

# ソーシャルメディアを用いた iPS・再生医療に関する話題調査

若宮 翔子<sup>†</sup> 八田 太一<sup>‡</sup> 藤田 みさお<sup>‡</sup> 荒牧 英治<sup>†</sup>

<sup>†</sup>奈良先端科学技術大学院大学 研究推進機構 〒630-0192 奈良県生駒市高山町 8916-5

<sup>‡</sup>京都大学 iPS 細胞研究所 〒606-8507 京都市左京区聖護院川原町 53

E-mail: <sup>†</sup> {wakamiya,aramaki} @is.naist.jp, <sup>‡</sup> {misao-fujita,hattal} @cira.kyoto-u.ac.jp}

**あらまし** 優れた科学技術を適切に支援・規制する社会的体制がなければ、その健全な発展は危ういものとなる。例えば、iPS 細胞を活用した再生医療は本邦の科学技術政策の一翼であるが、技術が正しく国民に理解されているか、また、どのようなイノベーションに関心が集まっているのかを把握して、適切な再生医療技術が発達する環境を構築することは、技術そのものの発展と同じく重要である。本稿では、代表的なソーシャルメディアである Twitter を用いて、iPS 細胞を活用した再生医療に関する発言を大規模かつリアルタイムに収集し、話題調査するシステムを開発する。具体的には、発言が単なるニュースの配信かどうか、個人的な意見を含むものかどうか、ポジティブなものかネガティブなものか、どのようなトピックに関心が集まっているのか、などの複数の軸での判断を行い、科学技術の研究環境構築の一助となる情報を提供する。

**キーワード** iPS 細胞, 再生医療, 自然言語処理, 感情分析, マイクロブログ, ソーシャルコンピューティング

## 1. はじめに

iPS 細胞（人工多能性幹細胞）は、2006 年にマウスで樹立され[1], 2007 年にはヒトでも樹立された[2-3]. ヒト iPS 細胞は、ES 細胞のように胚の破壊を伴わない点において倫理的課題を克服した多能性幹細胞<sup>1</sup>であり、再生医療のシーズとして大きな期待を集めている。特に、本邦では 2013 年からの 10 年間で約 1,100 億円を iPS 関連の再生医療や創薬の研究に充てるなど、国家戦略の中軸としての期待がかかっている。

一方、iPS 細胞研究にかかる社会的な期待と倫理的課題を見極めながら、研究を進めることが不可欠である。このために、社会のニーズや意識の所在を正確に把握し、適切な情報配信を行う必要がある。こうした要請に応えるべく、アンケートやインタビューなどの調査・分析を通じて社会意識を把握する試みが京都大学 iPS 細胞研究所上層倫理研究部門<sup>2</sup>にて続けられている。しかし、アンケートやインタビューといった方法には時間や費用がかかるため、社会的イベントが発生した場合や早急な対応を要する場合に、迅速に現状を把握するには限りがある。

そこで、我々は、大規模かつリアルタイムなサーベイランスを実現すべく、代表的なソーシャルメディアである Twitter から iPS 細胞や再生医療に関する発言を収集して自然言語処理技術を活用して発言を分類することにより、その動向調査を実現した。サーベイランスは、ニュースの単なる配信か、それもと個人的な意見を含むものかどうか、ポジティブなものかネガティ

ブなものか、どのような話題についてのものか、などの複数の軸で行う。約 2 か月（2015/10/4 から 12/20）にわたるデータを解析した結果、以下の 4 つの知見が得られたので報告する。

- (1) イノベーションに対して反応は増加するものの、態度を保留する傾向がある点（6.1 節 Period-1）
- (2) 研究者がテレビ等のメディアに露出することで反応は増加するが、必ずしもポジティブな発言が増加するというわけではない点（6.1 節 Period-2）
- (3) 研究成果のプレスリリースという一次情報でなく、それを解説した二次情報源に対して大きく反応する点（6.1 節 Period-4）
- (4) iPS・再生医療に関するポジティブな発言には、現在病気を抱えている人々からの希望の声が多く、応用に向けた大きな期待が集まっている点（6.2 節）

本論文の構成は次の通りである。まず 2 章で関連研究を紹介し、3 章でデータセットについて述べる。4 章では発言分類システムを説明し、5 章で実験結果を示し、6 章で考察を述べる。最後に 7 章でまとめと今後の課題を示す。

## 2. 関連研究

自然言語処理を用いた話題分析やセンチメント分析は重要な課題となっており、Twitter に代表されるマイクロブログにも適応されてきた [4-7]. 特に、これらの技術を応用した様々な SNS ベースのサーベイランスに関する研究が行われてきた。既存研究には、地

<sup>1</sup> <http://www.jst.go.jp/pr/announce/20071121/index.html>

<sup>2</sup> <http://www.cira.kyoto-u.ac.jp/uehiro-ethics/>

表 1. トピックの構造, 数と例.

