

災害時に利用可能な通信技術を用いた防災教育に関する一考察*

東北大学大学院 情報科学研究科 応用情報科学専攻 宮鍋慶介
 東北大学大学院 工学研究科 航空宇宙工学専攻 熊谷裕太
 東北大学大学院 理学研究科 地学専攻 新谷直己
 東北大学大学院 文学研究科 文化科学専攻 佐々木隼相
 東北大学大学院 工学研究科 機械機能創成専攻 長谷川翔
 東北大学大学院 災害科学国際研究所 リーディング大学院 久利美和

1. はじめに

2011年3月に発生した東日本大震災では、宮城県・岩手県を中心として東日本全体のみならず、日本全国に甚大な被害をもたらした。この東日本大震災は人的被害に加えて各種施設や各種インフラにも多大な被害を与えた。特に通信インフラが喪失することで、外部との通信を行うことが非常に困難な状況となり、避難の要請や支援物資の要求などの被災者支援に大きな支障が出た。そのため、通信途絶地域においても通信を可能とする技術の周知・実用化が求められており、こうした技術や知識の周知・運用に向けて情報リテラシーの基盤づくりは最も重要な課題の一つである。

そこで本研究では、今後技術の発展を担う高校生を対象に、災害時においてどのように情報を取り扱っていくかという情報リテラシーの基盤作りを目的として、災害時に利用可能な通信技術を用いた防災教育活動を行った。

2. 災害時に利用可能な通信技術

本研究では、東北大学大学院情報科学研究科加藤・西山研究室にて取り扱う「スマホ de リレー」と呼ばれる技術を用いて防災教育を行った。「スマホ de リレー」は通信事業者が設置する基地局が災害等によって利用不可能になってしまった場合で

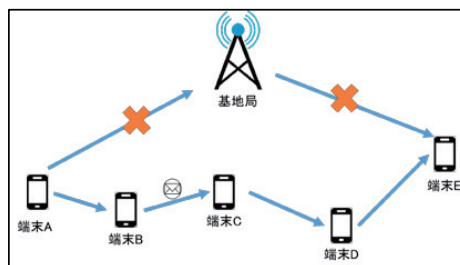


図1 スマホ de リレーの通信経路

も、端末間で直接通信を行い、相互通信を実現する技術である。図1にイメージ図を示す。

災害時では平常時と異なり、使用可能なリソースが限られている。そのため、電話では通信の集中による障害が発生し、連絡を取ることが難しい。一方で、メールであれば遅延が発生するものの、伝達は可能である。さらに被害が拡大し、基地局が損壊した場合には電話・メール共に通信が不可能になる。このスマホ de リレーは基地局が損壊してしまった場合でも、端末間で通信を実現することが可能である。しかしながら使用可能なリソースは限られているため、限られた文字数の中で、優先して伝えなければならない情報について検討する必要がある。

* A Study on Disaster Prevention Education using Communication Technology Available in Disaster Situations by Keisuke Miyanabe, Yuta Kumagai, Naoki Araya, Shunsuke Sasaki, Sho Hasegawa, Miwa Kuri

3. 防災教育視点で見るスマホ de リレー出前授業

本研究では、スマートフォンに抵抗がなく、かつ、今後の技術の発展を担っていく人材でもある高校生（東日本大震災発生時、小学校高学年または中学1年生）で、東日本大震災で被害を受けた宮城県に加えて、南海トラフ地震による被害が予測されている高知県も対象とした。

出前授業では、初めにスマートフォンにおける通信の種類に違いがあることや端末間通信といった一般的な通信技術について学習した。その後、災害時において、通信事業者が設置する基地局が利用不可能になった場合にも利用可能なスマホ de リレーの通信技術に関する講義を行った。最後に、実際にスマホ de リレーをインストールしたスマートフォンを用いて基地局を介さない通信実験を行った。実際にスマホ de リレーを体験してもらい、災害時における通信に関して考えることで、情報リテラシーの基盤作りに貢献できると見込まれる。

4. アンケートから見た防災教育の効果

各高校において、スマホ de リレーの出前授業後に、東日本大震災発生時の連絡・通信状況と端末利用に関するアンケートを実施した。選択形式の結果を表1に示す。自由記述については、(1) 災害時の通信集中による通信障害と電話以外のメールやSNSなど多様な通信手段の利用意識、(2) 災害による通信基地局機能不全による通信障害と新技術開発の必要性の理解、(3) 災害時の伝達情報の優先度意識、(4) 新技術への具体的提案に着目し、地域（学校）別に考察を行った。

