論文 異常気象による鉄道での通勤困難時における在宅勤務の可能性に関する検討 －東京圏を対象として－

佐谷　一樹[1]・金子　雄一郎[2]・佐野　拓真[3]

[1]学生会員　日本大学大学院　理工学研究科土木工学専攻博士前期課程
（〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台 1-8-14）
E-mail: cska22008@g.nihon-u.ac.jp
[2]正会員　日本大学教授　理工学部土木工学科（〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台 1-8-14）
E-mail: kaneko.yuuichirou@nihon-u.ac.jp (Corresponding Author)
[3]正会員 （独）鉄道建設・運輸施設整備支援機構（元日本大学大学院理工学研究科土木工学専攻）

本研究では，大型台風や豪雨などの異常気象による通勤困難時を想定した業務継続に関する知見を得ることを目的として，次の 2 つの分析を行った．まず東京圏を対象に，多摩川の氾濫にともなう浸水によって鉄道が運休した場合の鉄道利用者の一般化費用の増分を算出した．その結果，運休の影響は多摩川右岸の東京都西部，神奈川県北部及び東部を中心に広範囲に及ぶことが分かった．次に，鉄道の運休による業務継続への影響の緩和策の一つとして，コロナ下で普及している在宅勤務に着目し，Web 方式のアンケート調査を実施して通勤困難時における在宅勤務による業務継続の可能性を把握した．その結果，勤務先において在宅勤務への移行ルールが有ること，業種が情報通信業であること，従業員数が多いことが，業務継続を高める可能性があることが示唆された．

Key Words: *heavy rain disaster, urban railway, telework*

1. はじめに

近年，わが国では豪雨災害が頻発化，激甚化しており，多方面に甚大な被害を及ぼしている．重要なインフラである鉄道施設に関しても，線路や駅構内等の浸水，橋梁の流失，土砂流入などの被害が発生し，一定期間運休となる事例もみられる．今後，地球温暖化の進展によって，さらに災害の激甚化する可能性も考えられるが，通勤における鉄道依存度が高い東京圏では，河川の氾濫にともなう浸水によって鉄道が運休した場合，社会経済活動に多大な影響を及ぼすことが想定される．したがって事前に運休による影響を把握し，緩和策を検討することは，重要な課題である．

このような視点から国土交通省関東地方整備局 [1)]では，関係機関の近年の対策状況の進展も踏まえ，最大クラスの洪水・高潮による大規模水害によるインフラやライフラインの被害想定及び壊滅的被害の回避対策などを取り纏めている．この調査研究は多くの有用な知見を提供しているが，鉄道の運休の影響に関しては定性的な考察に留まっている．

一方で，新型コロナ感染拡大以降，在宅勤務が普及している状況を踏まえると，災害時においても在宅勤務へシフトすることで，一定の業務継続性の確保が期待される [2)]．しかし，在宅勤務の実施の可否は就業者の職種や業種によって異なり，列車の運休期間にも依るものと考えられる．このような通勤困難な状況下での在宅勤務の実施に関する研究は，吉見・藤田 [3)]など僅かである．

以上を踏まえ本研究では，東京都市圏を対象に，まず河川氾濫にともなう浸水によって鉄道が運休した場合の鉄道利用者への影響度を算出する．具体的には，洪水浸水想定区域内の鉄道路線（リンク）を途絶させた場合の迂回による所要時間の増大や交通費用の増加を，国土交通省の総合交通分析システム（NITAS）を用いて算出する．これにより，運休による影響が大きい地域を把握し，事前対策の検討に活用できるものと考えられる．

次に，東京都心部へ通勤する就業者を対象に Web 方式のアンケート調査を行い，異常気象による鉄道での通勤困難時における在宅勤務の可能性を把握する．以上の

結果を踏まえ，在宅勤務の活用による運休の影響緩和の可能性について検討する．

2. 鉄道利用者への影響度の算出

(1) 分析の対象地域

本研究では，東京都市圏（東京都・神奈川県・埼玉県・千葉県・茨城県南部）を対象に，域内の河川の氾濫による浸水で鉄道が一定区間運休した場合の利用者への影響を定量的に分析する．対象の河川は，2019 年 10 月の台風 19 号襲来時に流域の一部で浸水被害が発生した多摩川とする．上記の台風の際には鉄道は運休となっていないが，近年の台風・豪雨などによる災害の激甚化を踏まえると，鉄道施設の浸水による運休のリスクが一定程度存在すると考えられることから，分析対象とした．

