界不良の状況下でジャンボジェット機を安全に着陸させたりすることを支援する。しかし、その一方で、「今夜友人とふたりで食事をするレストランを決めること」のような私たちが日常の生活の中で出くわす簡単な問題を、コンピュータは上手に扱うことができない。レストランを予約した時にその場所と電話番号をスケジュール帳へ予約時間と共に追加してくれるスマートフォンや、夜ベッドで本を読む時にそれを察知して手元を明るく照らしてくれる部屋のような、判断能力を備え私たちの生活を豊かにしてくれるコンピュータは、未だ実用の域に至っていない。私たちの言葉の意味を解釈し、私たち自身のことや生活について幅広く理解し、日常の様々な事柄について考え、臨機応変に対応し、結果を学習する能力を持つ新しい種類のソフトウェアを作ることはできるだろうか。

これを実現するにあたっての大きな課題のひとつは、私たち自身や日常の出来事について幅広く理解するためにコンピュータが用いる膨大な知識を獲得することである。私たちが日常的

な判断をするときの基底をなす一般的で広く適用できる知識は、「コモンセンス知識」と呼ばれている\*1。「約束した時間に遅れると相手の信頼を失う」「予定を忘れないようにスケジュール帳へ記入する」「本を読むときには十分な明るさが必要」「電灯のスイッチを ON にすると部屋を明るくすることができる」「蠟燭に火を灯すと手元を明るく照らすことができる」などのコモンセンス知識を私たちはたくさん知っている。これらは、私たち一人一人が生まれてから大人に成長する過程で学び体得したものであり、私たちの中で暗黙的に共有されているが、現在のコンピュータはそれらを持っていない。Minsky<sup>[1]</sup>は、私たちのような判断能力を持つコンピュータを実現するためには数億程度の数のコモンセンス知識が必要だと推定している。

本稿は、そのような膨大な数におよぶコモンセンス知識を獲得しコンピュータに与える取り組みについて述べる。2章にてコモンセンス知識を獲得する関連研究と本稿との関係について述べ、3章にてインターネットを利用する多くの人々からコモンセンス知識を直接獲得する方法を提案し、4章にて実際に獲得された知識の評価結果に基づいたこの方法の有効性について考察する。5章にて結論を述べ、最後に、残された課題とそれらに対する今後の取り組みの方向性について述べる。

## 2. 先行研究

人間が持つ膨大なコモンセンス知識を獲得しコンピュータに与える先行研究は、主要なものとして二つある。一つは Cyc<sup>[2]</sup>と呼ばれるコモンセンス知識獲得とデータベース化を合わせたプロジェクトである。もう一つは、Open Mind Common Sense (OMCS)<sup>[3]</sup>と呼ばれるコモンセンス知識獲得プロジェクトとデータベース ConceptNet<sup>[4][5]</sup>を合わせたものである。本章ではそれぞれのプロジェクトについて説明する。

### 2.1 Cyc

Cyc は、1984年に Lenat によって開始されたコモンセンス知識をデータベース化するプロジェクトである。Cyc では、CycL と呼ばれる独自の知識記述言語を習得した専門家によってコモンセンス知識が手作業で登録されている。登録されているコモンセンス知識は正確だが、専門家による限られた人数での登録作業なので、コモンセンス知識獲得スピードに限界がある。言語は英語のみに対応している。2010年12月現在の Cyc の Web ページ<sup>\*2</sup>によると、約500万件のコモンセンス知識を保有していると報告されている。2001年に Cyc のオープンソース版 OpenCyc が公開されている。

### 2.2 Open Mind Common Sense (OMCS)

Open Mind Common Sense (OMCS) は、1999年に MIT メディアラボによって開始されたコモンセンス知識獲得プロジェクトである。OMCS は、Cyc と異なり一般のボランティアの人々からインターネットを利用してコモンセンス知識を獲得するアプローチを取っている。獲得した知識にはノイズが含まれるが、専門家による手作業に比べて知識を速く獲得することができる。また OMCS では、複数の国と言語でコモンセンス知識を獲得している。2010年12月現在で英語のコモンセンス知識が約100万件、中国語が約35万件、ポルトガル語が約23万件、日本語が約1万件登録されている。

