

【講演会報告】

クラウドソーシングが不可能を可能にする

～ライドシェアから図書館まで～

講演者 森嶋 厚行

1. はじめに

筑波大学の森嶋と申します。

ご紹介いただいたように、私はコンピュータサイエンスの人間でございまして、筑波大学の図書館情報メディア系に来てから、図書館の方々と一緒にお仕事させていただくことも増えて参りました。とはいえ専門家ではございませんので、皆さんのほうがいろいろ詳しいこともたくさんあると思いますので、教えていただければと思います。

これは Google のミッションです。「Google の使命は世界中の情報を整理し、世界中の人がアクセスできて使えるようにすることです」これと非常によく似た文面がございまして。世界中の人々ではなくて、国民ですけど、「すべての国民は、いつでもその必要とする資料を入手し利用する権利を有する」(図書館の自由に関する宣言 1979 年改訂) まったく同じなんですよ。インターネットが出てきて以来、図書館というもののミッションと、IT と申しますか、こういうインターネットであったり情報検索エンジンというものが、非常にオーバーラップしてきているという意味で、私どもはエキサイティングな激動の時代のなかにはいるのではないかと思います。私の個人的な意見としては、長期的には図書館や IT は共存していく、もしかしたらあまり区別はつかなくなるかもしれないですね。図書館のほうはパブリックである、企業のほうはプライベートでやるけれども、基本的には IT を通じてお互い補い合っているようなことになっているのではないかと思います。そうしたものを皆さんと一緒にデザインしていければいいなと思っています。

2. クラウドソーシングとは

2.1 「0 を 1 にする」クラウドソーシング

今回のテーマ、クラウドソーシング (Crowd Sourcing) です。クラウドソーシングについて話すとき、私はいつも最初に申し上げているのが、クラウドソーシングというのは非常に数が少ない、0 を 1 にする話であるということです。今、コンピュータサイエンスの分野で

は AI ブームでして、AI、機械学習が非常にトピックになっていますが、実はクラウドソーシングは、ここしばらくの IT 革命のなかで AI と並んで、いわゆる社会変革のドライバーの一つになっている。ほぼこの二つが焦点であるといっても過言ではないと思っています。例えば、皆さんよくご存じの Wikipedia であるとか、Q&A サイトといったものはすべてクラウドソーシングです。日本でも最近一般的になっているクラウドファンディングやUber Eats など、市民が分担するというサービスは、すべてこのクラウドソーシングでして、これがこれからの新しい社会をデザインしていくときの重要な要素を構成するということは、本当に間違いないと思っています。

最初は初歩的な話から始めたいと思います。クラウドソーシングはどういうものかといいますと、仕事を依頼するときの「不特定多数の人々へのオープンコール」という概念がクラウドソーシングの基本的な考え方です。オープンコールというのは、もともと演劇などで、役者を募集する際に始まったそうです。オープンコールして「やります」と手をあげた人をお願いするということです。ただし、必ずしもやってきた人がちゃんと働くとは限りません。どれくらいのクオリティかもわからない人が集まってくるわけですが、そのなかで特定の誰かにお願いして仕事をやってもらうというのが、クラウドソーシングの基本的な考えです。

2.2 クラウドソーシングの歴史とメディア

クラウドソーシングという言葉が出てきたのは、2006 年だったと思うのですが、クラウドソーシングという概念そのものは、昔からあったと申し上げたい。「世界最古のクラウドソーシング」と私が勝手にいっているものですが、それは古代エジプトのテーベ (Thebes) というところで、お店で働いている奴隷が逃げたということで、それを探して見つけたら連絡してくださいという貼り紙です。一般的には「世界最古の広告」として知られているものです。通りがかった人たちに仕事を依頼するという意味で、クラウドソーシングの構成要素を持っている。これを私は世界最古のクラウドソーシングといっています。

ではなぜ最近急にクラウドソーシングということが注目を集めてきたのか。それはメディアの発展と非常に密接な関連があります。印刷が可能になり新聞が現れ、そしてテレビが現れ、インターネットが現れた。不特定多数に依頼する人数規模が、非常にスケールアップした。店の前に貼り紙を貼るだけですと、そこに通りがかる人々にしかリーチしないわけですが、新聞、テレビということだと何十万人、何百万人、インターネットですと何億人という人々へリーチすることができるようになったことが一つあります。歴史をみると、テーベの広告の他にもいろいろありまして、1839 年の Penny Black、これは世界最初の切手ですね。郵便のお金を払う方法のアイデアを募集したということです。それから、有名な話は自由の女神ですね。これはクラウドファンディングの元祖で、フランスからアメリカに自由の女神が贈られたときに、台座がなかった。台座を設置するお金がなかったので、それを市民から一般募集したということです。それからトヨタのロゴですね。今ではなく前のロ

ゴなのですが、一般公募されたそうです。

インターネットが始まると何が起こってきたかという、双方向でやりとりするコストが非常に小さくなってきた。皆で力を合わせてソフトウェアを開発することや、このあたりになると非常にわかりやすくなってきますが、ウィキペディア(Wikipedia)、皆で事典をつくろうことがだんだんできるようになってきた。このときに忘れてはいけないのが、アイデアを集めるコストの低下、人にリーチするためのコストが非常に安くなってきたというのが、非常に大事な二つ目のポイントです。さらに、Amazon Mechanical Turk ですね。今まではロゴの募集であるとか、決まった仕事を投げていたわけですが、Amazon Mechanical Turk というのは、マイクロタスクといって小さな仕事をお金を払ってやってもらう。例えば 10 円とかで画像 1 枚にタグをつけてもらうといった、非常に簡単な仕事を願うインターネット上のプラットフォームです。このように、メディアが発展するにしたがって、リーチする人数の規模が増えてきて、できることの規模も非常に大きくなってきたということがあります。

