

平成 25 年度修士論文

災害初期の被災物撤去における広域連携の効果

東京都市大学大学院

工学研究科

都市工学専攻

学籍番号 1281706

氏名 木村 宗平

目次

第 1 章 序論	P3
1-1 背景	
第 2 章 既往の研究	P7
2-1 マルチエージェントシステムを用いた研究	
2-2 建設重機と地域防災力に関する研究	
2-3 皆川, 草柳らによる研究	
2-4 地域建設業による支援活動の迅速性の要因	
2-5 本研究の目的	
第 3 章 東海大地震における被災物撤去を想定したシミュレーションの概要	P12
3-1 シミュレーションに用いる諸要素について	
3-2 広域連携において想定するシナリオ	
第 4 章 静岡県近隣市町を対象とした広域連携化シミュレーションの結果及び考察	P27
4-1 静岡県の近隣市町を対象とした広域連携化モデル	
第 5 章 愛知県・神奈川県を対象とした広域連携化シミュレーションの結果及び考察	P33
5-1 愛知県、神奈川県と連携した被災物撤去モデル	
5-2 名古屋市、横浜市の影響	
5-3 近隣市町と有力市町による影響の比較	
5-4 地区別に見た近隣市町と有力市町による影響	
5-5 優先的に建設重機数を派遣することによる効果	
第 6 章 結論	P52
6-1 結論	
参考文献	P54
謝辞	P56
付録 シミュレーションコード	P58

第 1 章

序論

1-1. 背景

我が国では、これまでに地震・台風・洪水等により多くの災害を経験してきたことから、地方自治体ではそれらの災害に適切に対応するために、地元の建設業者と適宜災害協定を結んでおり、それは、災害発生時の迅速な対応、復旧を行う上で重要な役割を果たしてきた¹⁾。一方、談合からの決別と総合評価落札方式などの新しい制度の導入により競争は激化しており、**図-1**に示す過去14年間の公共事業費の推移に見られる急激な公共事業費抑制傾向が影響して、土木建設業界では業者数、就業者数が大幅に減少しており、地元建設業者は急激に弱体化している。そのため、地元の建設業社が保有する建設重機数も減少傾向にある。**図-2**には、我が国の建設事業所が保有する建設重機数の推移を示す。重機の自社保有減少傾向には、経営事項審査（以降、「経審」とする）で重機保有が低評価に繋がる採点基準が導入されている点も影響している。企業による重機保有は「債務が多い」と見なされて経審が低評価となるため、企業の重機保有意欲の減退に繋がっている²⁾。このように、地域建設企業にとって経営環境は厳しく、企業数・就業者数の減少傾向や重機の自社保有台数の減少傾向は今後も続くと考えられる。このような状況の中、今後予想される大規模な災害として、東海地震、東南海地震、南海地震などがある。静岡県を例に挙げると、第4次地震被害想定において、レベル1地震発生時には県内全域に大きな地震動が発生することが予想されている。レベル2地震である南海トラフ巨大地震の場合は、東日本大震災で経験したように強弱を繰り返しながら強く大きな揺れが3~4分間継続する可能性が高い。レベル1地震、レベル2地震発生時における静岡県の震度分布図を**図-3**に示す。山間部などの地盤が強固な地域では震度6弱~5弱、埋め立て地や沖積平野などの地盤が軟弱な地域では震度7~6強の揺れが予想されている。また、震度区分別の面積の集計結果を**表-1**に示す。**表-1**を見ると、震度7~6弱が全体の70%以上を占めていることが分かる。これより、県内の大部分で大きな地震動が発生すると言える。これらに対応するためには、地域間の連携による地域防災力の向上が重要であると考えられる。

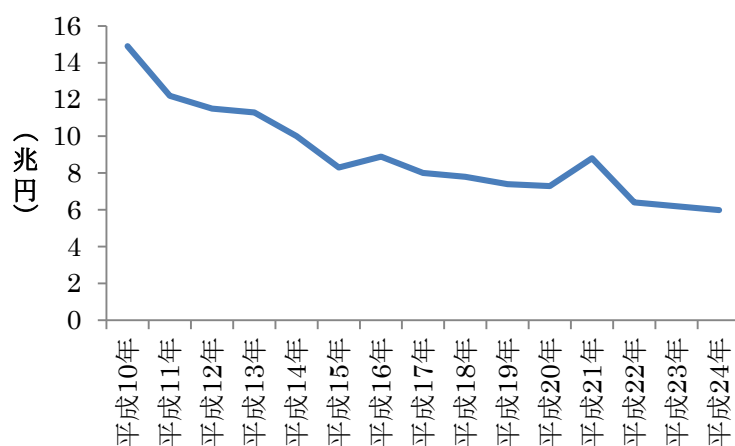


図-1 公共事業関連予算の推移³⁾

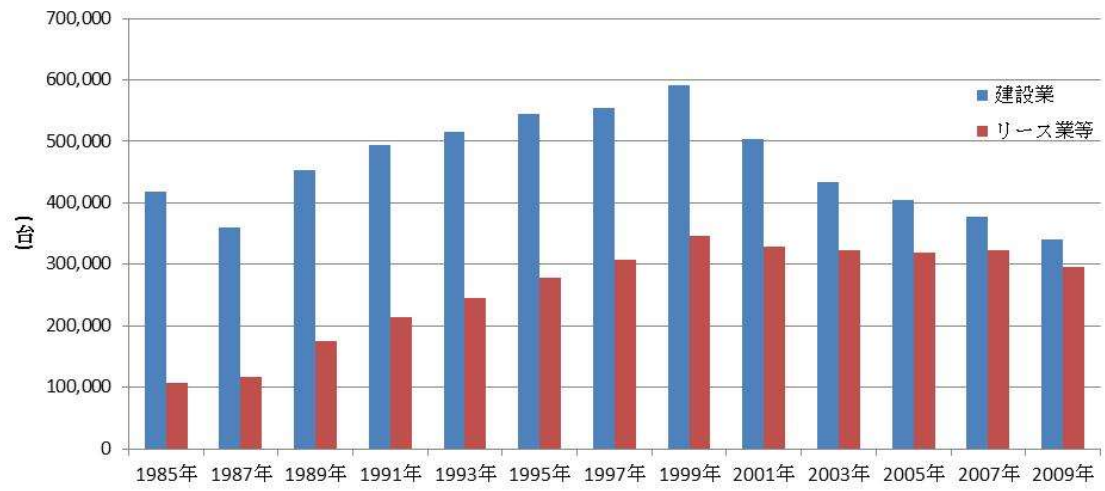


図-2 建設重機保有数の推移⁴⁾

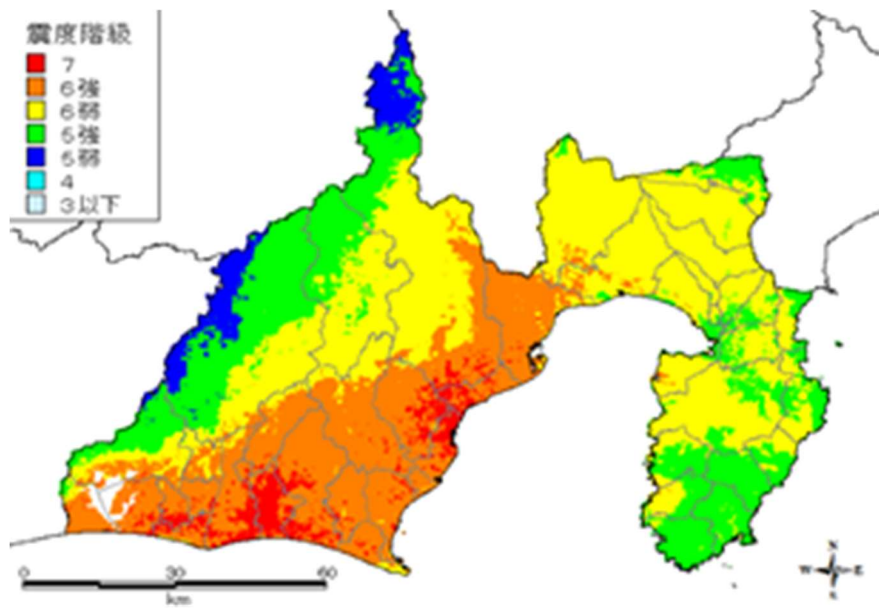


図-3-1 レベル1地震発生時における静岡県の震度分布⁵⁾

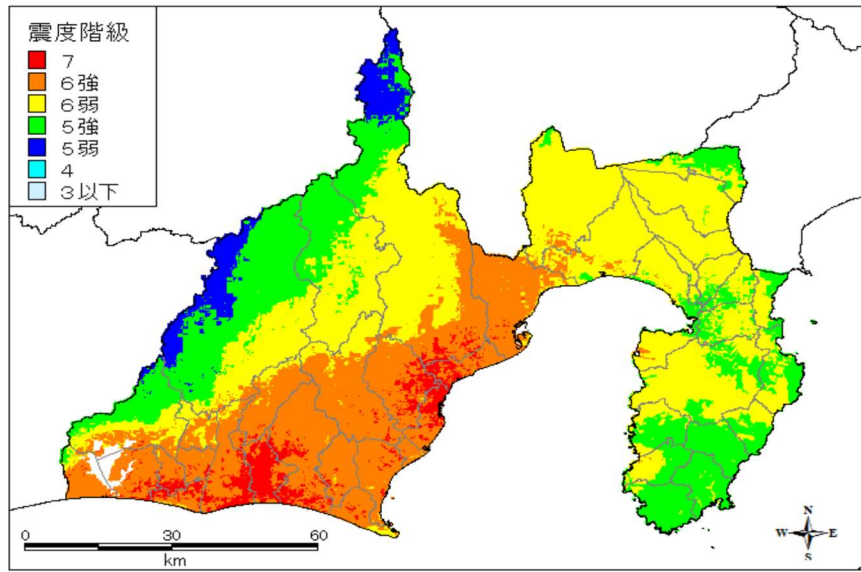


図-3-2 レベル2地震発生時における静岡県の震度分布⁵⁾

推定震度	7	6強	6弱	5強	5弱	合計
面積 (km ²)	346.5	2055.4	3201	1819.5	293.6	7716
割合 (%)	4.5	26.6	41.5	23.6	3.8	100