OMCS の Web サイト<sup>\*3</sup>では、「\_は\_の一種である」といった、あらかじめ数パターン用

意された自然言語文の穴埋め形式の Web フォームをユーザに提示することで、コモンセンス知識をユーザに入力してもらう単純な方式を取っており、特に専門的な技能を必要とすることなく、インターネットにアクセスできる人なら誰でも知識登録が可能である。一方で現在の OMCS の Web サイトは、娯楽性が低いため継続的な参加者の確保が難しいという問題がある。また日本での知名度が低く参加者がほとんどいないため、日本のコモンセンス知識がなかなか集まらないという大きな問題を抱えている。

近年では穴埋め形式の娯楽性の低い入力に替わって、ゲームを利用した娯楽性の高いコモンセンス知識獲得が試みられている。英語については Common Consensus<sup>[6]</sup>、中国語については Rapport Game および Virtual Pet Game<sup>[7]</sup>が報告されている。日本ではこのようなゲームを利用したコモンセンス知識獲得の試みは行われておらず、他国に比べコモンセンス知識獲得が進んでいない。

### 2.3 ConceptNet

OMCS で獲得したコモンセンス知識は、ConceptNet と呼ばれるコモンセンス知識データベースに取り込まれている。ConceptNet ではコモンセンス知識を、概念 (Concept) をノード、概念間の関係 (Relation) をアークとした意味ネットワークで表現する。概念は単語や短いフレーズで表現し、関係は is-a, has-property, part-of など約 30 種類のあらかじめ規定されたものを用いる。また ConceptNet では、意味表現と自然言語による表層表現を対応づけてデータを保持している。ConceptNet におけるコモンセンス知識の例を図 1 に示す。以後本稿では、ConceptNet における図 1 の単位を 1 件のコモンセンス知識として表現する。ConceptNet はオープンソースプロジェクトであり、各言語におけるコモンセンス知識データおよびデータアクセスのための API が公開されている。

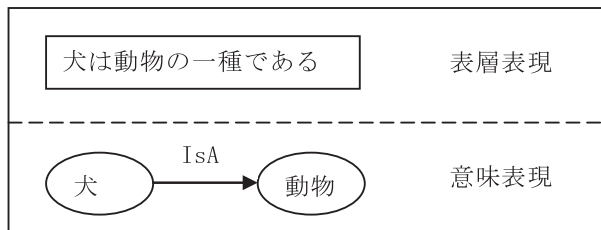


図 1 ConceptNet におけるコモンセンス知識表現

## 3. ゲームを用いた日本におけるコモンセンス知識獲得「ナージャとなぞなぞ」

### 3.1 日本におけるコモンセンス知識獲得の課題

1 章で述べたビジョンの実現を目指して 2010 年 9 月、株式会社電通、MIT メディアラボ、日本ユニシス株式会社は協働で「空気が読めるコンピュータをつくらう」プロジェクト<sup>\*1</sup>を開始した。しかしながら、このプロジェクトを支える日本のコモンセンス知識データに関しては当プロジェクトの開始時点で ConceptNet の日本語データ 1 万件程度しか存在していなかった。そのため、短期間で効率的に日本のコモンセンス知識を獲得することが最優先の課題となり、当プロジェクトでは先行研究において実績のある OMCS のゲームによるコモンセンス知識獲得のアプローチを日本においても実施することを検討した。コモンセンス知識は誰もが知って

いるが膨大な量であるという性質から、インターネットを利用したゲームによる知識獲得のアプローチが有効である。そこで、日本人であれば誰でも知っている「なぞなぞ」を用いたコンセンサ知識獲得ゲーム「ナージャとなぞなぞ」\*5を開発した。