大カテゴリ	中カテゴリ	小カテゴリ	数	例
医療 応用	専門的 研究	滲出型加齢黄斑変性 (網膜)	<u>46</u>	@■■■■ 年配者の老眼を直すべく再生医療の進歩に投資すべきところでは？
		muse 細胞・es 細胞	<u>25</u>	Muse 細胞は第 1 種再生医療等製品になるのかな。なかなかハードル高いですね。
		心不全	21	@■■■ @■■■なんと！循環器系って面白いけれどめっちゃくちゃ難しいですよ。個人的に、この科は自分には無理だと唯一思うのが循環器内科です(⌒_⌒)今後は iPS 細胞もあるし、心臓は新たな局面に入りそうですね。どんな進展があるか楽しみです。
		腎障害	19	iPS 細胞で腎不全治療 アステラスと京大、マウス実験成功：日本経済新聞 <a href="http://■■■■">#透析</a>
		筋ジストロフィー	8	【iPS で筋ジストロフィー病態を再現】2003 年 4 月 24 日 京大は、筋肉が徐々に衰える難病、筋ジストロフィーの患者の皮膚細胞から作った iPS 細胞 (人工多能性幹細胞) を効率よく筋肉細胞に変化させ、病態を再現することに成功
		変形性膝関節症 (半月板)	7	すごいことになってきたな。半月板損傷による膝の痛みや不自由さを抱えている人は非常に多い。再生医療が進歩して半月板が再生できるならば、人工関節置換という大きな負担になる手術をしなくてもよくなるかもしれない。いや、すごいわ。 <a href="https://■■■■">https://■■■■</a>
		脊椎損傷	6	国際宇宙ステーションを使った脊髄損傷の再生医療研究が NASA 宇宙実験に採択 広島大 <a href="http://■■■■">http://■■■■</a>
		非代償性肝硬変	4	横浜市立大学が iPS 細胞から肝臓を作ることに世界で初めて成功しました。肝臓が悪いマウスにそれを移植すると 1 カ月後の生存率は 3 割だったのに対し、移植群は 9 割と改善したよう 人への応用へは時間がかかりますが期待が持てますね。
		パーキンソン病	3	近所のパーキンソン病のおっさんなんか、クスリ飲まないで四六時中、ふるえてるぞ。iPS 細胞で治療薬ができればいいね！
		血小板減少症	1	白血病を高い率で発症する家族性血小板異常症とよばれる稀な遺伝性疾患から iPS 細胞を樹立することに慶應義塾大学らが成功しました。さらなる解析で白血病発症の詳細なメカニズムの解明や白血病に対する新薬・診断法の開発が飛躍的に進むことが期待されます。
	一般的	美容整形	<u>59</u>	山中教授が iPS 細胞でノーベル賞受賞して話題になってますが、この iPS 細胞を使えば、お肌がつやつやプルプルになったりするんでしょうか？ だったら、世の女性は殺到します...
		毛髪増殖	<u>33</u>	きっと数十年後には iPS 細胞で髪の毛増やせるから大丈夫
		体の損傷再生	<u>28</u>	@■■■ きっと私の爪が全部なくなる頃には iPS 細胞で復活できるようになるさ
		同性カップル出産	<u>156</u>	「同性同士の子供を iPS 細胞から作る」というところに倫理的問題があるとされたとき、こないだ見た「男女それぞれの同性カップル同士が精子・卵子を交換しあって子供をもうけ、4 人の子供でひとつの家族のように振る舞う」ってのはひとつの形として大アリなのかも。
		研究者	<u>170</u>	■■■■教授の iPS 細胞はその意味では 10 年もたってないのにノーベル賞となった。そう考えると、凄さが際立つ。
社会	受賞	<u>60</u>	iPS 細胞は新しい！すごい！文明開化の音がする！！って感じなんだけど、ニュートリノに質量は覆水を盆に返しちゃうぜ～感がどうしてもある。(?)	
	研究環境	15	バイオ出身者には技術職の受け皿がないから就職が厳しいという認識なんだけど、再生医療等製品がそれを開いたりせんかね	
	懸念	<u>54</u>	なんだろう。すごいすごい考えちゃう。考えてたら涙出てくる。iPS 細胞の発展から、子どもが持てる人が増えるかもしれない。幸せな家族が増えるかもしれない。でも、それは倫理に反するって考えや、命の在り方を問う考え。どちらの考えも、分からなくはないから、難しい... 難しいよ	
	広報・PR	<u>182</u>	iPS 移植手術 1 年後「良好」 - Y!ニュース <a href="http://■■■■">#iPS 細胞 (人工多能性幹細胞) 研究</a>	
	広告・宣伝	<u>140</u>	07:25 から『NHK マイあさラジオ』です。 <a href="http://■■■■">http://■■■■</a> <a href="http://■■■■">http://■■■■</a> ▽ニュースアップ ▽健康ライフ・アンコール「iPS 細胞が切り開く未来」大阪大学大学院医学系研究科教授	
その他	ジョーク, 意味不明など	<u>817</u>	「母さん、俺だよ俺」「STAP、STAP 細胞なのかい?」「ち、ちがうよ... iPS 細胞だよ...」「(ガチャン)」	