表-1 震度区分別面積集計表

第 2 章

既往の研究

2-1. マルチエージェントシステムを用いた研究

ある事象を構成する要素同士の相互作用やそれに伴う現象の再現に適したシステムとして、マルチエージェントシステムがある。マルチエージェントシステムは一般的にエージェントと呼ばれる多数の自律的に作動する個々の主体が存在し、それらの相互依存作用により全体挙動を表すシステムである。マルチエージェントシステムは、事象全体をモデル化するシミュレーション方式と異なり、事象を構成する基本的な要素をモデル化することにより、それによって引き起こされる事象全体を再現するものである。近年、マルチエージェントを用いた災害に関する研究が数多く行われている。宮島らの多様な群集の雑然とした状況を想定した地震時避難行動シミュレーション⁶⁾、笹岡の災害現場における最短経路探索システムの構築宮崎隆穂⁷⁾、前地のDIGへの適用を目的としたマルチエージェント避難行動シミュレータの試験的開発⁸⁾等、被災者の避難行動を扱った研究や、被災時の車両の運行を扱った研究もある。

2-2. 建設重機と地域防災力に関する研究

馬場ら¹⁾は、高知県を対象に、地元建設業と地域防災に関する研究を行った。川上による地域防災力の試算式¹⁴⁾を用い、近い将来発生するとされている南海地震時に想定されている倒壊家屋の撤去と生き埋め者の救助に要する日数について試算を行い、表-2の結果を得ている。この試算の結果、高知県内での建設重機の偏在により高知市における所要日数が県全体の所要日数の約2倍と大きくなることが予測され、県内の各地域内での建設業者のみの対応では特定の地域の被災物撤去と被災者捜索が遅れることが分かる。このように、建設業者が保有する建設重機の偏在が地域防災力へ影響を与えることが予想されるが、建設重機と防災に関する既存の研究は少ない。

表-2 建設重機台数による地域防災力の試算結果¹⁴⁾

高知県における試算結果			高知県における試算結果		
	重機数	所要日数		重機数	所要日数
H16	1277	4.9	H16	122	12.3
H17	1254	5.0	H17	109	13.8
H18	1136	5.5	H18	88	17.1
H19	1060	5.9	H19	94	16.0
H20	762	8.2	H20	93	16.2

$$\frac{\text{倒壊家屋数（全壊）}}{\text{重機数} \times \text{重機1台当たりの仕事量}} = \text{救出日数}$$

2-3. 皆川，草柳らによる研究

2012年，皆川，渡邊ら¹¹⁾の研究では東海地震により，第3次被害想定⁵⁾で示されている被害が発生してがれき及び生き埋め者の救助が必要となった状況を想定し，対象地域を静岡県として震災直後の被災物撤去シミュレーションを行った．第3次被害想定⁵⁾より静岡県内の各市町村で発生する被災物量と，静岡県との災害協定により地元建設業者が災害時の提供に同意している建設重機数を設定した．重機の共有体制の有無が啓開においてどのような影響を及ぼすかを，建設重機をエージェントとしたマルチエージェントシミュレータを用いてシミュレートし，重機の作業能力を設定して各市町での被災物撤去作業を行い，県内全ての被災物撤去が完了するのに要する時間を測定した．想定するシナリオを以下に示す．

- 1) 静岡県全域で全ての建設業者が連携して被災物撤去を行う場合（全域連携）
- 2) 静岡県を西部，中部，東部，伊豆の4地域に分割し，その域内のみで建設業者が連携して被災物撤去を行う場合（地域連携）
- 3) 富士川付近の緊急輸送路が被災して早期の復旧が見込めなく，県内をその東西の2地域に分けて，それぞれの域内で建設業者が連携して被災物撤去を行う場合（分断地域内連携）
- 4) 各市町内で建設業者が被災物撤去を行う場合(単独)

その結果，地域間で連携を行った場合，連携が無い場合に比べ，各市町での作業時間を，最大で92%短縮できる事が示唆された．これにより，地域の連携範囲の拡大に伴い被災物撤去日数が減少し，その有効性を確認することができた．全域連携シナリオと単独シナリオの結果を図-4に示す．

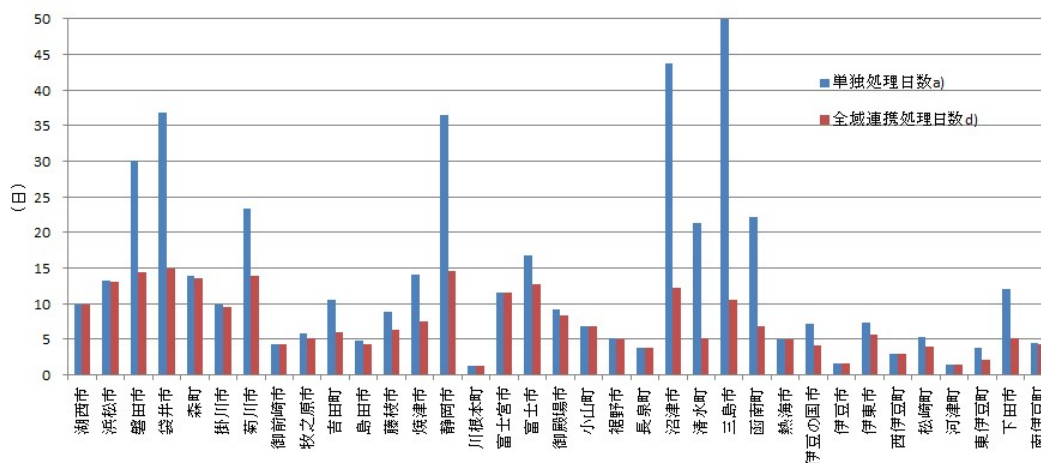


図-4 全域連携処理日数と単独処理日数の比較

2013年、皆川、草柳ら¹⁵⁾は2012年、皆川、渡邊ら¹¹⁾のモデルを改善した。2012年、皆川、渡邊ら¹¹⁾のモデルでは、対象とする道路ネットワーク上に経路点エージェントを密に配置することで経路を表現していた。これにより、密に配置された経路点エージェントを一つの線と見なし建設重機エージェントは目的地に向かって移動する。しかし、経路点エージェントは一つの属性に限られているため、この表現方法を利用すると、密なネットワークで想定ネットワークと無関係の経路への移動、高架橋などの属性の異なる道路の交差が表現できないなどの課題がある。そこで、これらの問題を解決するため経路エージェントの代わりにノードエージェントを用い、ノードをリンクでつなぐことで道路ネットワークを表現した。これにより密な道路ネットワークの作成や属性の異なる道路の交差の表現が可能となった。ノードとリンクによって表現された道路ネットワークを図-5に示す。2013年、皆川、草柳ら¹⁵⁾は、これによって被害想定で示されている緊急輸送路被災の影響度を考慮してシミュレーションを行い、皆川、渡邊ら¹¹⁾の報告結果と比較することで、輸送路被災が静岡県内の被災物撤去作業及び道路啓開作業に及ぼす影響を検討した。富士市南側の国道1号線が通行不可となった場合、富士市北側の国道139号線が通行不可となった場合、藤枝市から掛川市までの国道1号線及び掛川市北側の国道40号線が通行不可となった場合、静岡県全域ですべての建設業者が連携してがれき処理を行う場合、富士川付近の緊急輸送路が被災して早期の復旧が見込めなく、県内をその東西の2地域に分けて、それぞれの域内で建設業者が連携してがれき処理を行う場合において考察した結果、富士川付近の静岡県の東西を結ぶ輸送路が大きな重要度を占めていることが示唆された。

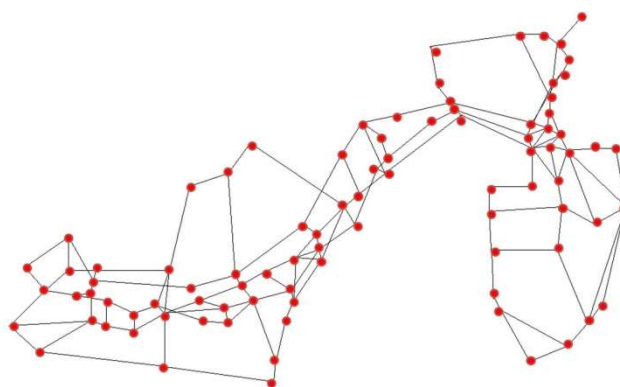


図-5 ノードとリンクによって表現された道路ネットワーク¹⁵⁾

2-4. 地域建設業による支援活動の迅速性の要因

竹谷ら¹²⁾は、2011年3月11日に発生した東日本大震災において、地域建設業によって支援活動が迅速に行われた要因をアンケート調査した。要因として、人材は自社の従業員によって確保したことに加え、被害が大きい地域では、作業員、オペレーター、建設重機を県内、県外の協力会社から確保したことがあった。結果、自社確保による建設機械やオペレーターが迅速な支援の要因と考える企業が被害の大きかった沿岸部で多いこと、支援活動に活用した資源は沿岸部では自社保有による確保が困難であったことなどが明らかとなった。県内だけでなく県外からの応援を得る事で支援活動の迅速化が図れると考えられる。