私が実は一番強調したいのが、たくさんの人を集めてきて、その人たちに分担して仕事をしてもらうというのは、ピラミッドをつくるということもそうですが、昔は権力者でないとできなかったことが、今日ではオンラインのプラットフォームができたことで、実は誰もがたくさんの人々に仕事を願うして、力を合わせて何かやることができるという、人類史上初めてのことが起こりつつあるわけです。

2.3 労働のロングテール革命

そして、これによって仕事の構造が変わってきているというのが非常に大きなポイントではないかと思えます。先ほど申し上げたように、仕事を願うコストというのが圧倒的に安くなったわけですね。正規雇用で仕事を願うしようとすると、一人当たり 100 万円規模の採用コストがかかってしまいますし、アルバイトでも数万円コストがかかりますが、ほとんどタダ同然でインターネット上で仕事を願うことが可能になったということがあります。そうすると、社会構造がどう変わるかという、仕事のサイズが大きく影響を受けるわけですね。採用のコストが、タスクを願うコストが非常に高いときには、仕事をあまりに小さくしすぎるとペイしないというか、採用コストばかりかかってしまうので、ある程度仕事の量を大きくしないといけない。

例えば、週何日はちゃんとその仕事ができるという人でないとある意味仕事としてはやりにくかった。したがって、例えばタクシーであれば、専門のタクシー運転手が担ってきたというところがあります。ところが、仕事を依頼することが非常に安くなってくると、正直その部分がほとんど無料であれば、本当にちょっとした 1 時間の仕事や、下手をすれば 10 秒の仕事でも全体としては問題がなくなるわけです。そのおかげで、例えばタクシーの場合、タクシーの仕事の単位が「誰かを 1 回乗せて目的地に運ぶ」ということになる。

つまりタスクの単位が非常に小さくなることによって、それくらいの仕事であればでき

るという人が非常に増えることになったわけです。したがって、今まではこれくらいの仕事の大きさを担うことができる人でないと労働力として使えなかったのが、ちょっとだけなら働くことができる人たちが、潜在的な労働力として出てきたわけですね。これが社会の構造を変えるということになっています。

2.4 クラウドソーシングの武器

現在はクラウドソーシングブームのようなものが巻き起こっているわけですが、要因は三つあります。一つ目は「人材リーチ」です。まわり 10m、100m 見渡しても私がやってほしい仕事をお願いできる人はいないかもしれませんが、インターネットを通じてたくさんの人にリーチすることによって、その仕事をやってくれる人がいるということです。例えば、Yahoo!知恵袋ですね。非常に難しい質問を投げかけても、よくこんなことを知っている人がいるなというくらい、ちゃんと答えてくれる人がいます。これもかなり話題になった例だと思いますが、ある高校生が大学選びに悩んで質問した。そうするとその分野の大学の先生がたくさん出てきて、回答をしたというようなことがありました。そういったことはインターネットがないと絶対起こらないわけですね。

二つ目は「人海戦術」です。たくさんの人に少しずつ仕事を振ることができるので、1日はお手伝いできないけれど 5 分ならばいいという人が何万人もいれば、一人の人が何日もかけなければできないことができるわけですね。三つ目は「多様性」ですね。たくさんの人にリーチすることは、いろいろな意見、デザイン、考え方、結果を手に入れることができます。これを利用することで問題解決を行うというアプローチが可能になるわけです。

2.5 ヒューマンコンピューテーションの例

クラウドソーシングと関係して覚えておいてほしい用語「ヒューマンコンピューテーション」を紹介します。ヒューマンコンピューテーションはクラウドソーシングと関係する概念ですが、その関係についてはあとのスライドでお話しします。ここではまずヒューマンコンピューテーションの例を紹介します。この画面を見られた方も多いと思うのですが、これはキャプチャ (CAPTCHA) というものです。キャプチャというのは、ウェブサイトアクセスするときに、悪さをするボット (Bot) とかスパム (Spam) ではなくちゃんとした人間であるということを表明するために、人間でないと難しいことをやらせて、君は人間だから大丈夫というチェックをするためのものをキャプチャと呼ぶんですね。今は AI が進んでしまっていて大分キャプチャというものも AI はできるんですが、昔は文字認識ということが苦手だったので、わざと歪んだ字を見せて認識させるんですね。ちゃんと答えられると人間だとわかってはじめて、あなたはアクセスできますよというわけですね。こういったキャプチャというものが広く使われていますが、このスライドのものはリキャプチャ (reCAPTCHA) と呼ばれるちょっと特殊なキャプチャで、普通のキャプチャは文字の画像が一つだけなんですけど、これは二つあります。なぜ二つあるかというのと、実は左は、先ほどの人間かどうか判断

するための認証に使うのですが、右は図書館の本をスキャンして OCR (Optical Character Recognition) がよく読み取れなかったものが入っています。OCR を使ってスキャンするとそんなにうまくいかない。人間が見たら絶対間違えないだろうというものも結構間違えるわけですね。辞書に載っていないような単語が出てきたときや、統計的な処理をしてこれはちょっとあやしいぞというものを転送して、人間についでにやってもらうわけですね。実際に Google が reCAPTCHA を使って、いろいろな図書館の本のスキャンのクリーニングを行っています。これがヒューマンコンピューテーションで、なぜヒューマンコンピューテーションというかという、人間がする計算だからヒューマンコンピューテーションといいます。