震などの実世界イベントの検出 [8-10] や選挙のような社会的イベントの分析や結果予測 [11-13] などを目的としたものが多く存在する。また、インフルエンザのような感染症の検出なども行なわれている。Aramaki ら [14] はインフルエンザに関する発言を分析し、ユーザをインフルエンザ罹患患者とそれ以外に分類するシステムを開発している。Du ら [15] は難病の遺

伝子に関する特許をめぐる行われた裁判に対する人々の反応を分析している。Shineha ら [16] は iPS 細胞に関する評判調査を行っているが、インターネットを用いた質問調査にとどまっている。

本研究では、Twitter における発言を用いて科学技術など抽象的なものに対する評判抽出を行っている点で特徴的である。また、科学技術に対する人々の意見に

おけるセンチメントや様々な関連話題の時系列変化を観察している点でこれらの研究とは異なる。

### 3. データセット

2015/10/4 から同年 12/20 にかけて Twitter API を用いて「iPS 細胞」または「再生医療」を含む発言を収集した。その結果、43,853 発言を取得した。そのうちの 1,810 発言に対し、作業員（一般人（30 代主婦，40 代主婦））がラベル付けを行い、トレーニング・データを作成した。ラベル付けは、以下の 4 つの観点について行った。

#### 1) ニュース

報道等の情報をそのまま発言しているかどうかを判断し、ニュースである場合は“+1”，そうでない場合は“-1”を付与する。

#### 2) 個人的意見

個人的な意見や感想を含む発言か、客観的事実などに関する発言かを分類する。個人的意見である場合は“+1”，そうでない場合は“-1”を付与する。

#### 3) 評価表現（センチメント）

成功や期待などの前向きな発言（“positive”）か、失敗や心配といった後向きな発言（“negative”）かを分類する。ポジティブでもネガティブでもない中立な発言や分類が難しい発言は“neutral”とする。

#### 4) トピック

3 つの大カテゴリ（医療応用，社会とその他）を設定し発言を分類する。医療応用カテゴリは 2 つの中カテゴリからなる。1 つ目は脊髄損傷や滲出型（しんしゅつがた）加齢黄斑変性といった研究されている，あるいは，予定されている専門性の高い医療応用に関するカテゴリ，もう一方は美容整形や毛髪増殖や同性カップル出産といった可能性が示唆されるものからなる一般性の高い医療応用に関するカテゴリである。社会カテゴリは，iPS・再生医療の研究者や関連する一般的なトピックとする。その他カテゴリはジョークなど上記に該当しないものとする。

表 1 にこれらの分類と例を示す。上記の 4 つの観点に基づきトレーニング・データすべての発言にラベルを付与した。表において，数は各小カテゴリに分類されたトレーニング・データの発言数である。無作為に抽出した 100 発言に対して付与されたラベルの一致率（2 名作業員によるラベルの一致率）は表 2 の通りである。

### 4. 発言分類システムの構築

3 章にて述べたコーパスを用いて，入力された発言を自動分類する分類器を構築する。このタスクは，スパムメール・フィルタリングや評価表現分析といった文を分類するタスクと類似している。文内のすべての単語の表層形を素性（1-gram）として機械学習による

表 2. 2 名の作業員によるラベルの一致率。

ラベル	一致率
1) ニュース	0.96
2) 個人	0.97
3) センチメント	0.89
4) トピック	0.97

手法を適用した。実装には Classias [17]を利用し，手法は正規化ロジスティック回帰，パラメータはデフォルトとした。

## 5. 実験

### 5.1 予備実験：分類性能

提案システムの分類精度を検証するために，トレーニング・データに 5 分割交差検定を適用した。表 3 に 4 つの観点に関する分類精度（Accuracy）を示す。ニュースと個人的意見の発言の分類精度は約 88%であった。一方，センチメントとトピックの発言の分類精度はそれぞれ約 70% と約 60%と低い結果となった。これは，これら 2 つの観点の分類が多クラス分類となり，ニュースや個人的意見の場合に比べ難易度が高いタスクであったためであると思われる。また，センチメントに関しては，ネガティブな発言が少なかったことや，ニュートラルな発言にポジティブな表現もネガティブな表現も共に含まれることがあることが，精度の低下につながった可能性がある。