2-5. 本研究の目的

皆川、草柳ら¹¹⁾の研究では、静岡県全域において各市町間で建設重機を派遣し、被災物撤去を行うことでより合理的に被災物撤去を行うモデルによってシミュレーションを行った。これによって市町単位での連携による有効性を確認している。前述した地域建設業による支援活動の迅速性の要因で、県内のみでなく県外の協力会社から作業員、オペレーター、建設重機を確保したことがある。本研究では、広域連携化の規模を拡大し、県外から建設重機が派遣されることによる支援活動への影響を考察し、より合理的に支援活動を行うために有効な地域間連携を検討する。

第 3 章

東海大地震における被災物撤去を想定した シミュレーションの概要

3-1. シミュレーションに用いる諸要素について

本研究では、皆川、草柳らの研究でのシミュレーションモデルを基に、新たな諸要素をとり入れて静岡県が被災した場合の隣県にまたがる広域連携シミュレーションを行った。以下はそれらについて記す。

a) 建設重機保有台数

静岡県内の建設重機数に関しては、静岡県交通基盤部に提供して頂いた、市町別の災害協定に基づく災害派遣用の建設重機数を利用した¹¹⁾。シミュレーションに用いる重機は汎用性があり、重機のシェアの大半を占めているバックホウとしている。静岡県内市町別バックホウ保有台数の分布を図-6に示す。

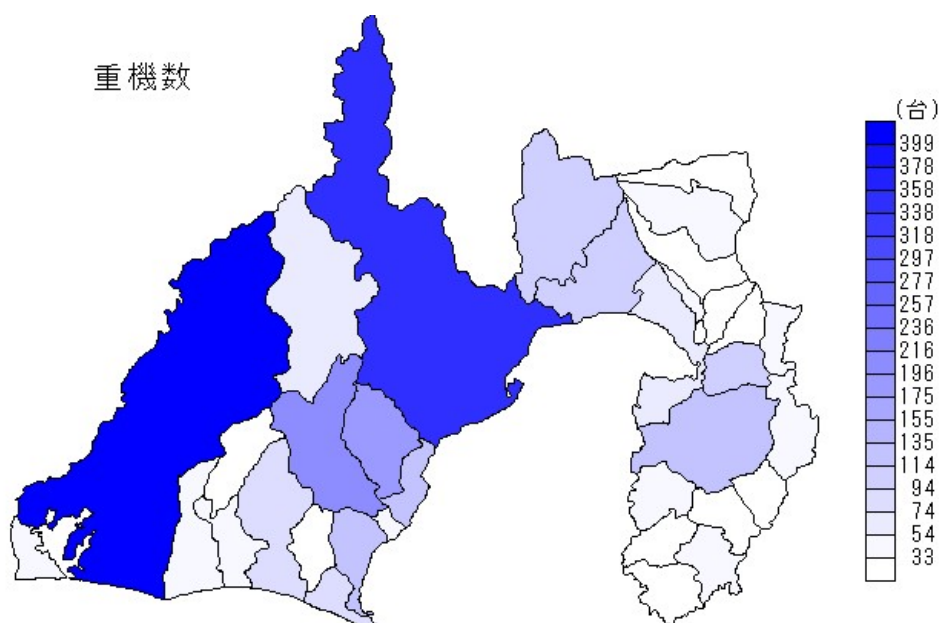


図-6 静岡県内市町村別バックホウ保有台数の分布¹¹⁾

広域連携対象地域の市町別建設重機保有台数については、静岡県のデータを基に推定を行った。静岡県における市町別建設重機保有台数と人口をまとめたものを表-3に示す。これらが、各市町の建設重機保有台数は市町の規模、人口に大方比例していることから、広域連携対象地域の各市町と同規模の静岡県の市町をいくつか選び、その総人口を建設重機総保有台数で割って得た比を利用することで建設重機保有台数を推定した。静岡県の近隣市町との連携を行う際に用いる静岡県の近隣市町である愛知県の豊橋市、岡崎市の豊川市、豊田市の新城市、山梨県の甲府市、富士吉田市、甲斐市の笛吹市、南アルプス市の神奈川県の平塚市、茅ヶ崎市、厚木市、小田原市の秦野市の建設重機保有台数を推定した。推定結果を表-4に示す。

表-3 静岡県の建設重機保有台数と人口

市町名	人口（人）	建設重機（台）	人口/建設重機
下田市	27093	33	821
東伊豆町	15081	14	1077
河津町	8517	31	275
南伊豆町	10289	22	468
松崎町	8598	25	344
西伊豆町	7571	38	199
熱海市	42289	35	1208
伊東市	74862	50	1497
伊豆市	37491	118	318
伊豆の国市	50624	100	506
函南町	38839	19	2044
沼津市	211288	70	3018
三島市	111707	14	7979
御殿場市	84001	34	2471
裾野市	52614	27	1949
清水町	31276	17	1840
長泉町	37626	43	875
小山町	21363	18	1187
富士宮市	133765	97	1379
富士市	255085	110	2319
静岡市	724954	352	2060
島田市	105022	202	520
牧の原市	51101	115	444
吉田町	28284	33	857
川根本町	9540	68	140
磐田市	174884	41	4265
掛川市	114908	85	1352
袋井市	83924	39	2152
御前崎市	36925	82	450
菊川市	45607	29	1573
森町	21035	13	1618
浜松市	814815	419	1945
湖西市	58964	33	1787
県合計	3816516	2733	1396

表-4 静岡県内の近隣市町の建設重機保有台数の推定

市町名	人口（人）	同規模市町	人口/建設重機	建設重機 （台）
小田原市	197081	磐田市、沼津市	3479	57
甲府市	192725			55
豊橋市	358584	沼津市、富士市	2591	138
岡崎市	351616			136
豊田市	346213			134
平塚市	257387			99
茅ヶ崎市	235643			91
厚木市	219027			85
豊川市	177891	富士宮市、焼津市、三島市、磐田市	2020	88
秦野市	161986			80
甲斐市	73073	伊東市、御殿場市、湖西市、袋井市	1934	38
笛吹市	71166			37
南アルプス市	73087			38
富士吉田市	52186	熱海市、裾野市、袋井市、湖西市	1609	32
新城市	53133	熱海市、伊豆の国市、裾野市、牧之原市	888	60

愛知県、神奈川県との連携を行う際に用いる愛知県、神奈川県の各市町の建設重機推定保有台数を表-5、表-6に示す。静岡県の近隣市町と同様に広域連携対象地域の各市町と同規模の静岡県の市町をいくつか選び、その総人口を建設重機総保有台数で割って得た比を利用することで建設重機保有台数を推定した。

人口も多く大規模市町である名古屋市、横浜市に関しては静岡県内に同規模市町が存在しなかったため、建設事業費に着目し推定を行うこととした。愛知県、神奈川県、名古屋市、横浜市の建設事業費を調べ、愛知県全体と名古屋市、神奈川県全体と横浜市での建設事業費の比をとることにより建設重機保有台数の推定を行った。愛知県の公共事業費、285147百万円に対し名古屋市が63181百万円である。これらの比4.51と愛知県の総重機数3263台から名古屋市の推定保有建設重機数は723台と算出した。神奈川県の公共事業費、147415百万円に対し、横浜市が229百万円である。これらの比6.16と神奈川県の総重機数2705

台から横浜市の推定保有建設重機数は 479 台と算出した。

表-5 愛知県の推定建設重機保有台数

市町名	人口	建設重機数	市町名	人口	建設重機数
名古屋市	2271380	723	岩倉市	46360	44
豊橋市	374404	138	豊明市	69450	78
岡崎市	374817	136	日進市	87984	45
一宮市	379055	146	田原市	63120	71
瀬戸市	130749	103	愛西市	63935	72
半田市	117805	107	清須市	65970	74
春日井市	307495	119	北名古屋市	83034	42
豊川市	181329	88	弥富市	43357	41
津島市	63871	72	みよし市	61481	69
碧南市	70955	80	あま市	86820	44
刈谷市	147548	73	長久手市	55260	62
豊田市	420342	134	東郷町	42314	40
安城市	181504	90	豊山町	15059	46
西尾市	165922	48	大口町	22679	22
蒲郡市	80876	41	扶桑町	33854	44
犬山市	74656	38	大治町	30781	40
常滑市	56404	53	蟹江町	36602	35
江南市	99328	50	飛島村	4516	17
小牧市	147019	115	阿久比町	26997	27
稲沢市	137006	108	東浦町	49869	47
新城市	48021	60	南知多町	19381	19
東海市	111092	92	美浜町	24579	24
大府市	87690	44	武豊町	42589	40
知多市	83916	43	幸田町	39384	37
知立市	69771	79	設楽町	5286	20
尾張旭市	81646	41	東栄町	3501	13
高浜市	45029	43	豊根村	1204	6

表-6 神奈川県 の推定建設重機保有台数

市町名	人口	建設重機数	市町名	人口	建設重機数
横浜市	3,703,852	479	南足柄市	43,571	41
川崎市	1,449,944	466	綾瀬市	83,924	43
相模原市	721,221	350	葉山町	32,565	43
横須賀市	409,576	186	寒川町	47,474	45
平塚市	258,120	99	大磯町	32,484	43
鎌倉市	173,483	86	二宮町	28,968	28
藤沢市	418,267	190	中井町	9,797	30
小田原市	196,075	57	大井町	17,356	17
茅ヶ崎市	237,346	91	松田町	11,393	35
逗子市	57,860	65	山北町	11,084	34
三浦市	46,299	44	開成町	16,766	16
秦野市	169,370	80	箱根町	13,238	41
厚木市	224,955	85	真鶴町	7,684	29
大和市	231,876	89	湯河原町	26,035	26
伊勢原市	100,955	92	愛川町	40,878	39
海老名市	129,115	101	清川村	3,297	13
座間市	129,645	102			

b) 市町別被災物発生量

皆川草柳らは、静岡県が発表した第3次被害想定に示されている市町別の倒壊家屋数と、中部経済連合会が2008年に発表した「大震災に備えた震災がれき処理について」に示されている静岡県内全域でのがれき推定発生量を利用して決定した¹¹⁾。結果を表-7に、それらの分布図を図-7に示す。