(2) 運休区間の設定

多摩川の氾濫による浸水については，国土交通省が公表している洪水浸水想定区域[注 1)]で 0.5m 以上の浸水区域とし，この区域内の鉄道路線が運休となると仮定する．ここで洪水浸水想定区域とは，観測された最大の降雨量が生じた場合に，破堤または溢水氾濫が想定される地点を相当数選定し，各地点における最大浸水域を包含できるように対象範囲を設定された区域である[注 2)]．なお，高架区間に関しては，浸水の影響を受けることなく運行を継続できるものとする．また，運休区間と非運休区間の境界について，例えば 1995 年 1 月に発生した阪神・淡路大震災では，折り返し設備（分岐器）を他の駅から移設することにより，分岐器が未設置の駅においても折り返し運転が実施できるよう処置が行われていた[注 3)]．この事例は鉄道施設の被害が大きい場合の処置例であり，必ずしもすべての被害規模に適用されるものではないが，本研究では便宜的に，運休区間と非運休区間の境界駅で折り返し運転が可能であると仮定する．

ここで，多摩川氾濫にともなう浸水区域と鉄道の運休区間を**図-1** 及び**表-1** に示す．図中の赤線は運休区間，青線は洪水浸水想定区域内の高架区間を示している．

(3) 影響度の算出方法

a) 基本的考え方

本研究では，河川氾濫による鉄道の一定区間運休による利用者の影響を分析するにあたり，迂回にともなう所要時間や交通費用の増分と，影響を受ける利用者数を考慮できる指標を用いる．具体的には，平常時及び運休時における OD 間の所要時間や運賃等の交通サービス変数を貨幣換算して合算した一般化費用を算出し，その差分



出典：国土交通省洪水浸水想定区域より作成．

図-1 多摩川氾濫にともなう浸水区域と鉄道の運休区間

表-1 路線別の運休区間

路線名	運休区間	路線名	運休区間
JR東海道線	大森－鶴見	京王線	分倍河原－長沼
JR横須賀線	西大井－横浜	京王相模原線	調布－京王多摩川
JR中央線	立川－日野	東急田園都市線	用賀－二子玉川
JR南武線	分倍河原－南多摩	東急大井町線	上野毛－二子玉川
	矢野口－武蔵新城	東急池上線	久が原－蒲田
	武蔵中原－浜川崎	東急多摩川線	多摩川－蒲田
JR鶴見線	国道－弁天橋	京急本線	京急川崎－京急鶴見
	浅野－昭和	京急空港線	糀谷－羽田空港第1・2ターミナル
JR八高線	拝島－小宮	京急大師線	京急川崎－小島新田
	北八王子－八王子	相鉄・JR直通線	武蔵小杉－羽沢横浜国大
JR五日市線	熊川－東秋留	東京モノレール	昭和島－新整備場
西武多摩川線	白糸台－是政	東海道新幹線	品川－新横浜
小田急小田原線	登戸－生田		

に OD 間の交通量を乗じることで，運休の影響度を定量的に把握する．ここで OD 間の交通量は，居住地－勤務地間の通勤目的での鉄道利用者数とし，集計単位は市区町村とする．なお，影響度の算出においては，所要時間増大にともなう出発時刻の変更や交通手段の変更は考慮していない．

b) 一般化費用の算出

平常時及び運休時における市区町村間の一般化費用 GC_{ij} の算出式は，式(1)のように表される．

$$GC_{ij} = F_{ij} + w \cdot T_{ij} \tag{1}$$

ここで，GC_{ij}：市区町村 ij 間の一般化費用（円），F_{ij}：市区町村 ij 間の運賃（円），T_{ij}：市区町村 ij 間の所要時間（分），w：時間評価値（円/分），i：起点の市区町村（居住地側），j：終点の市区町村（勤務地側）である．なお，一般化費用を算出するうえでの市区町村の代表地点については，市区町村役場とする．

時間評価値の算出には所得接近法[注 4)]を用いる．具体的には，厚生労働省の「毎月勤労統計調査地方調査 令和 3 年 11 月分結果概要」[注 5)]に記載されている総実労働時間及び現金給与総額より算出するが，東京都市圏では，通勤目的での鉄道利用者の多くは東京都を勤務地としていることから，東京都の値を用いることとする．東京都の総実労働時間は 141.1 時間/月，現金給与総額は 356,415