質問項目	高校の位置, 授業実施日, 回答数				
	宮城県内陸 (仙台市) 2015/5/1	宮城県内陸 (大崎市) 2014/7/1	宮城県内陸 (大崎市) 2015/6/30	宮城県沿岸 (多賀城市) 2014/6/26	高知県沿岸 (須崎市) 2016/11/15
授業参加者	301	22	36	42	26
a) 東日本大震災時の 所在					
被災地域	284	21	35	42	1
被災地域以外	17	1	1	0	25
b) 震災時の連絡					
取ろうとした	206	12	27	31	23
取ろうとしなかった	94	9	9	11	3
c) bの連絡の手段					
電話	156	4	18	8	10
メール	78	1	5	5	4
SNS	8	0	2	1	1
直接会う	37	4	4	12	0
手紙	0	0	1	0	0
d) cの連絡の可否					
すぐに取りることができた	30	3	3	6	3
時間がかかったが取り ることができた	171	6	21	17	9
取れなかった	62	3	4	1	14
e) 震災時の携帯電話・ スマホの利用					
利用しようとした	114	7	15	11	23
利用していない	186	12	19	20	3
f) eでの利用方法					
電話	93	5	10	10	13
メール	83	2	6	4	1
SNS	10	1	1	1	19
ワンセグ	4	1	1	1	0
その他(ライト, カメラなど)	0	0	2	0	3

表1 災害時における情報収集・端末利用に関するアンケートの結果

4.1 宮城県内陸（仙台市）の高校

宮城県の内陸（仙台市）に位置する高校において、2015年5月1日と2015年7月16日にスマホ de リレーの出前授業を行った。2015年5月1日は2年生全クラスを対象に講義（301名）を、7月16日には希望者に対してスマートフォン用いた実習（41名）を行った。実習では実際にスマホ de リレーを体験してもらい、その使用感や課題などに関してディスカッションを行うことで、生徒たち自身に災害時にスマホ de リレーを使うとしたらどう感じるかを検討してもらった。

表1に示す東日本大震災発生時における情報収集と端末利用に関するアンケートの結果を見ると、被災時に小学生だったためか、3分の1は連絡を取ろうとしていないが、全体の3分の2の生徒が連絡試みている。また、連絡手段のうち半数が電話であり、すぐに連絡が取れた生徒は全体の10分の1にとどまり、災害時の通信の困難さが示された。講義を通じて、電話がつかないときに連絡を諦めるのではなく、スマホ de リレーのような電話以外の連絡手段があること、災害時における情報収集や情報自体の重要性を再認識することにつながることができた。

実習（2015年7月16日）では、スマホ de リレーを用いた通信技術を体験した後に、スマホ de リレーシステムについてアンケートを行った（回答者数41人）。この結果を表2に示す。アンケートの回答は、1. スマホ de リレーシステムを肯定的に評価している回答、2. スマホ de リレーシステムの欠点の指摘および要望を書いている回答、3. スマホ de リレーシステムがより改善するための案を提案している回答に大別できる（一人につき複数回答あり）。肯定的に評価している回答（21件）では、既存のネットワーク回線が不要で圏外でも利用可能なこと（8件）、災害時に実用的であること（7件）、災害時に加えて、日常生活でも応用ができる可能性がある（3件）などの回答があった。その他に、セキュリティが高いこと、送受信のやりとりが早いことを評価する回答があった。受講者には東日本大震災発生直後に携帯が繋がらなかったことを体験していた生徒もおり、本システムの有用性を実感していた。システムの欠点・要望に関する回答（35件）では、接続設定時の通信速度が遅いこと（8件）、混線しやすいこと（6件）、相手にメールが届いたのか確認がないこと（4件）、電池の消耗が激しいこと（4件）といった、技術的な問題に対する意見が多い。一方で、過疎・孤立地域や発災直後の避難所では、出入りする人（＝メールの伝達人）が（ほとんど）いないため、メールの送受信がすぐにはできないのではないかとこの意見もあった（7件）。こうした意見は、孤立した地域における情報の収集・伝達という発災直後の本質的な問題を指摘しており、スマホ de リ

表2 宮城県内陸部（仙台市）の高校の生徒を対象にしたスマホ de リレーのシステムに対するアンケートの結果

回答の種別	回答数
肯定的に評価	21
欠点・要望	35
改善案を提案	5

評価の分類	回答数
回線が不要で、圏外でも利用可能	8
災害時に実用的	7
災害時以外にも応用可能	3
その他	3

欠点・要望の分類	回答数
グループ製作時の接続速度が遅い	8
過疎・孤立地域への対策が必要	7
混線しやすい	6
相手にメールが届いたことの確認がない	4
電池の消耗が激しい	4
その他	6