表-7 市町別推定がれき発生量¹¹⁾

市町名	がれき発生量(万 m^3)	市町名	がれき発生量(万 m^3)	市町名	がれき発生量(万 m^3)	市町名	がれき発生量(万 m^3)
湖西市	29.78	吉田町	31.83	小山町	11.07	伊豆市	17.04
浜松市	506.47	島田市	87.64	裾野市	12.45	伊東市	33.51
磐田市	112.26	藤枝市	143.80	長泉町	14.63	西伊豆町	10.16
袋井市	130.87	焼津市	162.71	沼津市	278.81	松崎町	12.15
森町	16.37	静岡市	1166.79	清水町	32.90	河津町	4.07
掛川市	75.82	川根本町	7.69	三島市	160.65	東伊豆町	4.76
菊川市	61.55	富士宮市	101.53	函南町	38.20	下田市	35.96
御前崎市	31.94	富士市	168.38	熱海市	15.72	南伊豆町	9.07
牧之原市	61.26	御殿場市	28.31	伊豆の国市	64.94	県合計	3681.08

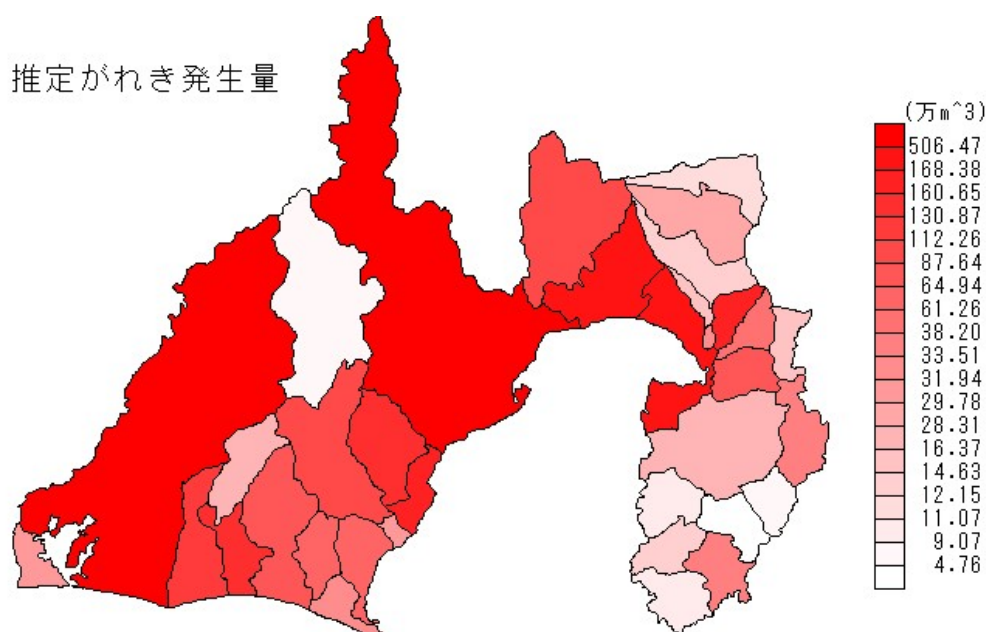


図-7 静岡縣市町別がれき推定発生量の分布¹¹⁾

静岡県は昭和 53 年,平成 5 年,平成 13 年と三回に亘り,被害想定を実施し,基礎的資料として活用してきた.本研究では平成 25 年度に実施された第 4 次被害想定を考慮することで最新のデータを用いることに留意した.第 4 次被害想定の特徴として以下の点が挙げられる.

- 駿河トラフ,南海トラフ沿いと相模トラフ沿いによる被害を想定
- レベル 1,レベル 2 地震動に分けた被害を想定

第 4 次被害想定は地震,津波の区分として,レベル 1 の地震・津波やレベル 2 の地震・津波に分けられる.レベル 1 の地震・津波とレベル 2 の地震・津波の違いを表-8 に示す¹³⁾.レベル 1 の地震・津波は東海地震のような 100 年に 1 度程度の発生頻度が比較的に高く,発生すれば大きな被害をもたらす地震である.それに対し,レベル 2 の地震・津波は 2011 年に発生した東日本大震災のような過去数 100 年間に経験してきた地震・津波(レベル 1 の地震・津波)を再現したものである.東日本大震災は従来の被害想定を上回る地震・津波によるものであり,これまでの被害想定に限界が露呈する形となった.こうしたことから,あらゆる可能性を考慮した最大クラスの巨大な地震・津波(レベル 2 の地震・津波)についても検討する必要がある.レベル 2 の地震・津波において,静岡県ではさらに 3 パターンの震源地を考慮した被害想定を行なっている.基本ケースに対し,震源地が東側とされる東側ケース,西側に近い陸側ケースである.それぞれの発生パターンの震度図を図-8 に示す¹³⁾.

表-8 想定の対象とした二つのレベルの地震・津波¹³⁾

区分	内容
レベル 1 の地震・津波	本県がこれまで地震被害想定の対象としてきた東海地震のように,発生頻度が比較的高く,発生すれば大きな被害をもたらす地震・津波
レベル 2 の地震・津波	内閣府(2012)により示された南海トラフ巨大地震のように,発生頻度は極めて低い,発生すれば甚大な被害をもたらす,最大クラスの地震・津波

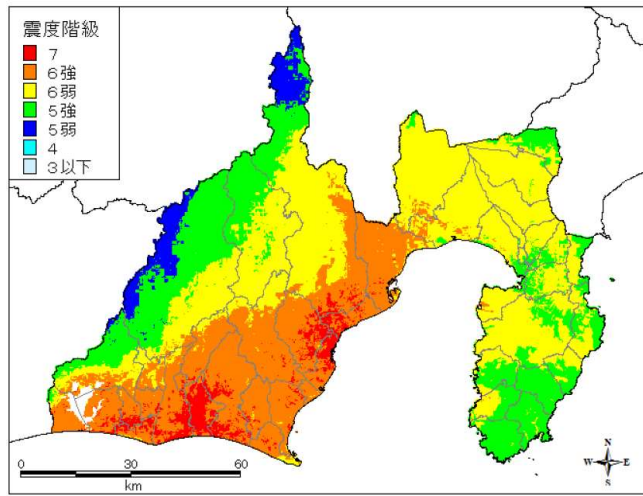


図-8-1 基本ケースにおける震度分布 ¹³⁾

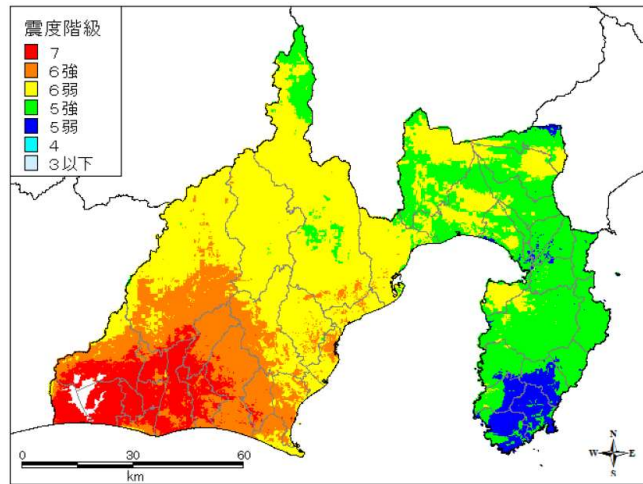


図-8--2 陸側ケースにおける震度分布 ¹³⁾

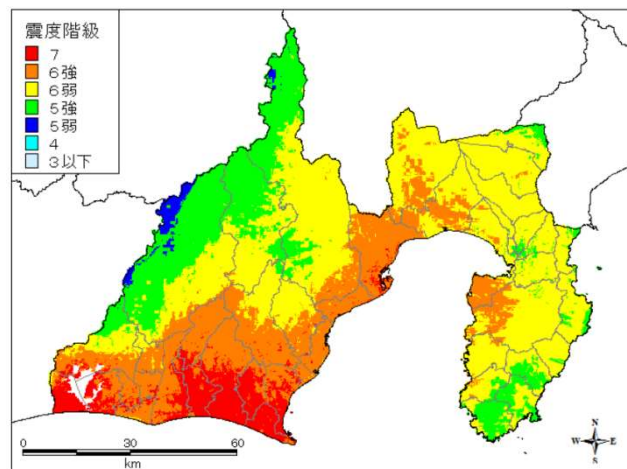


図-8-3 東側ケースにおける震度分布 ¹³⁾

また、時間帯や季節によって人間の行動は変化し、火器の使用等により被害も大きく変化するといえる。以下に特徴を記す¹³⁾。

- 冬・深夜

多くの人々が家で就寝中であり、火器の使用が少ない。つまり、家屋倒壊による死者が多いことや津波からの避難が遅いことが危惧される。また、オフィスや繁華街の滞留者や鉄道・道路利用者が少ないのが特徴である。

- 夏・昼

自宅外で被災するケースが多く、老朽木造住宅の倒壊による死者数は冬・深夜と比較して少ない。夏場、地震発生により避難所等では熱中症等や衛生上の問題が発生することが危惧される。