トピック分類に関しては，事前に設定したラベルが多かったため，十分な数のトレーニング・データが存在しなかったラベルの影響で，精度が低下した可能性も考えられる。そのため，今後，中カテゴリや発言が多い項目を対象とした分類を行う予定である。

### 5.2 結果と傾向

提案システムにより分類した結果を一日ごとにまとめ，時系列に沿って積み上げグラフにより可視化した（図 1）。グラフの縦軸は発言数，横軸は時間（日）である。発言数には日によって大きな差があり，観察したたった二ヶ月半の間に，平常時の 10 倍に近いピークも含まれていた。

図 1(a) はニュースに関する発言とそれ以外の発言を分類した結果である。ニュースに関する発言がそれ以外の発言よりも多くなったのは，政府や企業から iPS・再生医療に関する発表があったとき（11/11, 11/14, 11/18, 12/15 など）であった。また，テレビのドキュメ

表 3. 5 分割交差検定による分類性能の精度。

ラベル	精度
1) ニュース	0.888
2) 個人的意見	0.880
3) センチメント	0.691
4) トピック	0.604

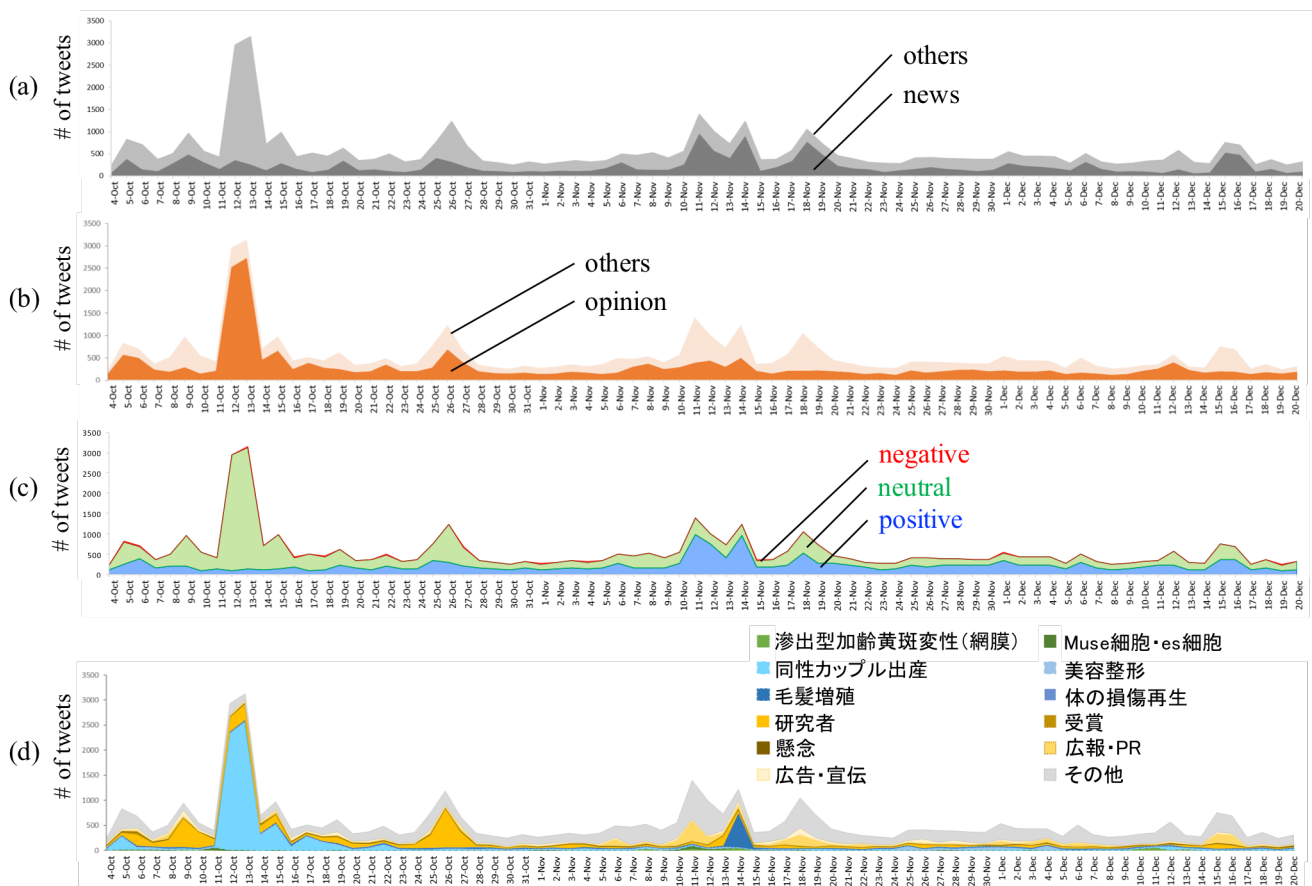


図 1. 分類された発言数の推移.