レーを用いた授業によって、災害時の情報伝達のあり方について考察できていることを意味している。その他に、悪用されないためにセキュリティ強化を望むこと、3つのアプリが必要で操作が複雑であること、「ガラケー」でも利用できるようにすべきであること、実用化した際の普及率が課題であるとの意見があった。システムへの改善案を述べている回答（5件）では、混線を防ぐために専用の周波数を獲得する（2件）、位置情報も活用できるようにすると面白い（2件）などの意見があった。

4.2 宮城県内陸（大崎市）の高校

宮城県の内陸（大崎市）に位置する高校の生徒を対象に、2014年7月1日と2015年6月30日にスマホ de リレーを用いた授業を行った。表1の授業後に実施した東日本大震災における通信に関するアンケートの結果から、いずれの授業でも震災発生時には電話を利用して他者と連絡を取ろうとした人が多いことがわかる。また、2015年6月30日に実施したアンケートにおける表1の設問b, c, dについての詳細な分類を図2に示す。ここから、震災時に他者とコミュニケーションを取ろうとした生徒において、67%の生徒は電話を利用したが、そのうち83%はすぐには連絡を取れていないことがわかる。災害時の通信障害を実際に体験した生徒に対して、災害時の通信の在り方について考えるとともに、送信可能な文字数が限られた伝達環境において優先すべき情報について考えるきっかけとできた。

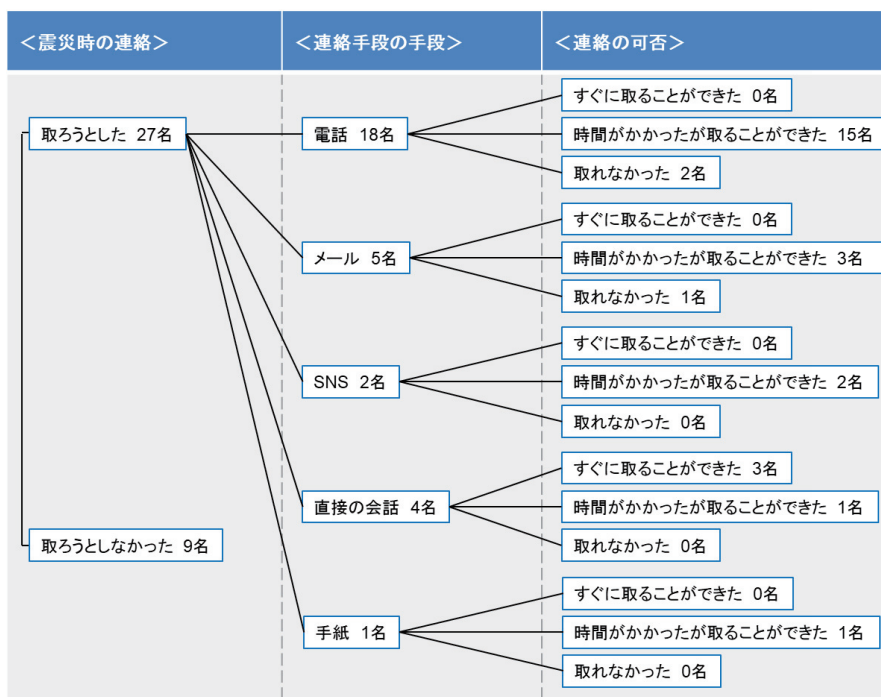


図2 宮城県内陸（大崎市）の高校の災害時の情報伝達に関する分析

4.3 宮城県沿岸（多賀城市）の高校

2014年6月26日に、宮城県の沿岸（多賀城市）に位置する高校の生徒42名を対象にスマホ de リレーを用いた授業を実施し、授業後に東日本大震災での通信に関するアンケートを実施した。受講した生徒たちは震災当時中学生であり、震災発生時に学校にいた生徒が多い。表1から、全体の約70%の生徒が地震発生後に連絡を取ろうとしており、その中の39%が直接の会話、26%が電話での連絡を試みていたことがわかる。連絡に用いた手段と連絡の可否の関係を検討するため、表1の設問b, c, dについてのより詳細な分類を行った。その結果を図3に示す。図3より、連絡を取ろうとした生徒のうち、すぐに連絡が取れたと答えた生徒は、電話を用いた場合に11%、直接の会話を試みた場合には33%と非常に低いことがわかる。この原因として、震災による通信網や交通網の混乱が、電話をする、直接会うといった連絡手段の障害となったことが考えられる。また表1より、携帯電話、スマートフォンを利用しようとした生徒の数は全生徒の24%とやや低い数値ではあったものの、そのうちの大部分が電話やメールでの連絡を試みており、通信網の状況を改善することができれば、連絡を取ることができる可能性が向上すると考えられる。授業と実習を通して優先して伝達する情報の優先順位を検討することで、情報技術が自分の身を守ることに役立つことを生徒に伝えることができたと考えられる。