- 冬・夕

飲食業等の出火件数が最も多くなる時間帯といえる。オフィスや繁華街周辺のほか、ターミナル駅にも滞留者が多数存在する。鉄道、道路もほぼ帰宅ラッシュ時に近い状況でもあり、交通被害による人的被害や交通機能支障による影響が大きい。

本研究では、全壊・焼失棟数が最も大きいケースを想定することからレベル2の地震・津波とし、地震の発生ケースは基本ケース、季節が冬、時間帯は夕方とした。

これらを踏まえて、皆川草柳らと同様な算出方法で被災物数を求めた¹⁵⁾。結果を図-9に示す。

図-9-1 各市町村における被災物数（賀茂，東部）

市町名		合計	被災物数	被災物総数(万 m ³)
県計		223000	4265.33	6751.85
賀茂	下田市	3600	68.86	79.38
	東伊豆町	500	9.56	14.35
	河津町	500	9.56	14.35
	南伊豆町	1500	28.69	32.52
	松崎町	1700	32.52	39.21
	西伊豆町	2800	53.56	58.34
	(小計)	11000	210.40	244.83
東部	沼津市	4800	91.81	197.01
	熱海市	100	1.91	8.61
	三島市	200	3.83	19.13
	富士宮市	1300	24.87	83.20
	伊東市	400	7.65	26.78
	富士市	1700	32.52	111.89
	御殿場市	200	3.83	16.26
	裾野市	100	1.91	11.48
	伊豆市	1200	22.95	34.43
	伊豆の国市	200	3.83	16.26
	函南町	80	1.53	6.31
	清水町	100	1.91	7.65
	長泉町	70	1.34	6.12
	小山町	50	0.96	3.83
(小計)	11000	210.40	554.68	

図-9-2 各市町村における被災物数（中部，西部）

市町名		合計	被災物数	被災物総数(万 m ³)
県計		223000	4265.33	4609.62
中部	静岡市葵区	17000	325.16	516.43
	静岡市駿河区	14000	267.78	411.23
	静岡市清水区	17000	325.16	583.37
	島田市	8000	153.02	248.65
	焼津市	15000	286.91	459.05
	藤枝市	17000	325.16	449.49
	牧之原市	7200	137.71	191.27
	吉田町	2800	53.56	93.72
	河根本町	100	1.91	7.65
	(小計)	98000	1874.45	2964.69
西部	浜松市中区	19000	363.41	525.99
	浜松市東区	7100	135.80	216.14
	浜松市西区	9200	175.97	270.65
	浜松市南区	9900	189.36	281.17
	浜松市北区	1800	34.43	76.51
	浜松市浜北区	1800	34.43	72.68
	浜松市天竜区	400	7.65	22.95
	磐田市	15000	286.91	420.79
	掛川市	13000	248.65	363.41
	袋井市	12000	229.52	318.47
	湖西市	5800	110.94	168.32
	御前市	2800	53.56	84.16
	菊川市	3200	61.21	96.59
	森町	2000	38.25	62.16
(小計)	104000	1989.21	3002.95	

c) 建設重機のがれき処理能力¹¹⁾

バックホウのがれき処理能力は国土交通省が定めている土木工事標準積算書をもとに設定した。表-10に示す処理能力に従い、震災発生時の活動を想定するために劣悪な作業環境が予想され、作業の種類はルーズな状態の積み込み、バックホウの規格に関しては、市町保有の個々のバックホウ規格に関する詳細な調査する事が困難であるために全ての規格及び土質条件での作業量の平均の値を用いる事とする。重機の作業時間は1時間あたりの作業量を算出し、24時間態勢での作業とする。本報告では土木工事標準積算書をもとに処理能力を設定したが、この数値は土砂を対象としての処理能力である。実際には、混合廃棄物である災害被災物処理においてはグラップルで処理するのが一般的であると考えられることから、災害がれき処理能力については東日本大震災での実例を踏まえて、今後の課題とする。

表-10 バックホウの被災物処理能力

作業の種類	名称	規格	土質名	単位	障害なし	障害あり
地山の掘削積込	バックホウ運転	排出ガス対策型（第2次基準値）	砂・砂質土・レキ質土・粘性土	m ³	300	190
		クローラ型山積0.8m ³ （平積0.6m）	岩塊・玉石	m ³	230	140
		排出ガス対策型（第1次基準値）	砂・砂質土・レキ質土・粘性土	m ³	500	320
		クローラ型山積1.4m ³ （平積1.0m）	岩塊・玉石	m ³	410	260
ルーズな状態の積込	バックホウ運転	排出ガス対策型（第2次基準値）	砂・砂質土・レキ質土・粘性土	m ³	310	
		クローラ型山積0.8m ³ （平積0.6m）	岩塊・玉石	m ³	260	
		排出ガス対策型（第1次基準値）	砂・砂質土・レキ質土・粘性土	m ³	520	
		クローラ型山積1.4m ³ （平積1.0m）	岩塊・玉石	m ³	440	
		排出ガス対策型（第1次基準値）	砂・砂質土・レキ質土・粘性土	m ³	160	
クローラ型山積0.45m ³ （平積0.35）	岩塊・玉石	m ³	130			
床掘り（作業土工）	バックホウ運転	排出ガス対策型（第2次基準値）	砂・砂質土・レキ質土・粘性土	m ³	220	180
		クローラ型山積0.8m ³ （平積0.6m）	岩塊・玉石	m ³	160	130
		排出ガス対策型（第1次基準値）	砂・砂質土・レキ質土・粘性土	m ³	150	100
		クローラ型山積0.45m ³ （平積0.35）	岩塊・玉石	m ³	110	70

d) 建設重機の初期配置及び被災物発生地点¹¹⁾

本研究では広域での県間、市町間の連携を重視している。そのために市町内でのマイクロな動きは無視し、市町内での建設重機の初期配置地点およびがれき発生地点は各市町の役所とする。

e) 建設重機移動速度¹¹⁾

建設重機の移動速度は国土交通省発表の道路交通センサス¹⁴⁾より混雑時旅行速度35.1km/hとする。

f) エージェントの行動ルール¹¹⁾

建設重機を表すエージェントを用意する。建設重機エージェントは図-9 に示すフローチャートに従い行動する。建設重機エージェントは、初期配置された市町内での被災物撤去作業を行う。作業完了後、現在地点から最も近い目的地に向かって、リンクとノードで作られている経路点エージェントを通過して移動する。経路点エージェントはダイクストラ法を用いて自分の位置から目的地までの最小距離を常に計算し、建設重機エージェントは視野の中にある経路点エージェントで最も小さい数値を持つ（目的地に最も近道となる）経路点を順に辿って移動する。目的地に到着すると被災物撤去作業を行う。全ての市町で作業が完了するまでこの移動と作業を繰り返す。

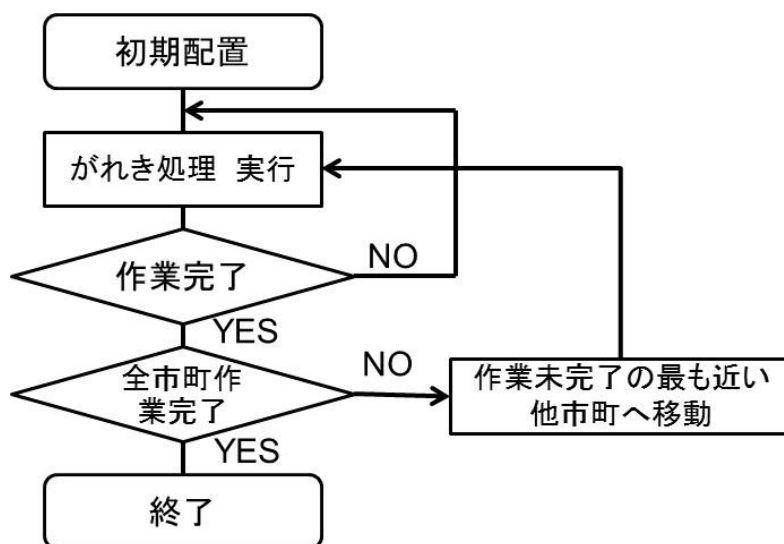


図-9 エージェントの行動ルール

g) 静岡県内の地域分別¹¹⁾

静岡県の市町において、地域別に考察を行う際、図-10に示した、西部、中部、東部、伊豆の4地域を用いる。

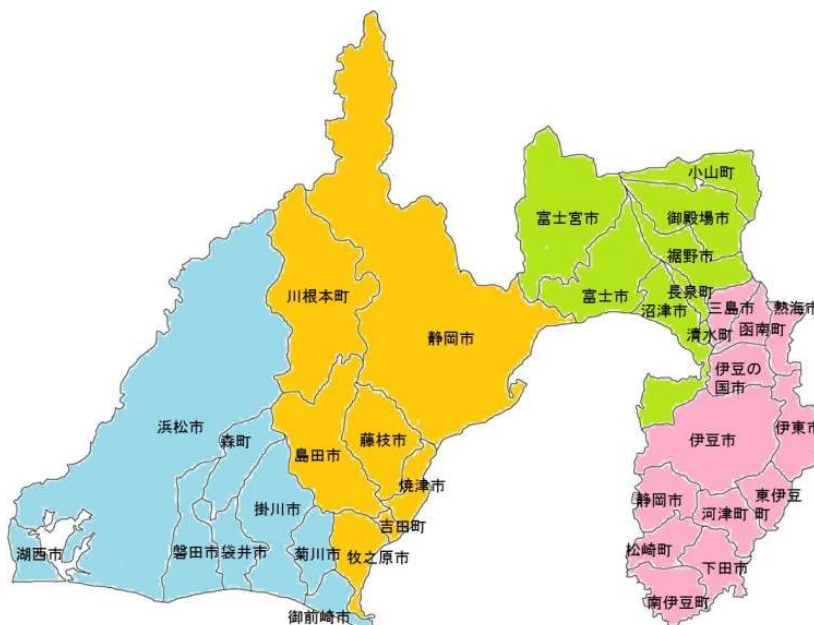


図-10 静岡県内の地域分別

3-2. 広域連携において想定するシナリオ

全項目の諸要素を踏まえてシミュレーションを行った。東海大地震が発生した際の広域連携において想定するシナリオを以下に記す。

- 静岡県の近隣に位置する他県の市町から建設重機を派遣する
- 大規模な都市であり、建設重機を多く保有していると推定される名古屋市，横浜市がある愛知県，神奈川県と連携する