### 3.2 「ナージャとなぞなぞ」

「ナージャとなぞなぞ」は、インターネットにアクセスすることができる人なら誰でも簡単に遊ぶことができる連想ゲームである。ナージャというゲームキャラクターが出すヒントを基に、ナージャが思い浮かべている言葉を当てるゲームである。ナージャは3歳のロシア人の女の子で、日本に来たばかりで日本のことを良く知らないので、連想ゲームを通じて色々と教えてあげよう、というゲームコンセプトである。ゲームの流れは、まずナージャから思い浮かべている言葉に関するヒントがユーザに一つ提示され、ユーザは回答を入力する。不正解だった場合は次のヒントがユーザに提示され、再度ユーザは回答を入力する。ヒントは最大五つまで追加され、それでもユーザが不正解だった場合はゲーム終了となる。ゲーム画面を図2に示す。ゲーム画面の上部は、ナージャから提示されるヒントを表示し、ゲーム画面の下部は、ユーザが回答を入力する領域となっている。

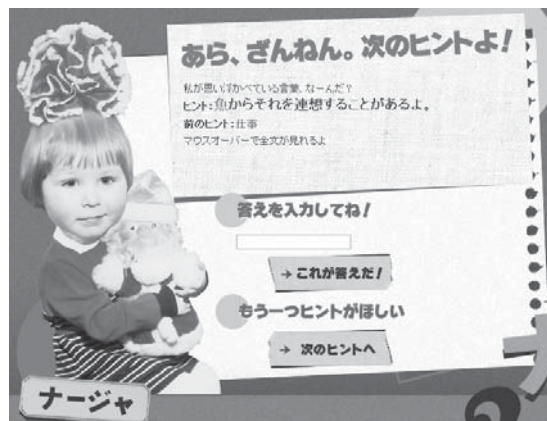


図2 「ナージャとなぞなぞ」ゲーム画面

### 3.3 問題生成と知識獲得の仕組み

「ナージャとなぞなぞ」における問題生成と知識獲得の仕組みを図3に示す。まず、本システムはゲーム開始時に、ConceptNetからノード(Concept)をランダムに一つ選択し、それを連想ゲームの正解ノード(ナージャが頭に思い浮かべている言葉)とする(図3では「犬」)。次にユーザに提示するための五つのヒント文を生成する。五つのヒント文は、正解ノードに直接接続されているアーク(関係)とノードのセットを五つランダムに取得し(図3では三つに省略しているがヒントと囲まれている部分)、各関係の種類毎にあらかじめ用意したヒントのテンプレート文に当てはめることで自動生成する。図3の例では、犬ノードと「一種」の関係で接続された動物ノードを、一種のヒントテンプレート文「それはXの一種だよ」に当てはめて、「それは動物の一種だよ」というヒント文を生成する。このヒントに対してユーザがキリンと回答した場合は不正解となるが、ヒントと不正解の回答を組み合わせることで「キリン

は動物の一種である」という新しいコモンセンス知識を獲得することができる。ゲームの性質上、ユーザの回答はそれまでに出されたすべてのヒントを満たす回答となるので、1回のユーザの回答とそれまでに出されたすべてのヒントを組み合わせることができる。従って、1回のゲームで最大で1+2+3+4+5=15件の新しい知識を獲得することができる。このように、ユーザに提示したヒントと、ヒントに対するユーザからの回答を組み合わせることで、新しいコモンセンス知識（以後この知識を回答知識と呼ぶ）が獲得できる。

回答知識に加えて、「ナージャとなぞなぞ」で獲得する重要な知識として誤り知識がある。ユーザは、ゲームで登場したヒントが間違っていると感じた場合に、そのヒントを指摘することができる。誤り知識とは、この指摘されたヒントを生成した元の知識が誤っていることを表す知識である。

ゲームで獲得した回答知識および誤り知識は、コモンセンス知識データベースである ConceptNet へ登録する。ConceptNet へ登録された新たなコモンセンス知識は、ゲーム中の新しい正解やヒントとして登場する。従って、ゲームの提供者側が新しい問題やヒントを考えたり、手動で登録したりする必要がない。