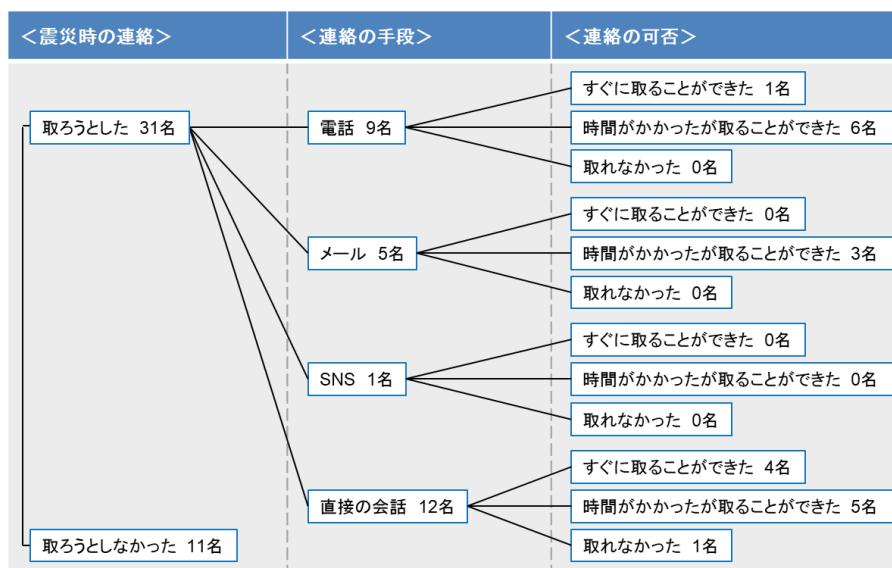


図3 宮城県沿岸（多賀城市）の高校の災害時の情報伝達に関する分析

4.4 高知県沿岸（須崎市）の高校

2016年11月15日に、高知県の沿岸（須崎市）に位置する高校の3年生の生徒26名を対象に災害時の通信に関する講義とスマホ de リレーを用いた実習を行った。図4にはその時のスマホ de リレーを実際に体験している様子を示す。受講した生徒は、東日本大震災発生時には中学生である。表1より被災地域にいた生徒は1名のみであったが、震災時には全体の88%の生徒が連絡を取ろうと試みており、そのうちの43%が電話を用いて連絡を取っていた。しかし

ながら、すぐに連絡を取ることができたのは全体の 10%程度と非常に少なかった。東日本大震災では地震の規模が大きく、被災地域以外からも被災者への安否確認が殺到したと考えられ、このことが一因となって、高知県においても連絡をすぐに取りることができない状況を引き起こしたと考えられる。これは、通信設備の被害により通信が不通となった被災地域以外でもスマホ de リレーが有効であることを示唆しており、被災地域以外でもスマホ de リレーを活用し、通信会社の提



図 4 実際にスマホ de リレーを体験している様子

供する通信網の負荷を軽減することで、被災地域内外での被害状況や救援などの必要な情報のやり取りを円滑に進めることに貢献できる可能性がある。須崎市の工業高校の場合では、震災時に携帯電話・スマートフォンを利用しようとした生徒の数は震災時に連絡を取ろうとした人数と一致しており、連絡を取ろうとした全ての生徒が携帯電話またはスマートフォンを使用していた。LINE や twitter といった SNS を用いた連絡・情報収集、電話による連絡がほとんどであり、震災時には通信手段として携帯電話・スマートフォンが多く利用されていた。

5. おわりに

本研究では、スマホ de リレーという通信技術を用いて、災害時に身を守るための情報リテラシーの基盤作りを行った。災害時には通信環境が限られており、平常時と同じような通信は難しい。その限られたリソースの中で伝えなければならない情報に関して実験を通して検討してもらった。今回は高校生を対象として出前授業という形で実際にスマホ de リレーを体験してもらい、通信技術についての使用感や課題点を議論・検討してもらうことで、災害時における情報の取り扱いに関して考察した。また、通信技術の発展とその技術を学習していくことで、自分の身を守るができる方法の一つである情報伝達のあり方を再考するきっかけとすることができた。

謝辞

本研究は、宮城県および高知県の四校の生徒の皆様、先生方の多大なるご協力を得ることで実現した。また、東北大学学位プログラム推進機構リーディングプログラム部門グローバル安全学トップリーダー育成プログラムの支援を得た。記して感謝申し上げる。