円/月であることから，時間評価値は 42.1 円/分となる．

c) 総合交通分析システム（NITAS）の概要

b) で示した市区町村間の一般化費用の算出には，国土交通省の総合交通分析システム（NITAS）を用いる．NITAS は，道路・鉄道・航空・船舶の各交通機関を組み合わせたモード横断的な観点で交通体系の分析が可能なシステムであり，複数対複数の地点間（OD 間）の経路探索を行うことができる．検索された経路の所要時間，総費用，一般化費用を表示することができ，各々の指標で最小となるような経路探索を行うことが可能である．また，経路探索においては，任意の不通過区間を設定することができ，不通過区間を迂回した場合の経路及び一般化費用などを算出する機能も有している．本研究では上述した経路探索機能を用いて，多摩川が氾濫した場合の洪水浸水想定区域内にある鉄道路線（リンク）を不通過設定したうえで（不通過区間は**図-1** に示した通り），一般化費用最小の経路を設定条件として，リンクを不通過とした場合（運休時）と不通過としない場合（平常時）の 2 ケースについて，市区町村間での経路探索を行う．

d) 鉄道運休の影響度の算出

これまで述べてきた通り，本研究では平常時及び運休時における市区町村間の一般化費用の増分に市区町村間の鉄道利用者数を乗じることで，鉄道の運休による利用者への影響度を把握する．市区町村 ij 間の影響度を V_{ij} とすると，式(2)のように表される．

$$V_{ij} = \left(GC_{ij}^{with} - GC_{ij}^{without}\right) \cdot Q_{ij} \qquad (2)$$

ここで，GC_{ij}：市区町村 ij 間の一般化費用，Q_{ij}：市区町村 ij 間の鉄道利用者数である．また，特定のリンクを不通過とする場合（運休時）を *with*，不通過としない場合（平常時）を *without* と表記している．一般化費用の増分については，鉄道運休にともなう迂回による所要時間と交通費用の増加から算出している．

なお，本研究では，運休による利用者への影響度の算出を目的としていることから，Q_{ij} を含めて運休・非運休以外の条件は同一としている．以上のとおり算出した V_{ij} 値が高いほど，運休による利用者への影響が大きいことを表している．市区町村間の通勤目的の鉄道利用者数については，第 6 回東京都市圏パーソントリップ調査[注6]の結果を用いる．なお，以降の分析における V_{ij} 値については，居住地がある市区町村単位で集計（合計）する．

(4) 利用者への影響度の算出結果

上述した方法に基づき，多摩川の氾濫にともなう鉄道の運休による利用者への影響度を算出した結果を**図-2** に示す．これより，運休の影響は多摩川右岸の東京都西部，神奈川県北部及び東部を中心に広く及んでいることが分かる．この要因として，多摩川を渡る鉄道路線の区間の大半が運休であることから，迂回による所要時間や交通費用の増加の程度が大きいこと，上述の地域から東京区部，特に都心部への通勤目的での鉄道利用者が多いことが挙げられる．

なお，多摩川左岸の東京区部の西側地域においても，一定の影響がみられる．これは同様に迂回による所要時間や交通費用の増大が大きいことと，これらの地域から神奈川県への通勤目的での鉄道利用者も一定数存在するためと考えられる．

図-3 は，業務集積地である東京都心 5 区（千代田区，中央区，港区，新宿区，渋谷区）への移動を対象に，運休による利用者への影響度を算出して示したものである．これより，多摩川周辺の東京都西部や南部の市区（八王子市，町田市，大田区など），神奈川県北部及び東部の市（相模原市南区，横浜市青葉区，川崎市鶴見区など）で運休による影響が大きいことが分かる．これらの 9 市区の影響度 V_{ij} の合計値は，全体の 58%に及んでいる．