ConceptNet の各コモンセンス知識データは、その知識の信頼性を示す score と呼ばれる整数値（初期値1）を持っている。同じ回答知識が別のユーザから重複して得られた場合は score を1プラスし、誤り知識として指摘された場合は score を1マイナスする。「ナージャとなぞなぞ」で登場する正解とヒントは、score が1以上の知識を対象としている。

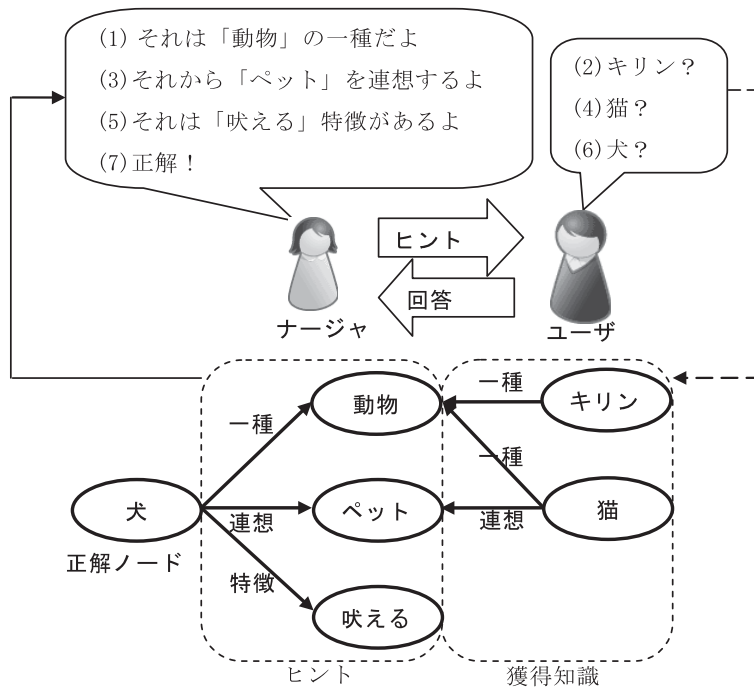


図3 知識獲得の仕組み

### 3.4 ユーザの参加モチベーションおよび宣伝策

「ナージャとなぞなぞ」では、ユーザの参加モチベーションを高めるために、得点ランキングを導入している。本ゲームは匿名による未ログインでの参加、および Twitter<sup>\*6</sup> アカウントでログインしての参加が選択可能であり、Twitter アカウントでログインした場合は、得点ランキングに参加することができる。ユーザは、一つ目のヒントで正解した場合には5ポイント、その後ヒントが一つ増えるごとに1ポイントずつ減じた得点を1回のゲームで獲得することができる。総合得点ランキングの上位3名をトップ画面に表示することで参加者のモチベーションを高めている。

また、インターネットユーザへ本ゲームを広めるために、ゲーム終了後に結果および本ゲームサイトの URL を Twitter に投稿できるボタンを配置し、Twitter での口コミによる広がりを利用している。

## 4. 「ナージャとなぞなぞ」実績・評価

本章では、効率的に幅広く日本のコモンセンス知識を獲得するという「ナージャとなぞなぞ」の目的に対して、獲得知識の量、獲得知識の範囲、獲得知識の質の三つの観点で実績と評価を記述する。

### 4.1 獲得知識の量

本ゲームは2010年9月24日にリリースし、インターネットに一般公開した。リリース日から2010年12月1日現在までの獲得知識数（回答知識数+誤り知識数）の推移を図4に示す。獲得知識数は重複する知識を含んでいる。累計の獲得知識数は、リリース日から1週間で10万件を突破した。1日当たりの獲得知識数はリリース後2日目がピークであり、1日で3万件を越える知識を獲得した。その後、1日あたり約1,000件のペースに収束している。