これらのシナリオを想定した広域連携化による被災物撤去モデルを作成し、シミュレーションを行った。

第4章

静岡県近隣市町を対象とした広域連携化 シミュレーションの結果及び考察

4-1. 静岡県の近隣市町を対象とした広域連携化モデル

静岡県に隣接している県は、愛知県、長野県、山梨県、神奈川県である。これらの県の各市町村の人口を基にした規模と道路環境の調査から、対象都市を決定した。対象とする都市は、愛知県の豊橋市、岡崎市、豊川市、豊田市、新城市、山梨県の甲府市、富士吉田市、甲斐市、笛吹市、南アルプス市、神奈川県の平塚市、茅ヶ崎市、厚木市、小田原市、秦野市とした。長野県は静岡県と隣接しているが、被災物処理の対象都市から遠方であるため、対象外とした。愛知県の豊橋市、岡崎市、豊田市は人口が静岡県の静岡市、浜松市、に次ぐ規模であり、アクセス面では、豊川市、新城市も含め、東名高速道路、豊橋東バイパス沿いにあるため十分であると言える。山梨県は、国道身延道、富士パノラマライン付近に有力な市が集中しているため人口が多い上位5市を選定した。神奈川県は東名高速道路、西湘バイパスを基に同基準で選定した。これらの15市町から静岡県内へ建設重機を派遣することを想定した。

静岡県内の被災物撤去を行うにあたって、静岡県内の建設重機のみで処理した場合と対象とした隣接市町を加えて処理した場合で比較した。シミュレーションによって得られた結果を静岡県の西部、中部、東部、伊豆の4域に別けてまとめたものを表-11、これらの差を比較したものを図-12に示す。

表-11-1 隣接市町との連携による被災物撤去日数（西部、中部）

		被災物撤去日数（日）	
地域	市町名	静岡県のみ	近隣市町による連携
西部	湖西市	9.92	6.38
	浜松市	13.04	7.65
	磐田市	14.47	8.29
	袋井市	14.88	8.5
	森町	13.86	7.7
	掛川市	9.80	5.98
	菊川市	13.25	7.59
	御前崎市	4.28	1.58
	合計	93.51	53.67
中部	牧之原市	5.21	4.07
	吉田市	5.98	4.31
	島田市	4.77	2.95
	藤枝市	6.41	4.7
	焼津市	7.73	5.88
	静岡市	14.61	10.45
	川根本町	1.24	0.27
	合計	45.95	32.63

表-11-2 隣接市町との連携による被災物撤去日数（東部，伊豆）

		被災物撤去日数（日）	
地域	市町名	静岡県のみ	近隣市町による連携
東部	富士宮市	11.50	6.84
	富士市	12.70	7.92
	御殿場市	8.33	5.71
	小山町	6.78	4.59
	裾野市	5.09	3.89
	長泉市	3.73	1.24
	沼津市	12.21	8.09
	清水町	6.13	5.16
	合計	66.47	43.44
伊豆	三島市	8.74	6.78
	函南町	5.50	4.13
	熱海市	4.93	3.87
	伊豆の国市	4.13	1.95
	伊豆市	1.58	0.8
	伊東市	5.71	5.21
	西伊豆町	2.95	1.2
	松崎市	3.89	1.45
	河津町	1.45	0.59
	東伊豆町	2.18	1.01
	下田市	5.16	4.28
	南伊豆町	4.07	2.18
	合計	50.29	33.45