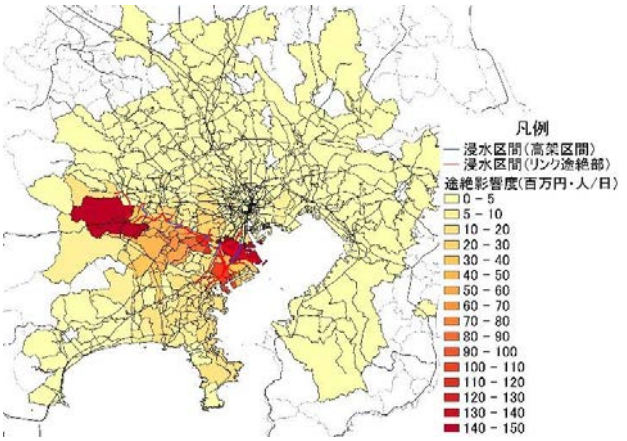


図-2 鉄道の運休による利用者への影響度（東京圏全域）

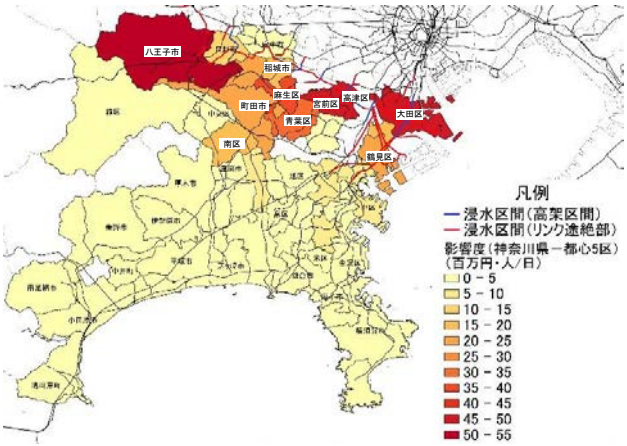


図-3 鉄道の運休による利用者への影響度（東京都心部への移動）

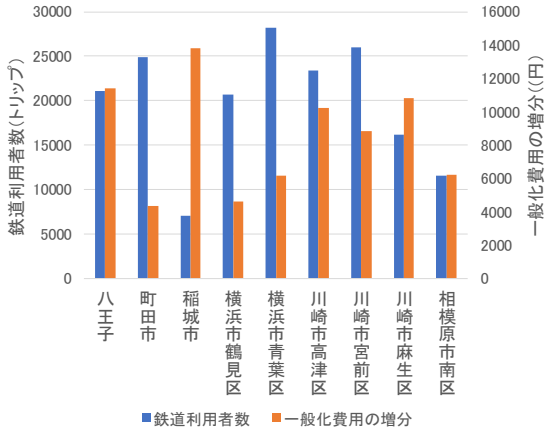


図-4 影響度が大きい自治体の鉄道利用者数と一般化費用の増分（東京都心部への移動）

上述の結果について，運休の影響が大きい市区町村を対象に，鉄道利用者数（式(2)の Q_{ij}）と一般化費用の増分を示したのが**図-4** である．これより鉄道利用者数が多いのは横浜市青葉区，川崎市宮前区，高津区，町田市などであり，これらの市区では通勤する者が多いことが要因として考えられる．一方，一般化費用の増分が大きいのは稲城市，八王子市，川崎市高津区，宮前区，麻生区などであり，これらの市区は迂回による所要時間や交通費用の増加が大きいことが要因として考えられる．

(5) 在宅勤務による業務継続可能性

(4)までの分析において，多摩川の氾濫にともなう鉄道の運休により，流域の自治体の鉄道利用者を中心に影響を及ぼすことが示された．具体的には，迂回による所要時間の増大や交通費用の増加による負担が大きく，就業者が出勤困難な状況となった場合，業務継続への影響が懸念される．

一方，2020 年春以降の新型コロナウイルス感染症の流行により，わが国においても在宅勤務を中心としたテレワークが普及拡大し，新たな勤務形態として定着しつつある．テレワークは平常時のみならず災害時において，業務継続性の観点からの有効性が期待されている．

そこで以降において，東京圏の就業者を対象に Web 方式でのアンケート調査を実施し，異常気象による鉄道での通勤困難時における在宅勤務の可能性を把握する．

3. Web アンケート調査による在宅勤務による業務継続性の検討

(1) 調査の方法と回答者の属性

Web アンケート調査は，1 都 3 県（東京都，神奈川県，埼玉県，千葉県）に在住で，都心 5 区（千代田区，中央区，港区，新宿区，渋谷区）に鉄道で通勤し，かつ在宅勤務を週 1 回以上行っている就業者を対象に実施した．調査の概要を**表-2** に示す．