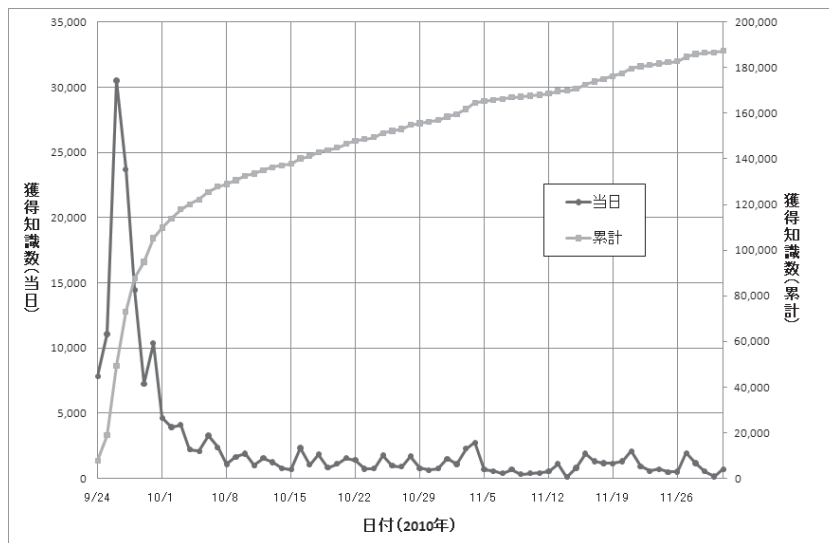


図4 獲得知識数の推移

## 4.2 獲得知識の範囲

「ナージャとなぞなぞ」で獲得した知識の関係の分布を表1の左に示す。参考値として「ナージャとなぞなぞ」開始前における ConceptNet の日本語知識の分布を表1の右に示す。「ナージャとなぞなぞ」で獲得した知識は、ConceptuallyRelatedTo の関係を除き、ConceptNet の知識分布とほぼ同じ傾向を示していることから、「ナージャとなぞなぞ」は、偏りなく幅広い関係の知識を獲得している。また「ナージャとなぞなぞ」では、ある関係のヒントを出す割合を意図的に増減させることで、ある関係の知識獲得の割合を調整することが可能であることから、目的に応じて知識獲得の範囲を制御できる柔軟性の高い知識獲得手法である。

表1 獲得知識の関係の分布

	ナージャとなぞなぞ	ConceptNet
ConceptuallyRelatedTo	19.8%	9.3%
AtLocation	19.0%	20.0%
IsA	13.6%	15.1%
part of	11.3%	12.4%
HasSubevent	6.0%	4.7%
MotivatedByGoal	5.7%	5.8%
CapableOf	4.6%	8.0%
UsedFor	3.6%	4.3%
HasProperty	3.3%	4.3%
Causes	3.3%	3.1%
Desires	2.1%	4.3%
CausesDesire	1.6%	1.1%
MadeOf	1.5%	1.8%
HasPrerequisite	1.1%	1.0%
HasFirstSubevent	1.0%	0.8%
HasLastSubevent	0.9%	0.8%
InstanceOf	0.8%	1.3%
SymbolOf	0.7%	1.2%
DefinedAs	0.1%	0.7%

ナージャとなぞなぞ：2010年9月24日～2010年10月10日の獲得知識131,090件

ConceptNet：2010年9月24日時点での日本語知識13,592件

## 4.3 獲得知識の質

獲得したコンセンサス知識の正しさを確認することは重要である。回答知識と誤り知識それぞれの質についての評価を以下に記述する。

### 4.3.1 回答知識の質

2010年9月24日のリリースから2010年10月10日までに獲得した回答知識127,428件のうち、重複および独自のフィルタリングによる不正データを排除した回答知識43,512件について、知識の質についての評価を実施した。43,512件の回答知識からランダムにサンプリングした標本400件について、表2に示す5段階評価を人手によって実施した。