(a) ニュースに関する発言数 (news: 濃いグレー) とそれ以外の発言数 (others: 薄いグレー) の推移. (b) 個人的意見を含む発言数 (opinion: 濃いオレンジ) とそれ以外の発言数 (others: 薄いオレンジ). (c) 3つのセンチメントの発言数の推移 (positive: 青, neutral: 緑, negative: 赤). (d) 12のトピックに関する発言数の推移 (トピック小分類の発言数に基づき選出).

ンタリー番組で新技術の可能性や研究者が出演した後 (10/13 や 10/26) にニュース以外の発言が急増した. なお, ニュースに関する発言は番組放送日 (10/12 と 10/25) に増加した.

図 1(b) は個人的意見を含む発言とそれ以外の発言を分類した結果である. 個人的意見を含む発言は, 医療応用の一般的な話題や社会的な話題 (研究者のテレビ出演やノーベル賞受賞) に起因して増加する傾向があった. 一方, 意見以外の発言に関しては, ニュースに関する発言と同様の傾向が見られた.

図 1 (c) はセンチメントで発言を分類した結果である. これまで考えられなかったような新しすぎる話題や研究者の話題に関して, ニュートラルな発言が多くなった. 一方, 多くの人々にとって身近な話題に関しては, ポジティブな発言が増加した. ネガティブな発言に関しては, トレーニング・データが少なかったため, 極端に少ない結果となったが, 科学技術に関する新しい発表がなされた後などに若干増加するという傾

向は見てとれた.

図 1 (d) はトピックごとに発言を分類した結果である. 表 1 の小分類ではトレーニング・データが少ない項目に関して適切な分類ができていない可能性があるため, 発言数が 25 件以上の項目についての結果を示す. グラフより, 同性カップル出産の話題について 10/12 と 10/13 およびその前後によく発言されていた. 研究者に関する話題は, 2015 年のノーベル賞受賞者が発表された 10/5 と 10/6, iPS 細胞・再生医療の中心研究者のノーベル賞受賞決定日と同日の 10/9, テレビ番組が放送された 10/25 に増加した. また, 11/11 に医療応用の専門的な話題 (キラー T 細胞) に関する発言が増加し, 11/14 には毛髪増殖の話題が急増した. 発言を確認したところ, iPS 細胞による再生医療の実現に向けての重点項目として, 髪の毛を作り出す「毛包」やがん細胞を攻撃する「ナチュラルキラー T 細胞」の作成などが追加され, ニュースとして取り上げられていたことが分かった.

表 4. 3つの期間における個人的意見を含むセンチメント別の発言の例

Period-1	positive	“将来的にヒトの皮膚から精子や卵子を作る(iPS 細胞)ことが可能になり同性間でも子供が持てる可能性を示唆したこの回、いろいろ考えさせられてとても面白かったです。” “早く iPS 細胞実用化されないかなー”
	negative	“iPS 細胞って分化する前の細胞だからいわゆるスライムになって顔面崩壊も甚だしいのでは” “実際、iPS 細胞出来たって双方が X 染色体持ちになるから女しか生まれてこなくなる気が”
	neutral	“仮に女性同士が iPS 細胞で子どもを作ったとすると、xx 同士だから xx しか生まれようがないので” “iPS 細胞って隔世遺伝とかはどうなってるんだろうか？ (夢を壊すなよ) >RT”
Period-2	positive	“個人的には iPS 細胞による再生医療に着目しています。再生医療が実用化できればこの病気は完治できるようになるので。” “情熱大陸の iPS 細胞の山中所長の回、面白かった。” “もっとこれからも美容は進化していくけども、視力や毛髪もカラコンやヘアカラーの普及で今後もっと再生医療が発達して欲しいなあ。”
	negative	“【多能性幹細胞】ES 細胞も、iPS 細胞も、胎盤にはなれない。” “iPS 細胞研究や CRISPR スプライシングについて、倫理が先行している。むしろ一人歩きしていると言うべきか。生物倫理評論家諸氏がこれらの分野を持つ可能性を芽のうちに潰してしまわなければいいのだが。”
	neutral	“今、情熱大陸で iPS 細胞研究所の所長でノーベル賞とった山中教授がでてる！特に雇用の問題のところは、有期雇用の人材で5年後にはいなくなるシステム。まさに僕も直面してる今後の課題や” “この頃になってようやく iPS 細胞について知る”
Period-4	positive	“がんの縮小自体もすごいけど、iPS 細胞で作ったキラーT細胞が老化しづらいついていうのめっちゃすごいんじゃない” “マジか夢が広がる… RT @sarudarts 【朗報】 iPS 細胞 実用化へ ハゲを打開する研究も <a href="https://t.co/LJTKm0FnbF">https://t.co/LJTKm0FnbF</a> ”
	negative	“そう言えば近い将来に iPS 細胞から精子と卵子の作製が可能になると言う話はあったね。よく憶えていないが…。まあ倫理問題は扱置き少しは期待しようか。” “日本の再生医療は研究は世界トップレベルなのに製品化など応用面では欧米や韓国に大きく遅れを取っている。基礎研究は文部科学省、臨床研究は厚生労働省、産業かは経済産業省という「縦割り」の弊害が指摘されている。”
	neutral	“髪の毛を作り出す毛包を iPS 細胞で作るだって！？ ㄉ(ミ)” “iPS 細胞の毛包の臨床試験が4~5年後…もう旦那さんには間に合わないな(^^)”