調査対象を抽出するためのスクリーニング調査を 2023 年 1 月に実施し，その結果を踏まえて，本調査を 2023 年 2 月に実施した．主な調査項目は，鉄道の利用頻度，在宅勤務の利用頻度，勤務先における在宅勤務への移行ルールの有無，出退勤に関する緊急連絡網の整備状況，普段利用している鉄道が一定期間運休になった場合の在宅勤務による業務継続の可能性とその理由，性別，年齢，居住地，勤務地，職種，業種，勤務先の従業員数，家族構成，世帯年収等の個人属性である．

調査の回答者の属性を**表-3** に示す．職種は事務職が 261 人（53%）と最も多く，次いで専門職・技術職 99 人

表-2 Web 方式でのアンケート調査の概要

調査対象	鉄道を利用して東京都心部（千代田区・中央区・港区・新宿区・渋谷区の都心5区）に通勤している人 （都心5区居住者は除く）
調査方法	Web調査（楽天インサイトのモニターを対象）
調査時期	2023年2月3日～5日（本調査）
サンプル数	496（本調査）
調査項目	・鉄道の利用頻度，在宅勤務の利用頻度，勤務先における在宅勤務への移行ルールの有無，出退勤に関する緊急連絡網の整備状況 ・鉄道が一定期間運休になった場合の在宅勤務による業務継続の可能性 ・性別，年齢，居住地，勤務地，職種，業種，勤務先の従業員数，家族構成，世帯年収 等

表-3 アンケート調査の回答者の属性

性別	男性	女性			
	263 (53%)	233 (47%)			
年齢	20代	30代	40代	50代	60代
	69 (14%)	118 (24%)	113 (23%)	112 (23%)	84 (17%)
職種（職業従事者）	管理的	専門的技術的	事務	販売	その他
	67 (14%)	99 (20%)	261 (53%)	35 (7%)	34 (7%)
業種	建設業	製造業	電気・ガス・熱・水道業	情報通信業	運輸業郵便業
	19 (4%)	76 (15%)	11 (2%)	100 (20%)	8 (2%)
	卸売業小売業	金融業保険業	不動産業物品賃貸業	学術研究専門・技術サービス業	宿泊業飲食業
	56 (11%)	47 (9%)	23 (5%)	29 (6%)	8 (2%)
	生活関連サービス業・娯楽業	教育学習支援業	医療福祉	サービス業（その他）	公務
	12 (2%)	7 (1%)	11 (2%)	57 (11%)	20 (4%)
従業員数	1-99人	100人-299人	300人-499人	500人-999人	1000人以上
	104 (21%)	71 (14%)	39 (8%)	53 (11%)	213 (43%)

（20%），管理職が 67 人（14%）であった．業種は情報通信業が 100 人（20%）と最も多く，次いで製造業が 76 人（15%），サービス業（その他）が 57 人（11%）であった．勤務先の規模を表す従業員数は 1,000 人以上が 213 人（43%）と最も多く，1 人～99 人が 104 人（21%），100 人～299 人が 71 人（14%）であった．

また，在宅勤務の頻度について，本調査の実施にあたり，極端な偏りが生じないよう既往調査[注 7)]を目安に割り当てた結果，週 5 日が 122 人（25%），週 4 日が 66 人（13%），週 3 日が 107 人（22%），週 2 日が 112 人（23%），週 1 日が 89 人（18%）であった．

(2) 調査の結果

(1)で述べた通り本調査では，普段利用する鉄道路線が一定期間運休となった場合の在宅勤務による業務継続の可能性について把握した．具体的には，設定した運休期間（1 週間，2 週間，1 ヶ月，1 ヶ月超）ごとに業務継続の可否を 3 段階（業務の継続は可能・やや可能・不可能）で尋ねた．なお，回答者の居住地域では水害の影響はなく，ライフラインも平常通り使用可能とした．その結果を**図-5** に示す．これより業務継続は可能と回答した割合は 1 週間では 331 人（67%），2 週間では 239 人（48%），1 ヶ月では 193 人（39%）であり，運休期間が長くなるに従って低下している．