表2 人手により割り当てた評価値の一覧

評価値	意味
5	一般的に正しい
4	まあまあ正しい
3	分からない
2	正しくない
1	意味をなさない/文法誤り

3名の評価者が同じ400件の知識に対して評価を実施し、3名の中央値を代表値として採用した。1-5の各評価値の分布を示したグラフを図5の左に示す。回答知識は正しさが要求されるため、5（一般的に正しい）に近い評価値の割合が多いことが望ましい。400件の標本の人手による評価の結果、ポジティブな評価値である5（一般的に正しい）と4（まあまあ正しい）を合わせた割合が58%となっている。ネガティブな評価値である1（意味をなさない）と2（正しくない）を合わせて22%となっている。

ここで、同一の回答知識を重複して獲得した回数を重複数として、5段階評価済の400件の標本のうち、重複数1以上の知識と重複数2以上の知識に対する評価値分布のグラフを図5の中および右に表示する。重複数1以上での5（一般的に正しい）と4（まあまあ正しい）を合わせた割合は75%、重複数2以上での割合は80%となる。重複数の増加に伴い、正しい知識の割合は増加していく傾向が確認できる。ゲームによるコモンセンス知識獲得を実施した文献<sup>[7]</sup>では、5段階ではなく Agree/Disagree の2段階評価を実施しており、Agree の割合は Rapport Game では重複数1の時に約75%、重複数2の時に約85%、Virtual Pet Game では重複数1の時に約60%、重複数2の時に約80%となっている。本稿の5と4の評価を合わせた割合と近い結果であることから、「ナージャとなぞなぞ」も文献<sup>[7]</sup>の知識獲得手法と同様の質を持っていることが確認できる。

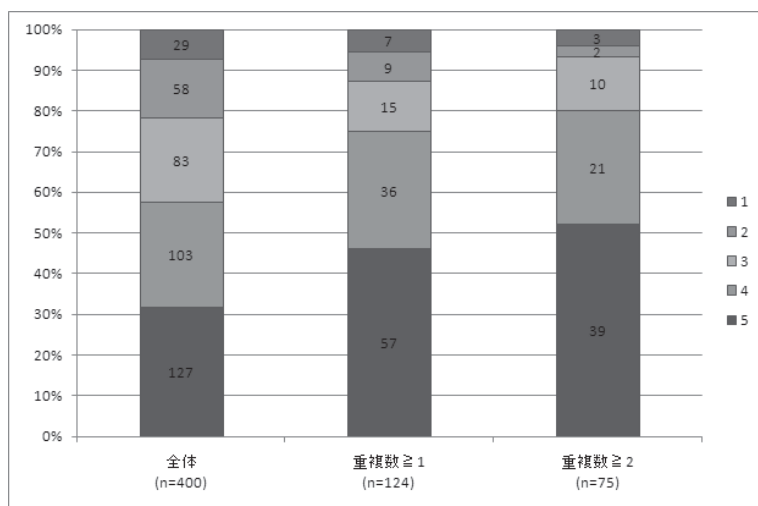


図5 回答知識の人手による評価の分布



### 4.3.2 誤り知識の質

2010年9月24日のリリースから2010年10月10日までに獲得した誤り知識3,662件のうち、重複を排除した1,344件を対象に評価を実施した。ランダムサンプリングした標本400件について、4.3.1項と同様の5段階評価を同じ3名による人手で実施し、3名の中央値を代表値として採用した。誤り知識は正しくないことが要求されるため、1（意味をなさない）および2（正しくない）の評価値の割合が多いことが望ましい。各評価値の分布を図6の左に示す。1（意味をなさない）と2（正しくない）の評価値を合わせて28%にとどまっており、5（一般的に正しい）と4（まあまあ正しい）の評価値を合わせた41%より少ない割合となっている。ここで、標本400件のうち重複数1以上と重複数2以上の誤り知識における評価値分布グラフを図6の中および右に示す。重複数が増加すると5（一般的に正しい）と4（まあまあ正しい）の評価値を合わせた割合が減少傾向にあり、1（意味をなさない）と2（正しくない）の評価値を合わせた割合が増加傾向にある。この結果から、3.3節で述べた誤り知識が重複する度に知識のscoreをマイナスすることで知識の信頼性を管理することが有効に機能する。