## 6. 考察

### 6.1 トピックとニュース・個人的意見

iPS 細胞・再生医療に関するトピックに関して、発信者（ニュース）と受信者がどのような反応を示すかを知ることは重要である。そこで、3つのイベントに基づく3つの期間と、ベースラインとして平常期間の計4つの期間に関して、ニュースに関する発言数と個人的意見を含む発言数（図2）や個人的意見におけるセンチメント別の発言割合（図3）を比較しながら考察する。

#### Period-1 (10/5-10/22：同性カップル出産)

「同性カップル出産」に関する発言が増加した期間である。この期間に iPS 細胞により同性カップルでも自分たちの遺伝子を受け継いだ子供を持つことが可能になるという内容のドキュメンタリー番組が放送されたことにより、人々の注目を集めたと思われる。番組は10/5に初回放送され、10/12と10/22に再放送され

た。各放送日に個人的意見を含む発言が増加しているが、2回目の再放送時に特に増加した。また、この翌日の10/13に発言数がピークとなった。図1(b)に示すように、大半が個人的意見を含む発言であった。さらに、図3より、その95%以上がニュートラル（ポジティブともネガティブともいえない）な発言であったことが分かった。表4にこの期間に発信された個人的意見を含む発言の例をセンチメントごとに示す。これらのことから、これまで想像もしなかったような革新的なイノベーションの可能性が示されたときに、人々は多くの意見を述べるが、中立的な立場で慎重に発言する傾向があると思われる。

#### Period-2 (10/24-10/28：研究者)

研究者に関する発言が増加した期間である。研究者を紹介する番組が放送され、放送日である10/25と翌10/26に盛り上がりを見せた。図2より、ニュースに関する発言のピークは10/25であったのに対し、個人



的意見を含む発言のピークは 10/26 であった。前者は番組の宣伝に関する発言が増加したためであり、後者は番組放送後に人々が多くの意見を発信したためであると考えられる。図 3 より、個人的意見を含む発言のうち、約 80% がニュートラル（ポジティブともネガティブともいえない）な発言であったことが分かった。

表 4 にこの期間に発信された個人的意見を含む発言の例をセンチメントごとに示す。これらのことから、話題の研究者に対する人々の関心は高く発言数は増加するが、その一方で、メディアに出演したからといって、研究者自身や科学技術に対する評価は安易に向上するわけではないことが示唆される。

### Period-3 (11/1-11/5 : 平常時)

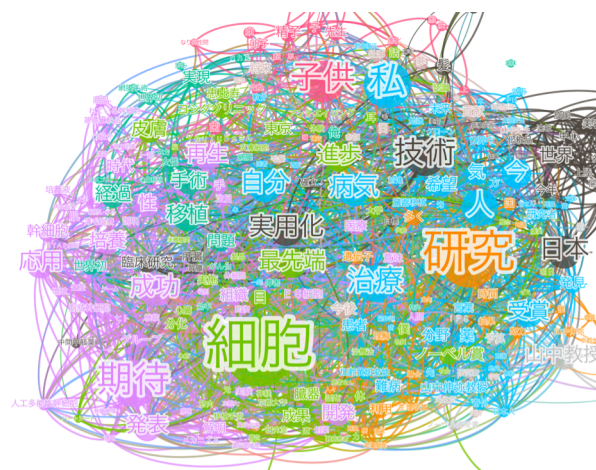
いずれのトピックに関しても発言の増加が見られない期間として選択した。図 2 より、ニュースに関する発言数と個人的意見を含む発言数には大きな差がなかった。図 3 より、ポジティブな発言数も平均的であることが分かる。このような平常時において、人々の平均的な反応を定量的に調査しておくことにより、新たな話題の検出が容易になると期待される。