上述の在宅勤務による業務の継続が可能と回答した人について，業種別に分類したのが**図-6** である．なお，業種はサンプル数が 20 以上を対象としている．これより運休期間が 1 週間の場合で業務継続の可能率が高いのは情報通信業（80%），学術研究・専門・技術サービス業（76%），製造業（74%）である．このうち情報通信業は，運休期間が 1 ヶ月の場合でも可能率が 59%であるのに対して，他の 2 業種は 30%～40%に低下しており，業種間で傾向が異なっている．一方，その他の業種については，運休期間が 1 週間の場合での業務継続の可能率は 40%～63%と相対的に低く，特に公務はその傾向が強くなっている．

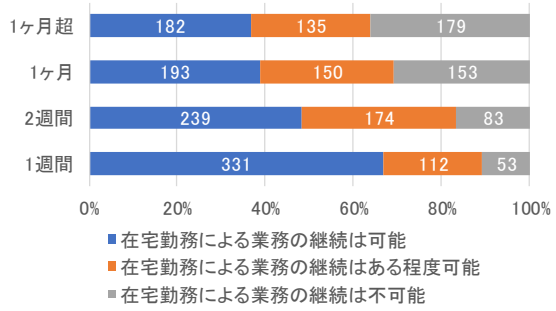


図-5 運休期間と在宅勤務による業務継続の可否

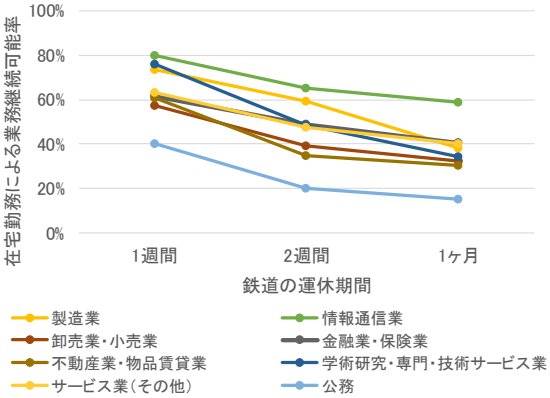


図-6 運休期間と業務継続の可能性の関係（主な業種）

表-4 在宅勤務による業務継続が可能・不可能な理由

	在宅勤務による業務継続が可能な理由・不可能な理由	回答数
可能な理由	普段から在宅勤務を実施しているから	371
	取引先等との打合せはオンラインで実施可能であるから	111
	勤務先において災害時の在宅勤務への移行をルール化しているから	93
不可能な理由	仕事上ある程度出勤が必要であるから	163
	情報セキュリティ面で不安があるから	25
	自宅が在宅勤務を行える環境でないから	24

在宅勤務による業務継続が可能もしくは不可能な理由（選択式，複数回答可）を**表-4** に示す．継続が可能な理由として，「普段から在宅勤務を実施しているから」が 371 人と最も多く，次いで「取引先等との打合せはオンラインで実施可能であるから」が 111 人，「勤務先において災害時の在宅勤務への移行をルール化しているから」が 93 人であり，コロナ下で在宅勤務が普及したことが，通勤困難時における業務継続性に寄与していることが推察される．一方で，不可能な理由として，「仕事上ある程度出勤が必要である」が 163 人と多いのに対して，情報セキュリティ面での不安や自宅の在宅勤務環境を挙げた人が少なかった．

ここで今回の Web アンケート調査では，異常気象で通勤が困難となることが想定される場合，あらかじめ在宅勤務に移行するルール（規則等）が制定されているか尋ねている．例として，運休期間が 1 週間の場合の移行ルールの有無と業務継続可能性との関係を示したのが**図-7** である．業務継続可能のうち在宅勤務への移行ルール有りの割合が 164 人（50%）と半数であり，業務継続の可否に勤務先における在宅勤務への移行ルールの有無が一定の関係を及ぼしていることが示唆される．