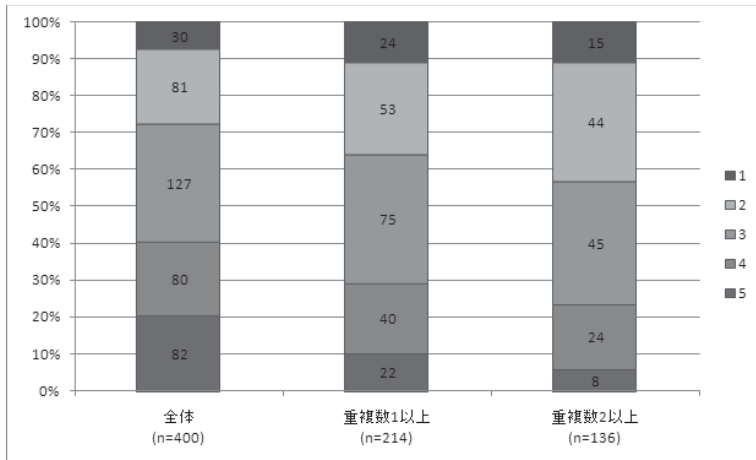


図6 誤り知識の人手による評価の分布

## 5. 結論

日本におけるコモンセンス知識獲得を目的としたゲーム「ナージャとなぞなぞ」を開発し、1週間という短期間で10万件の日本語コモンセンス知識を獲得した。幅広い関係の知識を獲得し、目的に応じて獲得知識の範囲を制御可能な柔軟性の高い獲得手法であることを示した。また、獲得した知識の質を評価し、他のゲーム手法と同等の質を有していることを確認した。

## 6. おわりに

今後も世界各国で数多くのコモンセンス知識獲得プロジェクトが企画され、コンピュータは、様々な国における私たちの日常生活や価値観に関する知識を利用できるようになるであろう。これらのプロジェクトのいくつかは、「ナージャとなぞなぞ」のように利用者から直接知識を獲得し、また、別のいくつかのプロジェクトは、インターネット上の膨大なWebコンテンツからコモンセンス知識を「掘り出す」ことで知識を獲得してゆく。それら多くのプロジェ

クトの活動成果を組み合わせることにより、近い将来には数千万規模の知識数を持つ大規模なコモンセンス知識のデータベースが利用可能となると筆者らは考えている。

しかしながら、大規模なコモンセンス知識のデータベースだけでは、私たち人間のような認知能力を持つコンピュータは実現しない。二つ目の大きな課題として、そのような知識を用いて日常の幅広い問題について考え決断する能力をコンピュータに与えることが残されている。私たちは、知識を用いるための方法をたくさん知っており、また、それらを用いて幅広い様々な問題に対処することができる。知識を用いるための方法には、例を挙げれば、「何かをする前にそれがもたらす結果について考えてみる」「問題に直面したら過去に似たような問題が解けた状況を考えてみる」「問題の解決に行き詰まったら他に別のやり方がないかを考えてみる」などがある。日常の幅広い問題に対して私たちのように臨機応変に応じる能力を持つコンピュータを実現するためには、問題を考え決断するための様々な思考方法、すなわち推論する・予測する・計画する・解釈するなど私たちが日常行っている思考方法をコンピュータに与える必要がある。さらに、直面している問題を解くための適切な思考方法をそれらの方法の中から選択する仕組みも実現しなければならない。

この二つ目の課題は、今後の研究課題とし、「空気が読めるコンピュータをつくろう」プロジェクトの活動を通じて知識獲得の活動と共に取り組んでゆく所存である。

最後に、「ナージャとなぞなぞ」は多くの方々の活動成果であり、本稿は、当プロジェクトの一員である筆者がその成果をまとめたものである。プロジェクトメンバーの方々<sup>\*7</sup>に深く感謝の意を表す。また、MIT メディアラボのプロジェクトメンバー、そして「ナージャとなぞなぞ」に参加し多くのコモンセンス知識を提供して下さったすべてのユーザにも深く感謝の意を表す。