### Period-4 (11/10-11/21 : 毛髪増殖)

「毛髪増殖」や「がん治療」に関する発言が増加した期間である。文科省が iPS 細胞による再生医療の実現に向けて 11/11 に発表した iPS 細胞研究ロードマップの改訂版に、髪の毛を作り出す「毛包」やがん細胞を攻撃する「ナチュラルキラー T 細胞」の作成を含む 5 つの項目が新たに追加された。図 2 より、政府からの発表があった日はニュースに関する発言のみが増加した。また、ニュースではパーキンソン病治療などについて主に取り上げていたため、図 3 の上グラフにおいて、医療応用・専門的な話題に関する発言が増加した。その後、「毛髪再生」や「がん治療」に関する項目を取り上げたソーシャルニュースが広まり、11/14 に人々の反応がピークとなった。表 4 にこの期間に発信された個人的意見を含む発言の例をセンチメントごとに示す。これらのことから、科学技術のイノベーションがプレスリリースのようなフォーマルな文書で専門用語とともに発表されたとしても、見過ごされる可能性が高い。図 3 より、11/14 に「毛髪再生」や「がん治療」の話題が急増したことに加え、ポジティブな発言の割合がニュートラルな発言を上回った。このことから、身近な話題で、かつ、かみ砕いた表現で説明された話題に人々は強い関心を示し、好意的な評価を行っているものと思われる。

## 6.2 トピックとセンチメント

Twitter を用いたサーベイランスにおいて、どのようなトピックが人々にどのように評価されているかを知ることが重要であると考えられる。



(a) ポジティブな発言のネットワーク



(b) ニュートラルな発言のネットワーク

図 4. センチメントの発言に用いられる複合名詞ネットワーク

そこで、iPS 細胞・再生医療に関する発言のセンチメントについて、トレーニング・データにおけるポジティブな発言とニュートラルな発言に含まれる複合名詞の関係を可視化し、比較分析した。図 4 にその結果の一部を示す。ノードは複合名詞を表し、サイズは単語の出現頻度に基づき決定される。ニュートラルな発言には多くの複合名詞が含まれていたため大量のノードが生成された。そのため、頻度の低いノードを削減し、上位 400 ノードのみを用いた。この数はポジティブな発言のネットワークにおけるノード数に基づく。エッジは発言内での単語の共起頻度に基づき決定される。また、ノードとエッジは、生成されたネットワークに対してモジュラリティを算出し[18]、検出されたコミュニティごとに色分けされている。ポジティブな発言のネットワークでは 10 のコミュニティが検出され、ニュートラルな発言のネットワークでは 11 のコミュニティが検出された。

図 4(a) のポジティブな発言のネットワークでは、

「期待」、「実用化」、「進歩」などの頻度が高くなっており、現在実現している成果だけでなく、今後の研究開発や実用化に向けて期待が寄せられていることが分かる。また、「私」、「自分」、「治療」、「病気」、「今」、「希望」などが見られ、今現在病気を患っている人々が iPS・再生医療による治療を希望を抱いていることが見て取れた。

一方、図 4(b) のニュートラルな発言のネットワークにおいては、テレビ番組やニュースに関する発言が多く、多岐にわたるトピックが含まれていた。また、「ノーベル賞」と同じコミュニティには、ポジティブな発言のネットワークにはない「ポストク」や「疲弊」など研究現場に関するトピックを表すようなキーワードが含まれていた。

また、図 3 に示すように、個人的意見を含む発言をセンチメントで分類したところ、ネガティブな発言の割合が非常に少なかった。一般的に、ソーシャルメディアは匿名性が高いためネガティブな発言が多くなる傾向がある。このことから、iPS・再生医療に関して明示的にネガティブな発言が少ないことは大きな特徴であるといえる。まとめると、iPS・再生医療に関する研究は、人々にポジティブに捉えられており、今後の応用に大きな関心や期待が寄せられているといえる。

## 7. おわりに

本研究では、特定の科学技術に対する話題や評価を調査するために、自然言語処理を活用して大量の人々の発言を分類した。具体的に、Twitter から iPS 細胞・再生医療に関する発言を抽出し、ニュースに関するもの、個人的意見を含むもの、センチメントごと、トピックごとに分類し、それぞれの発言数の時系列変化を分析・考察した。結果、(1) 新しすぎる話題に対して態度を保留する傾向、(2) 研究者のメディアの露出でポジティブな発言が増えるわけではない点、(3) 研究成果を解説した二次情報源について大きく反応する点、(4) iPS・再生医療による病気治療の可能性や将来性を国民が期待している点、などが知見として得られた。特に(1) から(3) は、他の科学技術成果全般の共通する可能性があり、今後の検討が望まれる。

ソーシャルメディアは、情報配信・伝搬の新しいツールである。本研究の解析を継続することにより、科学技術に対する人々の理解、その変化、さらには適切な研究成果の配信方法、研究費配分を議論する一助になると考えている。