このヒューマンコンピューテーションというのは非常に面白い言葉です。なぜかというコンピュータというと機械のことじゃないですか。だけど実はコンピュータって人間のことだったんですね。教える (Teach) ということをする人をティーチャー (Teacher) というのと同じで、計算 (Compute) をする人のことを、昔はコンピュータ (Computer) といっていたわけです。ですが今はコンピュータというと機械のことを指しているので、わざわざ人間が計算するときにはヒューマンコンピュータということになったという逆転現象が起っています。人間がする計算のことをヒューマンコンピューテーションというのが、いわゆるコンピュータサイエンスの分野の今の用語の使い方になっています。

2.6 クラウドソーシングとヒューマンコンピューテーションの関係

クラウドソーシングはオープンコールです。ヒューマンコンピューテーションはオープンコールではなくてもいいんですよ。例えば、専門家の人にこれをお願いしますとやってもらっても、ヒューマンコンピューテーションです。ヒューマンコンピューテーションだからといってオープンコールとは限らない。逆に、オープンコールだからといってヒューマンコンピューテーションとも限らない。例えば、クラウドファンディングはお金を払うだけなので、ヒューマンコンピューテーションではないわけです。クラウドソーシングではあるがヒューマンコンピューテーションではない。似たようで違う概念です。

クラウドソーシングでありかつヒューマンコンピューテーションであるというのはいっぱいあります。先ほど説明した reCAPTCHA というのは、クラウドソーシングでありかつヒューマンコンピューテーションです。ヒューマンコンピューテーションの回りにもう一回り大きな囲いがありますが、これは人間による情報処理一般を示しています。ヒューマンコンピューテーションというのは狭い概念です。コンピュータプログラムを書くのと同じで、これをやってくださいといわれたとおりに人間がやるというのが、ヒューマンコンピューテーションです。例えば Wikipedia の編集は、人間がやっていますが、これやってこれやってと指示しているわけではないので、ヒューマンコンピューテーションではないということになります。

2.7 ヒューマン・イン・ザ・ループ (AI と人間の協働)

クラウドソーシング、ヒューマンコンピューテーションと説明しましたが、もう一つ今この業界でトレンドとされているのが、「ヒューマン・イン・ザ・ループ」です。どういう意味かというと、人間だけでもない、AI だけでもない、人間と AI が一緒に問題解決することによって、それぞれが単独では解けなかったような問題ができたりするという考えが、ヒューマン・イン・ザ・ループという考え方です。このスライドにあるのはヒューマン・イン・ザ・ループのシステムの例なんですけど、動画を見てこの人が嘘をついているのか判定をしようとしているんですね。人間が見てわかる人もいればわからない人もいるかもしれない。目が泳いでいるから、声が上ずっているから、など人によって見るところが違うと思いますが、人間は人間なりに判断するわけですね。AI は画像の特徴から判定するわけですが、まずやったのは、嘘を見抜くためにはどこを見たらいいんじゃないかというのを判定させて、そこを使って機械学習というか AI でやる。人間がやる部分と AI がやる部分を組み合わせるというやり方ですね。これを正解率でグラフ化すると、クラウド（人間）だけ、AI だけ、クラウドと AI の組み合わせだと、圧倒的にクラウドと AI を組み合わせた形が正解率が高い。二つを組み合わせると問題解決する形が効果的ということが、今非常に大事な話になっています。

2.8 人口減と繁栄の両立のために、労働プラットフォームを通じた分業の AI 化こそが鍵

それから、最初話したように、労働プラットフォームを変えていくという話が社会のトレンドだと思います。今世界の人口が増えていますけど、そのうちピークが数十年内に来て、減っていくということが想定されています。日本はすでに減ってきているので、正直人が足りていないんですね。人が足りていないときに機械や AI に働いてもらいましょうというように、うまく分業をやっていかないと、人口が減っていくと基本的に生産性を上げないと生活レベルが下がっていく。人口が減っていくといいですよ、SDGs にも優しいしといっても、そのかわり生活レベルを江戸時代に戻そうとはならないわけですね。そのために、AI と分業しながら、少ない人口で効率よく社会をつくっていくことをやっていかなきゃいけないということになります。このときに、労働プラットフォームということが、非常に大事な考え方になります。労働プラットフォームというのは、例えば非常にわかりやすくいうと Uber Eats などを想像してもらおうといいと思うんですけど、簡単にいうと今まで会社で上司が行っていた仕事の分担や役割分割というものを AI 化して、人間では困難な大規模、高スピードでの分業を実現するということが今後非常に大事なトピックになっていくと思います。

これでイントロの部分は終了で、四つお話しいたしました。クラウドソーシング、ヒューマンコンピューテーション、ヒューマン・イン・ザ・ループ、労働プラットフォームの四つですね。これらがこの業界の非常に大事な用語になっています。

3. 図書館とクラウドソーシング

3.1 図書館におけるヒューマンコンピューテーション

次に図書館におけるクラウドソーシングについて少しお話ししていければと思います。図書館というのはヒューマンコンピューテーションのかたまりだというのは皆さんご存じだと思うんですけど、私が一番、図書館ってヒューマンコンピューテーションだなと思ったのは、大分前ですね。10年以上前に話題になったと思いますが、「覚え違いタイトル集」(福井県立図書館)ですね。図書館に本を探しに来た方が、「この本を探しているんですけど」と言って、図書館員が探して持ってくる。最近では情報検索でもひらがなで間違っただ漢字変換だと直してくれる。漢字が間違っているけど、「もしかして…」というような形で表示が出てくる場合もあるじゃないですか。そういうのは出てくると思うんですけど、人間にはなかなか勝てないですよ。例えば、『もたれない』というタイトルの本ですが、実際には『寄りかからず』。最近のAIだとできるかな。たぶんできないと思うけど。松本清張の『砂上裁判』で「裁判」は間違いないということでしたが、実際は『砂の審廷』。このように人間は間違いないといっても疑うんですね。それから、私が一番驚いたのが『年だから解雇よ』というタイトルだといわれたのが、『トシ、1週間であなたの医療英単語を100倍に下さい。できなければ解雇よ』という本だったということですね。今のAIでも絶対無理だと思うんですが、図書館員の方はできると。このようにヒューマンコンピューテーションをどううまく活用していくかが非常に大事になると思っています。