(3) 在宅勤務による業務継続の可能性の要因分析

(2)における基礎的な集計結果を踏まえて，在宅勤務による業務継続の可能性の要因に関して計量分析を行う．

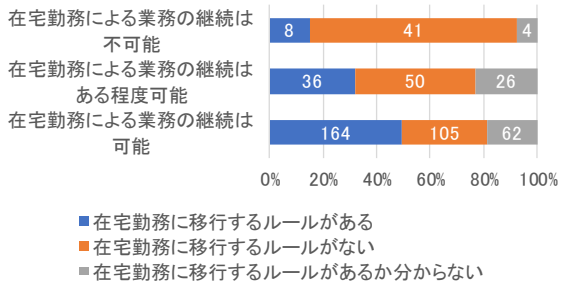


図-7 運休期間が 1 週間の場合の在宅勤務への移行ルールの有無と業務継続の可能性との関係

具体的には，在宅勤務による業務継続の可能性ありを 1，ある程度可能性あり及び可能性なしを 0 としてロジスティクス回帰分析を行う．説明変数としては，在宅勤務の日数，勤務先における在宅勤務に移行するルールの有無（有り：1，無し及び不明：0），職種，業種，勤務先の従業員数区分（いずれもダミー変数）を設定し，統計的有意性を確認する．

運休期間が 1 週間の場合のロジスティクス回帰分析のパラメータ推定結果を**表-5** に示す．なお，説明変数間の相関係数は高くなく，多重共線性の問題は生じていないことを確認している．これより尤度比検定は p 値が 0.1% 有意であり，判別的中率は 69%である．有意な説明変数としては，在宅勤務への移行ルールの有無（有り），業種では情報通信業，勤務先の従業員数区分では 300 人以上であり，これらの要因が業務継続の可能性を高めていることが示唆される．なお，製造業について，p 値は 0.168 とやや高いものの，業務継続の可能性をある程度高める要因として考えられる．

以上の結果に関連して，在宅勤務を中心としたテレワークに関する既往調査[注 8)]では，コロナ下のテレワークの利用状況は，業種では情報通信業や製造業における利用率が高いこと，企業規模は大きいほど利用率が高いことが報告されている点を踏まえると，これらの業種や大企業において在宅勤務が普及，定着していることが，通勤困難時の業務継続性の向上に寄与している可能性が考えられる．

一方で，上述した以外の業種や中小企業では，必ずしも在宅勤務が定着していない，もしくは業務の性質上在宅勤務の実施が困難であることが想定される．このうち前者については，例えばBCP（事業継続計画）の観点からの在宅勤務の支援などの検討が必要であると考えられる．後者については，災害時においても業務継続の必要性が高い業種の就業者を対象に，バスなどの鉄道以外での移動手段の提供に関する検討などが必要であると考えられる．

表-5 パラメータ推定結果（運休期間：1 週間）

変　数	偏回帰係数	標準偏回帰係数	オッズ比	p値	
在宅勤務の日数	−0.106	−0.152	0.900	0.142	
在宅勤務への移行ルールの有無	0.896	0.442	2.450	0.000	***
管理的職業従事者	−0.154	−0.053	0.858	0.687	
専門的･技術的職業従事者	0.457	0.183	1.580	0.216	
事務従事者	0.151	0.075	1.163	0.615	
製造業	0.495	0.178	1.640	0.168	
情報通信業	0.871	0.350	2.390	0.013	**
卸売業･小売業	−0.260	−0.082	0.771	0.482	
金融業･保険業	−0.105	−0.031	0.900	0.790	
不動産業･物品賃貸業	0.008	0.002	1.008	0.988	
学術研究･専門･技術サービス業	0.687	0.161	1.988	0.188	
サービス業（その他）	0.191	0.061	1.211	0.606	
従業員数 1−99人	0.434	0.177	1.543	0.477	
従業員数 100人−299人	0.517	0.181	1.678	0.399	
従業員数 300人−499人	1.466	0.395	4.333	0.031	**
従業員数 500人−999人	1.187	0.367	3.277	0.064	*
従業員数 1000人以上	1.184	0.586	3.269	0.045	**
定数項	−0.593		0.553	0.347	
尤度比検定 p<0.001　判別的中率 69.2%					

注：***：1%有意，**：5%有意，*：10%有意

4. おわりに

本研究は，大型台風や豪雨などの異常気象による通勤困難時を想定した業務継続に関する検討を行うことを目的として，まず東京圏を対象に，河川氾濫にともなう浸水によって鉄道が運休した場合の鉄道利用者への影響度を算出した．具体的には，2019 年 10 月の台風 19 号襲来時に流域で浸水被害が発生した多摩川を対象に，洪水浸水想定区域内のリンクを途絶させた場合の迂回による所要時間や交通費用の増分を総合交通分析システム（NITAS）を用いて算出した．その結果，運休の影響は，多摩川右岸の東京都西部，神奈川県北部及び東部を中心に広く及んでいること，東京区部の西側においても，一定の影響がみられることが分かった．