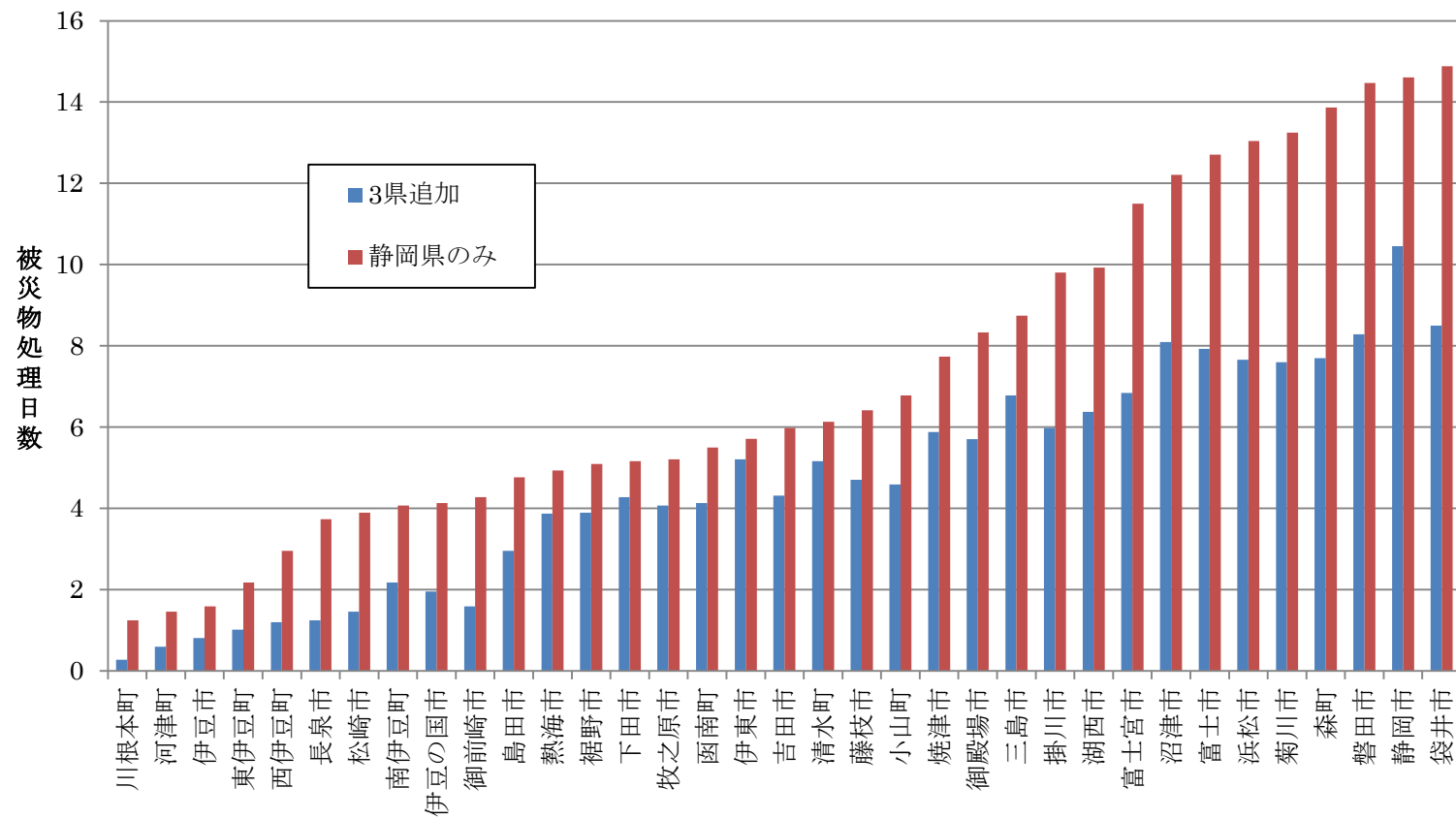


図-12-1 近隣市町との連携による被災物撤去日数の比較

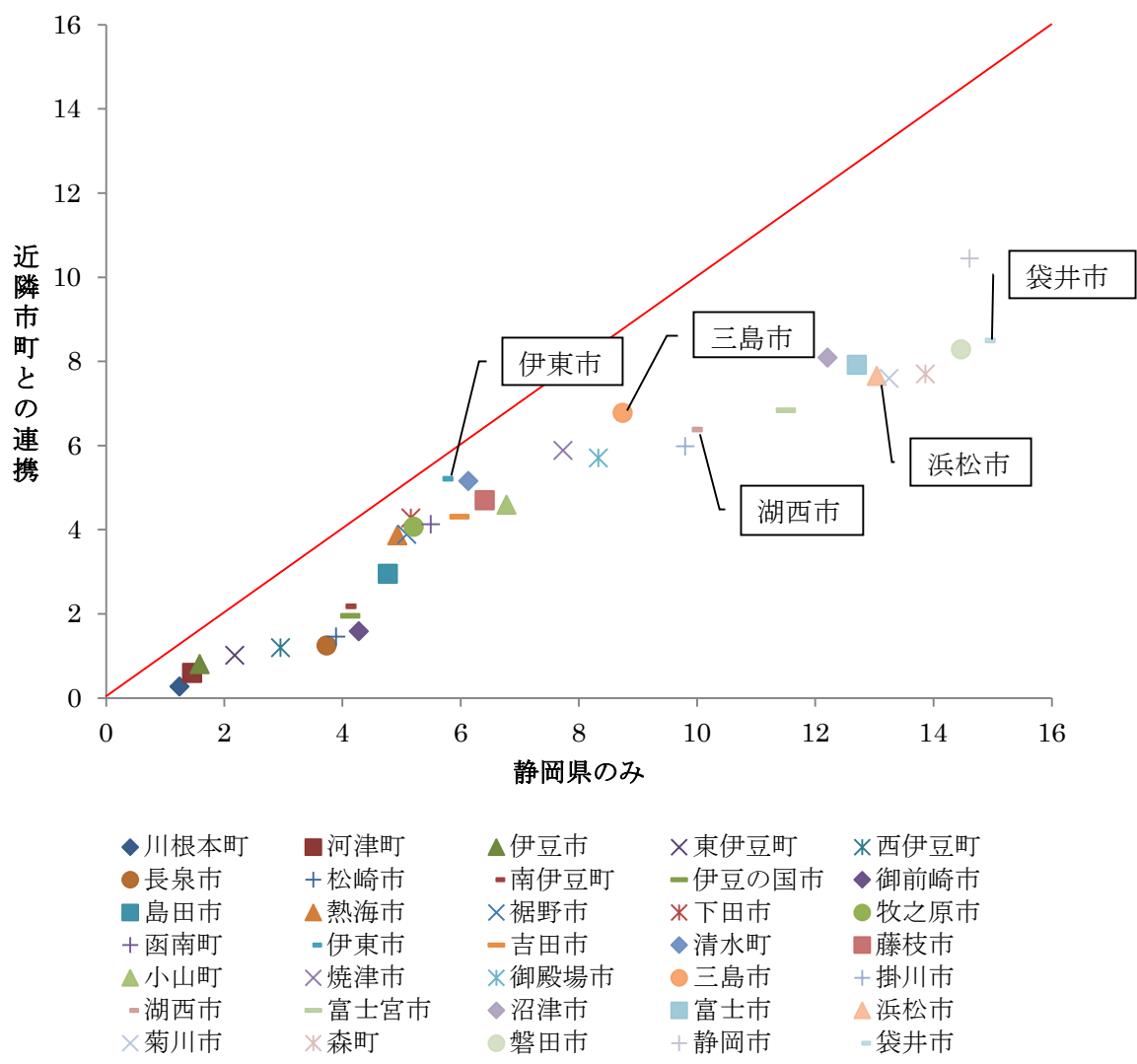


図-12-2 被災物撤去日数の市町別の散布

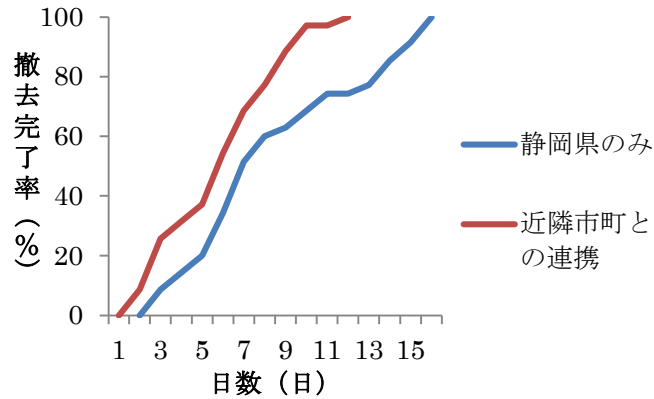


図-12-3 撤去完了率の推移

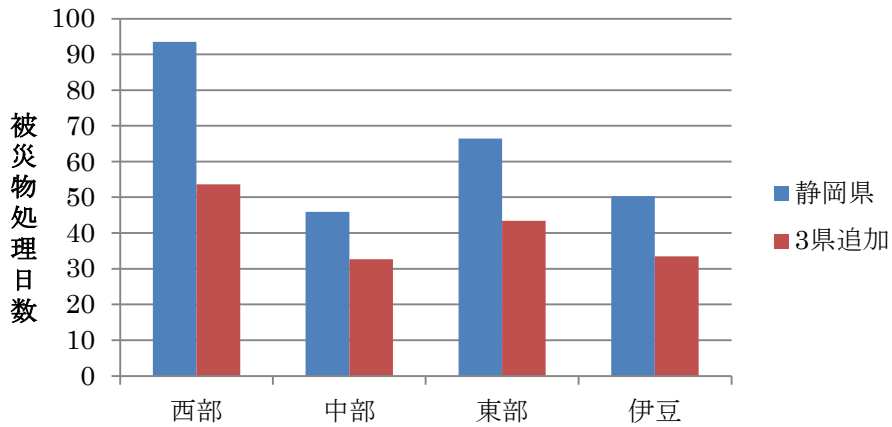


図-12-4 地域別に見た近隣市町との連携による被災物撤去日数の比較

隣接市町を追加した場合、全市町において処理日数が減っていることから、広域連携の有効性が示された。処理日数の平均短縮率は36%であること、また、静岡県のみの処理では最も処理日数を要する袋井市の処理日数が40%短縮されていることから、影響力の大きさを確認できる。東名高速道路、豊橋東バイパスがあるため愛知県から派遣される建設重機のアクセスが容易である湖西市では36%、浜松市では41%、同様に国道富士パノラマライン、身延道があり、山梨県から派遣される建設重機のアクセスが容易である富士宮市では41%短縮されており、派遣重機の有効性が示唆されている。しかし、東名高速道路、西湘バイパスがあり神奈川県から派遣される建設重機のアクセスが容易である三島市では、22%と平均を下回っており派遣重機の有効性を確認できなかった。三島市の付近には、裾野市、長泉市、沼津市が密接していることから、派遣重機がそれらへ流れたことが示唆される。また、伊東市においては短縮率が9%であり、効果があまり見られなかった。撤去完了率の推移をから、隣接市町と連携した場合が均等に撤去完了率が上がっている事が分かる。地域別に見ると派遣重機数が比較的多い愛知県と隣接している西部が最も多く短縮されている事が分かる。

第 5 章

愛知県・神奈川県を対象とした広域連携化 シミュレーションの結果及び考察

5-1. 愛知県、神奈川県と連携した被災物撤去モデル

東海大地震における被災物撤去を行うにあたって、静岡県より多く建設重機を保有しており、大規模な都市である名古屋市、横浜市がある愛知県、神奈川県と連携する場合を想定した。緊急輸送路を基に作成した静岡県、愛知県、神奈川県の道路ネットワークを図-13に示す。この道路ネットワークによって被災物撤去を行う場合を以下のパターンでシミュレーションした。

- 建設重機保有台数が特に多い名古屋市、横浜市から建設重機を派遣する
- 静岡県に近い愛知県の市町から建設重機を派遣する
- 名古屋市のみから建設重機を派遣する
- 被災物撤去日数があまり短縮されなかった市町に優先的に建設重機を派遣する



図-13 静岡県、愛知県、神奈川県の道路ネットワーク

5-2. 名古屋市，横浜市の影響

愛知県，神奈川県の各市町が保有している建設重機数を推定した結果，県庁所在地である名古屋市，横浜市が特に多く保有していた．これらと連携した場合の影響は大きいと考えられる．そこで，前項目でシミュレーションを行った愛知県，神奈川県，山梨県の3県の静岡県から比較的近くにある市町，全15市町と連携した場合と名古屋市，横浜市の2市と連携した場合で被災物撤去作業にそれぞれどれくらい影響があるのかを比較した．2パターンでの被災物撤去日数を表-12に，それらの差を比較したグラフを図-14に示す．

表-12 3県近隣市町，名古屋・横浜との連携による被災物撤去日数

市町名	被災物撤去終了日数（日）		市町名	被災物撤去終了日数（日）	
	3県近隣市町	名古屋・横浜		3県近隣市町	名古屋・横浜
川根本町	0.27	0.31	藤枝市	4.7	5.09
河津町	0.59	0.52	小山町	4.59	4.93
伊豆市	0.8	0.88	焼津市	5.88	5.7
東伊豆町	1.01	1.1	御殿場市	5.71	5.5
西伊豆町	1.2	1.24	三島市	6.78	6.38
長泉市	1.24	1.29	掛川市	5.98	5.94
松崎市	1.45	1.45	湖西市	6.38	5.98
南伊豆町	2.18	2.95	富士宮市	6.84	6.91
伊豆の国市	1.95	2.18	沼津市	8.09	7.6
御前崎市	1.58	1.58	富士市	7.92	7.51
島田市	2.95	3.89	浜松市	7.65	7.17
熱海市	3.87	4.07	菊川市	7.59	7.1
裾野市	3.89	4.13	森町	7.7	7.32
下田市	4.28	4.6	磐田市	8.29	8.14
牧之原市	4.07	4.13	静岡市	10.45	10.37
函南町	4.13	4.28	袋井市	8.5	8.38
伊東市	5.21	5.21	合計	163.18	163.71
吉田市	4.31	4.72	平均	4.8	4.81
清水町	5.16	5.16			