3.2 海外図書館におけるクラウドソーシング利用の歴史

図書館のクラウドソーシングもかなり歴史が長いです。もう10年以上になります。皆さんも事例として知っていることも多いんじゃないかと思っています。特に電子化、最近の新しいものではなくて、ヒストリカルな、昔からあるものに対して電子化をすること、クラウドソーシングはこれ以上向いているものはないということで、いろいろやられていますね。特に図書館に関心のある方に今回お話しさせていただくということで、今回確認しました(すでに終了しているものもあります)。

- Australian Historic Newspapers (オーストラリア国立図書館)

文字起こし系がやはり多いですね。オーストラリアの国立図書館のプロジェクトで、Trove、これはまだやっています。

- Liljenquist family collection of photographs of the American Civil War (米国議会図書館)

アメリカ南北戦争のときの写真で知っている人はいませんかということを、フリッカー(Flickr)というサイトを通じて集めてきているんですね。これも2011年。最初作ったときは、最新のプロジェクトですよと話していましたが、10年経ってだんだんヒストリカルな話になってきました。

- ・ What's the Score Bodleian? (オックスフォード大学ボードリアン図書館)

楽譜ですね。これも終わっています。

- ・ Transcribe Bentham (ユニバーシティ・カレッジ・ロンドン)

これはまだやっていたと思います。文字起こし系が非常に多いですね。

3.3 L-Crowd : 日本初の大規模図書館クラウドソーシング

日本でも彼らに負けていない年にですね、2014年から L-Crowd というものをやらせていただいています。中心となっているのは、同志社大学の原田隆史先生、慶應義塾大学の福島幸宏先生、カーリルの吉本龍司さんなどの方々と、もう 10 年、日本の図書館のクラウドソーシングプロジェクトをやらせていただいています。これは同じように文字起こしとか、書誌同定というのを結構やっています。そのときにわれわれがやっているクラウドソーシングプラットフォームの Crowd4U を利用しています。Crowd4U というのは何をやっているかということ、研究者等の利用者が、オンラインでの仕事を登録するツールです。仕事を登録すると、これがいろいろな形で配布されて、ボランティアやクラウドワーカーがタスクをすることができる。そういうシステムです。ウェブ上でやることもできます。これはやめてしまったんですが「スマホスクリーンロック」とか「床システム」もコロナになって人が来なくなってしまうのでやめてしまっているのですが、やっています。床システムというのは何かということ、登録されたタスクを床に投影するものです。歩いている人がついでにタスクをする。一時期は結構な大学に置いていて、筑波大学や同志社と明治などに置いていました。

3.3.1 Crowd4U を活用したプロジェクト

図書館だけではなくて、いろいろなタスク、いろいろなプロジェクトに使って使っていました。例えば防災訓練に使って使いました。ドローンを飛ばして航空写真を集めてくる。航空写真を細かく分割して、被害地は道にシールを貼っていたんですね。航空写真にシールが映っているか映っていないかというのをクラウドソーシングのタスクにして、オンラインで確認してもらい。避難してきた地元の人たちも被害を登録してもらい、防災本部に送るということをやっていました。動画があります。(ニュース動画を確認)

他にも、図書館以外の活用法として、学会のプログラムをつくるということにも使っています。1,500 人規模の大規模学会で発表が 500 件くらいあるので、セッションを作るのが非常に大変なんです。どのセッションでどの発表があるというのが、大きい会議になると爆発的に難しくなってしまうので、クラウドソーシングで作ることによって、負荷が非常に下がったという声をいただいています。図書館だけではなくて防災や学会など、いろいろなところで使っています。

図書館の話に戻ります。われわれがやったプロジェクトを二つほど簡単に説明します。一つは書誌の統合プロジェクトで、国立国会図書館でいろいろと実験的な試みをしている NDL ラボでのプロジェクトと、京都府立図書館での京都府域の書誌の統合です。もう一つ

は、NDL デジタルコレクションの文字起こしプロジェクトですね。それぞれ説明したいと思います。

いろいろなことを行いました。今行っているものは都道府県総合目録の将来像に関する研究プロジェクトで、京都府域を中心に行うということですね。

3.3.2 NDL ラボにおける書誌誤同定の発見

これも皆さんのほうが詳しいと思うんですけど、日本の場合 ISBN がキー (key) になっていないので、書誌の統合がそんなに簡単じゃないということになっています。

タスクが終了したばかりで、今おみせできないのは大変申し訳ないんですが、こういった簡単な書誌の情報を見せて、同じか違うかわからないで判定する。判定したものを機械学習でデータとして使うというものです。実施しているタスクでは、前処理をしてほしい同じなんじゃないかなというものと違うんじゃないかなというものを入れ替えてテストをしています。なぜテストを最初にやったかという、一般の素人の方にやってもらってどれくらいの正答率になるかというものをやっていました。