- 
- \* 1 一般に、「コモンセンス」という言葉は、「常識＝適切な判断」と同義に扱われているが、人工知能の研究分野においては、その実用的な側面を捉えて、「私たちの誰もが知っている基礎的で膨大な量の事柄と、それらの共通理解」という意味で用いる。
  - \* 2 Cyc Web サイトの URL (2010 年 12 月現在) : <http://www.cyc.com/>
  - \* 3 OMCS Web サイトの URL (2010 年 12 月現在) : <http://openmind.media.mit.edu/>
  - \* 4 「空気が読めるコンピュータをつくろう」プロジェクト Web サイトの URL (2010 年 12 月現在) : <http://omcs.jp/>
  - \* 5 「ナージャとなぞなぞ」Web サイトの URL (2010 年 12 月現在) : <http://nadya.jp/>
  - \* 6 Twitter (ツイッター) とは、140 文字以内の短文を投稿 (ツイート) し、ユーザ同士で投稿を共有できるソーシャルネットワーキングサービス。Web サイトの URL (2010 年 12 月現在) : <http://twitter.com/>
  - \* 7 「ナージャとなぞなぞ」プロジェクトメンバー (敬称略) : (株)電通 山本浩一、菅野薫、松浦夏樹、キリーロバナージャ、鳥巢智行、面白法人カヤック 坂上香、三好拓朗、西川紘平、横野巧也、永村昌典、(株)クオンタムアイディ 前田邦宏、日本ユニシス(株) 羽田昭裕、牧野友紀。

- 参考文献** [1] Marvin Minsky, “The Emotion Machine: Commonsense Thinking, Artificial Intelligence, and the Future of the Human Mind”, Simon & Schuster, Nov. 2006 (竹林 洋一 訳, 「ミンスキー博士の脳の探検 —常識・感情・自己とは—」, 共立出版, 2009 年 7 月)
- [2] Douglas B. Lenat, CYC: a large-scale investment in knowledge infrastructure, Communications of the ACM, Volume 38 Issue 11, ACM, Inc., Nov. 1995, 32-38
- [3] Push Singh, Thomas Lin, Erik T. Mueller, Grace Lim, Travell Perkins, Wan Li Zhu, Open Mind Common Sense: Knowledge acquisition from the general public, Proceedings of the First International Conference on Ontologies, Databases, and Applications

- of Semantics for Large Scale Information Systems., Springer Verlag, 2002
- [ 4 ] Hugo Liu and Push Singh, ConceptNet: A Practical Commonsense Reasoning Toolkit, BT Technology Journal, 22, BT Group plc, 2004, 211-226
  - [ 5 ] Catherine Havasi, Rob Speer and Jason Alonso, ConceptNet 3: a Flexible, Multilingual Semantic Network for Common Sense Knowledge, In Proceedings of Recent Advances in Natural Language Processing (RANLP), RANLP, Sep. 2007
  - [ 6 ] Henry Lieberman, Dustin Smith and Alea Teeters, Common Consensus: A Web-based Game for Collecting Commonsense Goals, Intelligent User Interfaces, ACM, Inc., January 2007
  - [ 7 ] Yen-ling Kuo, Jong-Chuan Lee, Kai-yang Chiang, Rex Wang, Edward Shen, Chengwei Chan, Jane Yung-jen Hsu., Community-based game design: experiments on social games for commonsense data collection., Proceeding KDD-HCOMP'09, ACM, Inc., June 2009, 15-22

**執筆者紹介** 中原 和 洋 (Kazuhiro Nakahara)

2004 年日本ユニシス(株)入社. システム連携技術の主管部門にて, 各種システム開発プロジェクトに従事. 2008 年より R&D 部門にて, 主に知識処理技術の研究開発に従事.



山 田 茂 雄 (Shigeo Yamada)  
1983 年日本ユニシス(株)入社. 人工知能/オブジェクト指向モデリング/インターネット技術の研究開発に従事. IEEE 会員.