次に，鉄道の運休による業務継続への影響の緩和策の一つとしてコロナ下で普及している在宅勤務に着目し，業務継続の可能性を検討した．具体的には，東京都心部へ通勤する就業者を対象に Web 方式のアンケート調査を行い，異常気象による鉄道での通勤困難時における在宅勤務の可能性を把握した．その結果，勤務先に在宅勤務への移行ルールが有ること，業種が情報通信業であること，勤務先の従業員数が大きいことが，業務継続の可能性を高める要因であることが示唆された．以上の結果については，豪雨災害時を想定した企業等のBCP（事業継続計画）の策定などの一助になることが期待される．

今後の課題として，運休による影響が大きい市区間（OD）を対象に，国勢調査等の既存統計から就業者の業種構成を把握し，在宅勤務による影響緩和の可能性を定量的に分析すること，東京圏における荒川などの他の大規模河川を対象に同様の分析を行うことなどが挙げられる．

NOTES

注1) 国土交通省：洪水浸水想定区域図，2021.

注2) 国土交通省水管理・国土保全局河川環境課水防企画室・国土技術政策総合研究所河川研究部水害研究室：洪水浸水想定区域図作成マニュアル（第 4 版），2015.

注3) 阪神・淡路大震災調査報告編集委員会：阪神・淡路大震災調査報告 10 交通施設と農業施設の被害と復旧，土木学会，1998.

注4) 国土交通省：鉄道プロジェクトの評価手法マニュアル（2012 年改訂版），2012.

注5) 厚生労働省：毎月勤労統計調査地方調査　令和 3 年 11 月分結果概要，2022.

注6) 東京都市圏交通計画協議会：第 6 回東京都市圏パーソントリップ調査，2018.

注7) 国土交通省：令和 3 年度テレワーク人口実態調査報告書，2022.

注8) 大久保敏弘，NIRA 総合研究開発機構：第 4 回テレワークに関する就業者実態調査報告書，2021.

REFERENCES

1) 国土交通省関東地方整備局：「社会経済の壊滅的な被害の回避」に向けた取り組み～ 最大クラスの洪水・高潮による被害想定について～，2017. [Kanto Regional Development Bureau, Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism: Efforts to avoid catastrophic social and economic damage -About the damage estimation due to the largest class of floods and storm surges-, 2017.]

2) 小豆川裕子：BCP とテレワーク：業務を継続するための環境整備，情報の科学と技術，70 巻 9 号，pp.447～451，2020. [Shozugawa, Y: Preparing for disasters. Telework as improvements in the business environment for business continuity strategy, *Journal of Information Science and Technology Association*, Vol.70, No.9, 2020.]

3) 吉見憲二，藤田宜治：通勤困難な状況下でのテレワーク実施を可能とする要因に関する一考察，情報通信政策レビュー，第 12 号，2016. [Yoshimi, K. and Fujita, Y.: A study on the factors that enable telework under difficult commuting conditions, *Information and Communications Policy Review*, No.12, 2016.]

(Received March 31, 2023)
(Accepted June 9, 2023)

A STUDY ON THE POSSIBILITY OF TELEWORK IN CASES OF DIFFICULTY TO COMMUTE BY RAILWAY DUE TO BAD WEATHER IN THE TOKYO METROPILITAN AREA

Kazuki SATANI, Yuichiro KANEKO and Takuma SANO

In this study, the following two analyses were conducted with the aim of gaining insight into business continuity in the event of commuting difficulties due to bad weather events such as large typhoons and torrential rains. First, we calculated the incremental generalized cost to urban railway users in the Tokyo area when urban railway services are suspended due to inundation caused by the flooding of the Tama River. As a result, it was found that the impact of the suspension of operations was widespread, mainly in western Tokyo, northern and eastern Kanagawa Prefecture, on the right bank of the Tama River. Next, we focused on telework, which has become popular in the COVID-19 pandemic, as one of the measures to mitigate the impact of the suspension on business continuity and conducted a web-based questionnaire survey to understand the possibility of business continuity through telework in the event of commuting difficulties. As a result, it was found that the possibility of business continuity was enhanced if the company had a rule for telework, the company was in the information and telecommunications industry, and the company had a large number of employees.