結果からいうと、だいたい8割くらいでした。なかなか難しいところもあって、判定が割れるものや、わからないものも結構あります。現在新しいアルゴリズムを試していて、これまでずっとやってきたのは、クラウドで一般の人にやってもらってどれくらいの精度が上がるかというものだったんですが、先ほどのヒューマン・イン・ザ・ループじゃないんですが、まずはAIがやってみて、ここがあやしいところを人間にきくというふうにやると精度があがってきているので、それは大分実用的になってきているのかなと思います。

3.3.3 NDL デジタルコレクションの画像同定

それからもう一つは、NDL のデジタルコレクションの画像同定というプロジェクトで、永崎研宣先生のプロジェクトですが、先ほどの床システムを使っていました。何をやっているかという、OCR をかけたときにどうやら図表が混じっているらしいというデータを持ってくる。だけど本当に図表かどうかは、人間が見ないと確定できないので、それくらいなら歩きながらでもできるということで、床システムに埋め込んでやってもらったということです。その結果を永崎先生がNDLで翻デジ「国デコ Image Wall」というのをつくられていまして、国立国会図書館デジタルコレクションのサムネイル画像で一覧できるということです。だいたい2,000冊分くらいが公開されているというものです。

3.3.4 クラウドソーシングが図書館の機能の一部に

最新のトレンドは何かというと、図書館でクラウドソーシングというのは機能の一部だということで、図書館でクラウドソーシングのためのプラットフォームを用意するのが特に大きい機関では最近のトレンドです。私も筑波大学附属図書館でやりたいと動いていたのですが、なかなか日本の国立大学は難しく、しかし、先進的なところでは自前で

持つというのがもうトレンドになっています。

3.3.5 双葉町デジタルアーカイブプロジェクト

図書館ではないんですが、デジタルアーカイブのプロジェクトもやっています。双葉町デジタルアーカイブプロジェクト、これは筑波大学の白井哲哉教授のところで行っています。東日本大震災で被災した原発があるのが双葉町です。双葉町はもう人が住めないで、その記録を保存して世界に発信するための、双葉町デジタルアーカイブプロジェクトというのが始まっていて、これの被災地や避難所に送られた物品の写真が掲載されている。これに対して、多言語でのキーワードをつけるというプロジェクトがあります。これもこのためのウェブページというがあります。日本語と英語が多いですが、十数カ国語くらい入っています。

3.4 Covid-19 世界情報ウォッチャー [NLP Covid-19,2020]

他には、個人的に面白いと思っているんですが、Covid-19 世界情報ウォッチャーというプロジェクトに参加しています。各国で感染者何人というデータはよくあがっていますが、それぞれの国で一体どういったことが起こっているかということを知りたいときに集める方法がないんです。実際そこでどんなニュースが流れているかを集めたサイトです。ローカルの情報というのは、現地語なんですね。例えば日本の場合、外国人がコロナに関する情報を探す場合、一番正しく出てくるのはどこかわからないじゃないですか。どうやってその国の人たちにリーチするかということがすごく大事で、その人たちに教えてもらう。ローカルの人たちにここを見ればいいよというのを教えてもらうことをやっています。

いろいろな国の人たちにリーチするのは非常に難しいことで、例えば世界最大のクラウドソーシングのプラットフォームである Amazon Mechanical Turk で働いている人たちは、ほとんどアメリカの人とインドの人なんですね。それからカナダ、それからイギリス。そこからふわっと減って行って、世界中の国の人たちなんていないんです。ですから、いろいろな国の情報をとってくるというのは非常に難しいですね。われわれはどうしているかというと、マルチホップ (multi-hop) というんですが、その人にさらに他の人にお願いしてもらおうということをやっています。この方法によって、ロシアとかアフガニスタンといった非常に情報を持ってきにくい国の情報も持ってくことに成功しています。このあたりが今行われている事例です。

4. 情報源としての人間

4.1 動機づけが必要 (外発的、内発的)

ここからはサイエンティフィックな話になります。人間にお願いすると簡単にいいますが、人間にお願いするってそんなに簡単じゃないという話です。まず、情報源としての人間から情報をもたらすためには動機づけが必要なんですね。それから人間なのでやってい

るうちにいろいろ学んでくるんですね。同じことばかりやっていると飽きるということもある。いい人ばかりではなくて、嘘を書いてくる人もいる。いろいろあります。それについて最新の研究成果をお話します。

4.1.1 外発的動機の例：クラウドソーシングマーケット（金銭的報酬）

人間の動機づけというのは外発的動機と内発的動機とがあります。外発的動機の例としては、いわゆるお金を払ってやってもらうというのがあります。まず依頼者が仕事を出します。「この画像にタグをつけて」と。それを受けて「これは犬だ」「猫だ」とタグをつけます。最後に「ありがとう」として、仕事だったら金銭が渡されます。これが外発的動機です。

4.1.2 金銭以外のインセンティブ（外発的・内発的動機）

金銭以外のインセンティブはいろいろあります。一番わかりやすいのは、reCAPTCHA ですね。reCAPTCHA はスパム認定されたくないということがモチベーションなんですね。結果として真面目にこなす。他には、ボランティアとしてのモチベーションがあります。例えば世界遺産の保全の最新の状況を把握するために写真を寄付してもらうというプロジェクトがあるんですけど、これはストレートに、写真を寄付することによって世界遺産を守ることができるというモチベーションですね。スマホのロックを外したいが、何かタスクをやらしてもらわないと外れないというのがあります。それと、お腹が空いたのでスナックを食べたい。これは大学の先生がいる棟の自動販売機にテストの採点をするタスクを貼り付けて、スナックを買うついでにやらしてもらうというものです。あとは明治大学の中村聡史先生がやっていたのが、音ゲーで遊びたいという動機、そのゲームでは上からタスクが落ちてくるというものがあります。