## 参 考 文 献

- [1] Kazutoshi Takahashi and Shinya Yamanaka. Induction of pluripotent stem cells from mouse embryonic and adult fibroblast cultures by defined factors. In *Cell*, 126(4), pp.663-676, 2006.
- [2] Kazutoshi Takahashi, Koji Tanabe, Mari Ohnuki, Megumi Narita, Tomoko Ichisaka, Kiichiro Tomoda, and Shinya Yamanaka. Induction of pluripotent stem cells from adult human fibroblasts by defined factors. In *Cell*, 131(5), pp.861-872, 2007.
- [3] Junying Yu, Maxim A. Vodyanik, Kim Smuga-Otto, Jessica Antosiewicz-Bourget, Jennifer L. Frane, Shulan Tian, Jeff Nie, Gudrun A. Jonsdottir, Victor Ruotti, Ron Stewart, Igor I. Slukvin, and James A. Thomson. Induced Pluripotent Stem Cell Lines Derived from Human Somatic Cells. In *Science*, 318(5858), pp. 1917-20, 2007.
- [4] Bo Pang, Lillian Lee, and Shivakumar Vaithyanathan. Thumbs up?: sentiment classification using machine learning techniques. In *Proc. of the ACL-02 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing (EMNLP '02)*, Vol. 10, pp. 79-86, 2002.
- [5] Duyu Tang, Furu Wei, Bing Qin, Ting Liu, and Ming Zhou. Coooolll: A Deep Learning System for Twitter Sentiment Classification. In *Proc. of the 8th International Workshop on Semantic Evaluation (SemEval '14)*, pp. 208-212, 2014.
- [6] Soroush Vosoughi, Helen Zhou, and Deb Roy. Enhanced Twitter Sentiment Classification Using Contextual Information. In *Proc. of the EMNLP 2015 workshop on Computational Approaches to Subjectivity, Sentiment & Social Media Analysis (WASSA '15)*, 2015.
- [7] Li Dong, Furu Wei, Ming Zhou, Ke Xu, Duyu Tang and Chuanqi Tan. Adaptive Recursive Neural Network for Target-dependent Twitter Sentiment Classification. In *Proc. of the 52nd Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (ACL '14)*, pp. 49-54, 2014.
- [8] Takeshi Sakaki, Makoto Okazaki, and Yutaka Matsuo. Earthquake shakes Twitter users: real-time event detection by social sensors. In *Proc. of the 19th International Conference on World Wide Web (WWW '10)*, pp. 851-860, 2010.
- [9] Paul S. Earle, Daniel C. Bowden, and Michelle Guy. Twitter earthquake detection: earthquake monitoring in a social world. In *Ann Geophys-Italy.*, 54(6), pp. 708-715, 2011.
- [10] Paul Earle. Earthquake Twitter. In *Nat Geosci.*, 3(4), pp. 221-222, 2010.
- [11] Vadim Kagan, Andrew Stevens, and V.S. Subrahmanian. Using Twitter Sentiment to Forecast the 2013 Pakistani Election and the 2014 Indian Election. In *IEEE Intell Syst.*, 30(1), pp. 2-5, 2015.
- [12] Tariq Mahmood, Atika Mustafa, Tasmiyah Iqbal, Farnaz Amin, and Wajeeta Lohaana. Mining Twitter Big Data to Predict 2013 Pakistan Election Winner. In *Proc. of 2013 16th International Multi Topic Conference (INMIC '13)*, pp. 49-54, 2013.
- [13] Clayton Fink, Nathan Bos, Alexander Perrone, Edwina Liu, and Jonathon Kopecky. Twitter, Public Opinion, and the 2011 Nigerian Presidential Election. In *Proc. of 2013 ASE/IEEE International Conference on Social Computing*, pp. 311-320, 2013.
- [14] Eiji Aramaki, Sachiko Maskawa, and Mizuki Morita. 2011. Twitter catches the flu: detecting influenza epidemics using Twitter. In *Proc. of the Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing (EMNLP '11)*, pp. 1568-1576, 2011.

- [15] Li Du, Kalina Kamenova and Timothy Caulfield. The gene patent controversy on Twitter: a case study of Twitter users' responses to the CHEO lawsuit against Long QT gene patents. In *BMC Medical Ethics*, 16(55), 2015.
- [16] Ryuma Shineha, Masahiro Kawakami, Koji Kawakami, Motohiko Nagata, Takashi Tada, and Kazuto Kato. Familiarity and Prudence of the Japanese Public with Research into Induced Pluripotent Stem Cells, and Their Desire for its Proper Regulation. In *Stem Cell Reviews and Reports*, 6(1), pp. 1-7, (2010).
- [17] Naoaki Okazaki. Classias: a collection of machine-learning algorithms for classification, 2009 [cited 2014 01/28]. Available from: <http://www.chokkan.org/software/classias/>.
- [18] Vincent D Blondel, Jean-Loup Guillaume, Renaud Lambiotte, and Etienne Lefebvre. Fast unfolding of communities in large networks. In *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment* 2008 (10), P1000.