研究結果としては、外発的動機も内発的動機も引き起こすようにインセンティブを組み合わせるのが一番よいという結果が出ています。外発的動機も内発的動機も両方大事ということ。外発的動機だけというのが、たしか一番よくないという話だったと思います。

4.2 学ぶ・飽きる

それから人間の特徴として、学ぶということがあります。同じタスクを何回もやっていると、最初のうちは8割くらいの正解率だったのが、だんだんよくなっていく。だんだん上手になっていく。だんだん上手になっていくので、例えば上手な人たちと苦手な人たちを組み合わせるとタスクをこなすといった、うまい戦略が組めるようになってきます。

あとは飽きる。同じタスクを何回もやっていると飽きてしまうので、例えば同じイエスかノーで分けるものでも、ずっとイエスだと飽きてしまうので、ちゃんと集中してやってくれるかというようなところがあると、ある程度イエスが多いのであれば、わざとノーをまぜるとか、気晴らしにマンガやゲームをはさむと、よりタスクをやってくれるなどいろいろあります。そういった研究をやっています。

4.3 間違える・悪さする

それと人間なので、間違えたり悪さをします。これは、ワーカ、働いてくれる人が3人で、どれくらいこの人たちが間違えるのかを調べた表です。縦軸が正解で、横軸がワーカ3人が答えた結果ですね。写真を見せてこれはイチゴかバナナかブドウかというタスクですね。明らかに一番正解率が高いのはワーカAですね。ワーカBとワーカCはどちらがよいのかということですが、一番正解率が低いのはワーカCですね。一番上が正解率が高いワーカ、一番下がよく間違えるワーカ、真ん中はなんとということという、Spam ワーカといいます。

クラウドソーシングの分野では、よく間違えるからといって役に立たないわけではないんです。必ず間違えてくれるというのはすごくありがたいです。必ず間違えるということは、要はこの人が選ばなかった答えを正しいと考えればいいんじゃないかということですから役に立つんですね。Spam ワーカというのは、本当に役に立たない、情報量ゼロということです。必ずうまく答える人もいればそうではない人もいます。どんなタスクの場合にでもこういった分布が必ずできるというのがすごく面白いです。

4.4 お金と品質の関係

それから、最近の研究ではお金と品質の関係というのも結構研究されています。結論からいうとお金は品質とはあまり関係ない。お金をたくさん払ったら仕事のクオリティがあがるかということ、そんなことはないというのが結論です。なぜかということも分析されていて、いわゆる心理学でいうところのアンカリング効果ですね。アンカリング効果というのは、値段がついた時点で自分の仕事というのはこの値段の価値なんだという心理的なものが働くので、いくら金額であっても基本的にはちゃんと働くというのがクラウドソーシングにおける結果です。

では結局安く買ったたけばよいのかということというわけではない。最低賃金を守らなければならないのはもちろんですが、お金をさらにたくさん払うことによってどんな効果が得られるかということ、仕事をこなしてくれる量が増えます。よりたくさん払うともっとたくさんやってくれるようになります。これが一番の違いというところが面白いですよ。

5. 情報源としての群衆

5.1 集合知は役に立つか？！

それから情報源としての群衆、今個々の人間にあてはめていましたが、集合知という言葉を引きいたことがあると思いますが、皆が集まることによって何か役に立つことがあるかという話ですね。

集合知といえばとにかく有名なのは、ジャック・トレイナー (Jack L. Treynor) 教授による「ビンの中のジェリービーンズ」実験です。ビンの中にあるジェリービーンズの数は何個か、学生全員に答えさせて、平均をとるとほぼ正解と一致した。たくさん人の値を平均す

ると正解の値に近づくんじゃないかと。このような集合知は一時期話題になりました。集合知ってなんでもいつでも起こるんじゃないかと条件があるんじゃないかということも、提唱されています。四つあって一つは多様性、いろいろな考えがあると。もう一つは独立性、それぞれの人は自分の考えで結論を出す、それから分散性、各自が固有の情報を持つ、最後は集約性、まとめる方法があると。これが集合知が成立する条件であるといわれているわけですね。

5.1.1 集合知の大規模実験

とはいえ、これはあまりしっかり実証されたことはなかった。2019年、初めて集合知の大規模実験が行われました。全体としては働くが差は激しく、高コストというのが結論です。質問は「写真のビルは何年に建てられたか」と、音声聴かせて「この音声の言語は何か」というものです。結果はまた微妙なんです、集合知は何パーセントの個人より正しかったか。個々の人よりどれくらい正しかったかということで、真ん中をとると6割くらい。つまりちょっと個人よりはよいということですね。ですが、1個1個の問題で見ると、まあ若干いいかなくらいの程度なんです、問題全体で見て何パーセントの個人より正しかったかを見ると、結構上がって、80%、90%近くの個人よりも全体を見ると正しかったということで、全体としては働くけれど、個々の問題に対して集合知の方が正しいかというところとちょっと何ともいえないというのが、実際の大規模実験の結果ですね。1個というよりは常に全部やると、全体としてはうまくいっているということがいえます。だから微妙な結果ですよ。特定の問題でやるとちょっとうまくいかないという。あと大事だと思うのが、集合知って高コストなので、集合知ではなくても解ける問題というのは集合知を使わずにやった方がよいのではないかと個人的には思います。

5.2 GWAP (Game With a Purpose)

あとは集合知関係で面白いのは、Game With a Purpose というもので、オンラインゲームを遊んでもらって、その結果として意味のある仕事をしてもらう。要はゲームの副作用として何か意味のあることをやってもらうというのが、Game With a Purpose です。例えば The ESP Game というタグ付けのゲームで、プレイヤーは2人いて、お互い相手が何とタグを入れているかわからないのですが、相手の人とタグが一致すると点数がもらえるんですね。そうすると相手が入力しそうなタグを入れるというインセンティブが働くんですね。ゲームを遊ぶことによって、結果的に正しいタグが付与されるというものです。

6. データベースとクラウドソーシング、そして AI

6.1 クラウドソーシング設計 (How) の4要素

クラウドソーシングの設計というものは四つの要素からなっておりまして、まず What、何をしたいか (達成すべき目標) ということ、具体的にクラウドに投げるには、How に

変えていかなければならないわけです。どのようなタスクを投げるか（分割と集約）、どのように具体的に依頼するか（タスク設計）、どうやってワーカをリクルートするか（リクルーティング）、最後は誰にどの順序でやってもらうか（割当て）ということ全部、1 から決めていく必要があります。テクニックについて一般論としての指針はありますが、設計はやはり業務に精通している方でないとできない仕事です。

簡単な例を使って説明したいと思います。How のことを専門用語で実行計画と呼んでいます。非常に大事なものは、クラウドソーシングの What、目標に対して、How、実行計画は複数あるんですよね。つまり同じ目標を達成するための、タスク分割とかタスク設計とか割当てとかリクルーティングといったものは、複数あるんです。

6.2 What：ロスアンジェルス(LA)の平均評価が4以上のレストランが欲しい

レストランのデータベースの例で説明させてもらいますが、データベースの中には、グルメサイトで LA に Subway というお店があって、サンドウィッチで評価が 3.9 だというデータがあったとします。LA の平均評価が 4 以上のレストランを知りたい。このときに普通のデータベースでしたら、基本的にこのデータベースに入っていないものはないという話なのですが、情報源がクラウドなので、クラウドに問い合わせる必要があるわけですね。そのための方法は複数あります。

6.3 実行計画と「実行可能性」

非常に簡単な二つの例を紹介します。一つ目は、だれか一人専任の人を雇って、LA のレストランの評価を全部入力してもらう。そのためのプラットフォームはヤフークラウドソーシングに探しに行く。割当ては、やってくれると言った人に誰にでも割当てるとする。こういったものを実行計画で作ることはできるんですが、どう考えてもちゃんと働くとは思えない。うまくいくと思えない。こういった計画を実行可能性が低いといえます。

これに対してもう少しマシなやり方がありまして、100 人の人が LA のレストランを三つずつ入力するというタスクを 100 個作って、アメリカのプラットフォームに投げるという方が少し実行可能性が高いですね。このように、実行計画にはこれならできる、これならできないというものがあって、まずこれを考える必要がある。実行可能性の高い実行計画を作ることが大事になります。

6.4 タスク分割における「実行可能性を上げる」技法の例

実行可能性を上げる技法というものを二つ紹介します。データ視点のタスク分割と作業視点のタスク分割というものがあります。

「1 週間で、100 ページのロシア語の文章を日本語に翻訳したい」というような目標があるとします。このときに、一番最初の実行計画は「100 ページのロシア語の文章を日本語に翻訳」の 1 タスクだったとします。これだとやってくれる人は非常に少ないわけですが、デ

ータで分割して「1 ページのロシア語の文章を日本語に翻訳」を 100 タスクにすると、1 ページだったらやってもいいかなという人が出てくるわけですね。

さらに分割すると、ロシア語を日本語に翻訳できる人は非常に少ないですが、ロシア語を英語に翻訳できる人と、英語を日本語に翻訳できる人はもっと人数がいるので、これを組み合わせ、「1 ページのロシア語の文章を英語に翻訳」を 100 タスクと、「1 ページの英語の文章を日本語に翻訳」を 100 タスクにする。

こういうときに、基本的にできるだけ限られたスキルであってもできるタスクに少しずつ分解していくということによって、実行可能性が上がっていくということが、一般的なルールとしてあります。業務フローの中にこれができるところがないか考えていただくことが、非常に大事なのではないかと考えています。

6.5 AI プログラムもワーカとして扱う

今までは人間がクラウドソーシングで仕事をするという話だったのですが、今はクラウドソーシングで AI、機械学習のプログラムを作るということもできるんですね。つまりプログラマの方にこのタスクをやる AI のプログラムを書いてくださいといたら作れるんですよ。こういう AI プログラム自体も一種のクラウドワーカだと見なせるんですね。つまり自分で作っているプログラムではないので、このタスクをこなす AI もどう仕事をするかわからない。これを信じていいのかということになるのですが、普通の人間のクラウドワーカと同じようにちゃんとやるかどうかかわからないのであれば、これも同じクラウドワーカとして考えればいいじゃないかというのが、ここ 5 年くらいの研究プロジェクトでやってきたことです。そうすると AI がたくさんあれば AI のパワーも活用して、人間と AI が協働した仕事ができるということです。

6.6 システム開発のパラダイムが変わる！

これは AI ワーカの品質も見ながら自動で適切にタスクを割り振るプラットフォームなわけです。システム開発の発想が変わる面白いパラダイムだと思っています。図書館のシステムでもそうですが、ソフトウェア開発というのはまず設計して実装して、必要に応じてシステムを再構築する。横軸に時間軸を作っていて、縦軸が完了した作業。システムを設計して実装している間は仕事をしないわけです。完成するとそれを使って仕事を始めてとなるわけですが、AI ワーカを使ったソフトウェア開発というのは、まず人間に全部仕事を投げちゃって、人間がやり始めるのですぐ開始できる。開始したのと並行してプログラマにこの問題をやってくれる AI を作ってくださいとお願いすると、大勢のクラウドワーカが信憑性不明の AI ワーカを作ってたたくさん投入してくるわけですね。AI の中でこの AI は信用できるからこの部分は任せようとなっていくと、だんだん作業している部分のうち AI ができる部分が増えていって、だんだん仕事が AI 化していくんですね。こういったことが可能になります。

6.7 2019年10月に世界初の国際サイバー防災訓練

このシステムをつくって、これを世界初の国際サイバー防災訓練とわれわれは呼んでいるんですけど、インドネシアのバンダアチェ市と愛媛県と合同で防災訓練を行いました。バンダアチェ市は、一度地震による津波で人口の25%を亡くしていて非常に意識の高いところでして、一緒に合同訓練を行いました。そのときの実験は日本の水害の航空写真を使って、日本が大変なことになったので、インドネシアをはじめとした世界の人が助けるために状況を把握するというシナリオです。ワーカの参加国は11、だいたい600人くらいの人が参加しました。先ほど説明したクラウドワーカが開発したAIワーカが加わりました。どのように行ったかという、1個1個の写真を人間ワーカに見せます。ここは水害がある、ないというのを入力します。並行してプログラマーの人がこの仕事をするAIを作ってくれる。それでこのシステムができるAIワーカが途中から参加してくるのですが、その挙動を見て、参加できるようであれば割り当てていく。機械なので早く仕上げて早く終わるという形になっているわけですね。最後に動画をご覧ください。(動画を確認)

7. まとめ

私がずっと確信しているのは、クラウドソーシングは0を1に変えるすごく本質的な話であるということです。クラウドソーシングは社会の一部となって使われています。それから人間が絡む話ですので、人間の話というのは研究でもちゃんとやっておかないといけなくて、特に人間に働いてもらうときにどうやってストレスをかけないようにやるかなど、ワーカをきちんとリスペクトしたような話が大事なのかなということですね。これから日本も人口が減ってきますので、最初に申し上げたように生活のレベルを維持していくためにAI化、機械化ということがどうしても避けられないということと同時に、それだけではできないことがたくさんあります。うまく市民を組み込んだクラウド・イン・ザ・ループということが、今後の社会のソリューションの大本命になるんじゃないかということです。図書館に関して、そのプラットフォーム化が一部の先進的な図書館ではやられているということで、こういうこともかなり当たり前になってくるということがこれから起こるのではないかと考えています。

質疑応答

質問 1. 床システムについて具体的に何を設定していたのか説明してください。概念的なところはよくわかるが、具体的にどういったことに当てはめられますか。

NDL デジタルコレクションの画像同定プロジェクトで行っていたのは、OCRで文字をスキャンしたときにどうやら絵が入ってそう、図表が入ってそうというものを、「これは絵(図表)が入っていますか?」というふうに投影していました。歩いていて、○か×かに選んでもらう。床ではなくて画面の上でやるのは、字の入力や、書誌同定ですね。この

書誌とこの書誌は同じかということをやっていました。

質問 2. それぞれの図書館の方々は、あることをやろうとするとすごくいろいろな仕事が出てきます。その仕事が多様なふうに分けられ、多様なふうクラウドに渡すのですか。

まさにそれが仕事の本質で、どう分ければよいかというところは、テクニックはあります。テクニックにくわえて、業務に詳しい人でなければできないところがありますので、1つはクラウドソーシングの設計の一般論みたいなものを学んだ上で、それが自分の業務に適応できないかを、検討するということになるかと思います。

質問 3. 図書館で働いている方が、自分の状況に合わせて引き付けて理解する上では、実際に図書館でもボランティアの人をお願いして文書や写真を集めたり、あるいはそういったものをきちっとコンピュータファイルにするといったことを行っています。自分たちでやろうとするととても大変なのですが、ボランティアの人たちそれぞれができる仕事に分けて、実行している図書館はあります。そういう図書館の事例をうまく活用して、今の話とあわせると、展望が開けてくると思います。

やれるかもしれないことと、具体的にこうやればできるということの間にギャップがあるわけですが、こういうところにももしかしたら使えるのかといったところを教えてもらえれば、私の方ではソリューションを持っているので、それだったらこうできるんじゃないかとか、そういう話はもしかしたらできるのかもしれないです。

質問 4. いろいろな講座をやったりするときに、クラウドワークスなどでチラシのデザインなどをお願いすることは結構あります。どういうデザインでという要求を出して、何人か興味を持ったデザイナーの方から案をいただいて、どのデザイナーをお願いするか発注できるというシステムなので、使う側からすると、いろいろな選択肢の中から自分の好みのものを選んで作っていただけるということで、非常に便利だし、普通にデザイナーに頼むよりも安くあがるので、非常に活用できてよいなと思っています。そういうところから活用していけば、図書館の方も仕事がやりやすくなるのかなと思います。

今ある業務をクラウドソーシングでやってもらうというのも、もちろん一つの手段としてあるんですが、こういうものがあることによって、今までできなかったことができるというのは、すごく面白いなと思っています。例えば文字起こしのプロジェクトにしたって、クラウドソーシングがあるからできるものであったり、あるいは単に外注というよりも図書館の利用者を巻き込むことによって、何かのムーブメントを作ったりとか、そのあたりのデザインは非常に面白いと思いますので、少しお茶でも飲みながらゆっくり妄想していただいて、何かあればいいかなと思っています。