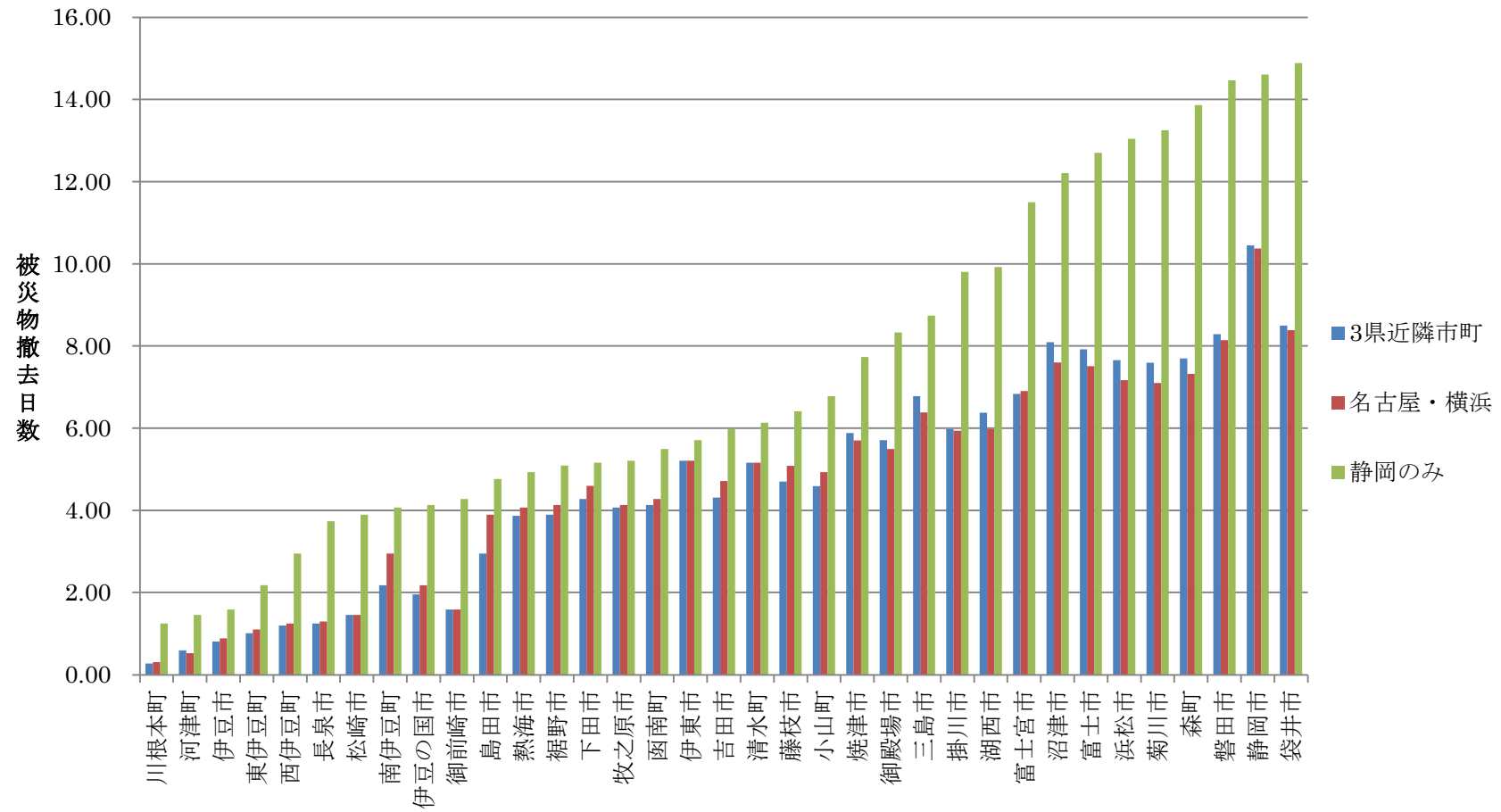
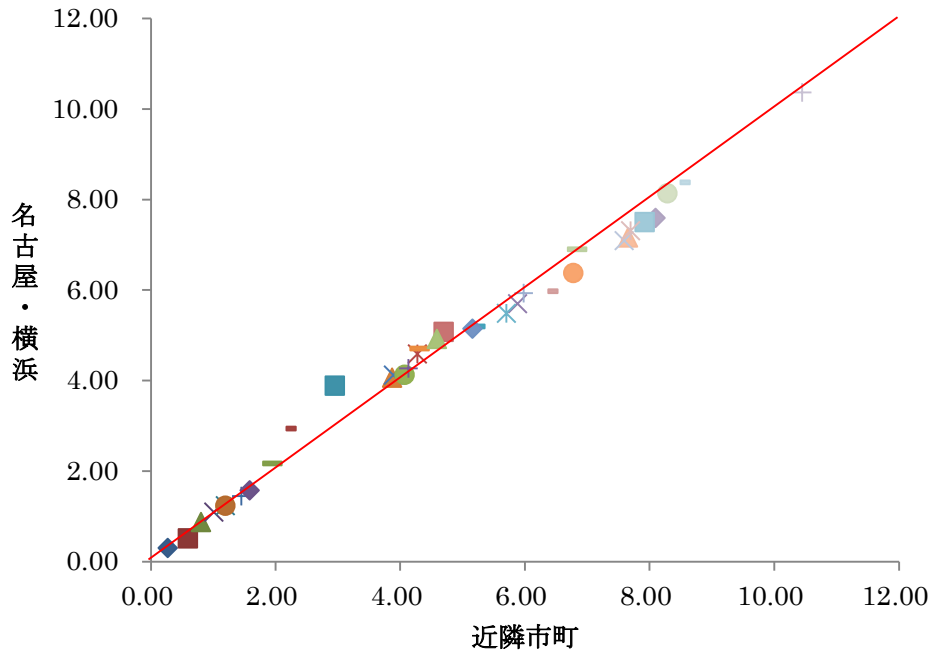


図-14-1 3県近隣市町，名古屋・横浜との連携による被災物撤去日数の比較



- | | | | | |
|-------|-------|-------|--------|-------|
| ◆川根本町 | ■河津町 | ▲伊豆市 | ×東伊豆町 | ×西伊豆町 |
| ●長泉市 | +松崎市 | -南伊豆町 | -伊豆の国市 | ◆御前崎市 |
| ■島田市 | ▲熱海市 | ×裾野市 | ×下田市 | ●牧之原市 |
| +函南町 | -伊東市 | -吉田市 | ◆清水町 | ■藤枝市 |
| ▲小山町 | ×焼津市 | ×御殿場市 | ●三島市 | +掛川市 |
| -湖西市 | -富士宮市 | ◆沼津市 | ■富士市 | ▲浜松市 |
| ×菊川市 | ×森町 | ●磐田市 | +静岡市 | -袋井市 |

図-14-2 被災物撤去日数の市町別の散布

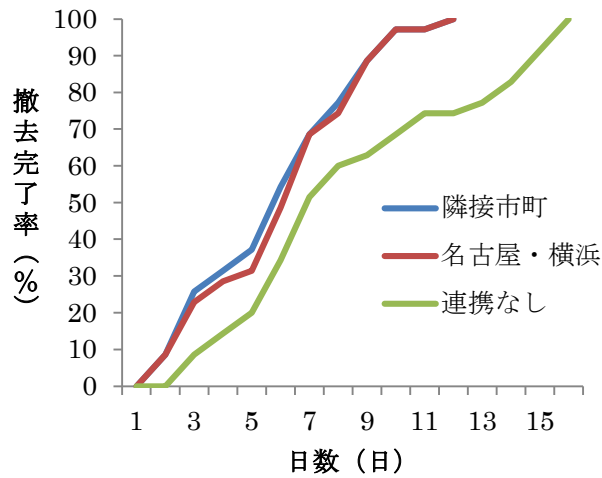


図-14-3 撤去完了率の推移

3 県近隣市町，名古屋・横浜それぞれの被災物撤去日数の合計がほぼ等しい値となった。建設重機保有台数や市町の規模に関係なく，静岡県近隣の位置している 15 市町と静岡県からの距離は遠くなるが，市の規模が大きく，建設重機を多く保有している 2 市ではほぼ同程度の影響を及ぼしたと言える。被災物撤去日数の市町別の散布では対角線上に市町が集まっており，撤去完了率の推移では近隣市町と名古屋・横浜の推移がほぼ重なっており，8 日以降では一致していることから，同じ事が言える。前者は派遣建設重機がすぐに静岡県内の市町に駆け付けられるが市町個々の力は比較的弱い。後者は被災物撤去作業に入るまでの時間は比較的掛かってしまうが，作業への影響は大きいと言える。被災物撤去された静岡県の市町ごとに見ると，市町によって 3 県近隣市町が早い場合，名古屋・横浜が早い場合がある。南伊豆町ではその差が顕著に表れており，名古屋・横浜よりも 3 県近隣市町の影響が大きい。これは南伊豆町が伊豆地域の海沿い最南端に位置していること，また，近隣の市町である松崎市や西伊豆町では 3 県近隣市町と名古屋・横浜の差があまり見られないことから，南伊豆町の近隣の市町が派遣建設重機が到着する前に被災物撤去を終えており，アクセスの早い 3 県近隣市町の派遣建設重機を使う事が出来たと考えられる。このように，地理的な問題で 3 県近隣市町と名古屋・横浜に差が出た市町があった。

5-3. 近隣市町と有力市町による影響の比較

近隣市町と連携した場合，有力市町と連携した場合の影響の差を比較するために，愛知県を対象としてシミュレーションを行った。前項目の愛知県の建設重機数から名古屋市が他の市町と大差で建設重機を多く保有していることが分かる。これは連携をする際，名古屋市を含む場合と含まない場合では大きく差が出る事が考えられる。そこで，派遣建設重機を名古屋市のみと愛知県の近隣市町とで被災物撤去シミュレーションを行った結果を表-13，図-15 に示す。以降の考察で用いる，名古屋市と建設重機数が同程度になるように近隣市町を選択したものを「近隣市町=名古屋」と記す。

表-13 愛知近隣市町，名古屋市との連携による被災物撤去日数

市町名	被災物撤去終了日数（日）		
	愛知近隣市町	名古屋のみ	近隣市町=名古屋
湖西市	0.79	0.52	0.46
川根本町	1.24	1.24	1.24
河津町	1.45	1.45	1.45
伊豆市	1.58	1.58	1.58
東伊豆町	2.18	2.18	2.18
西伊豆町	2.95	2.95	2.95
長泉市	3.73	3.73	3.73
松崎市	3.89	3.89	3.89
南伊豆町	4.07	4.07	4.07
伊豆の国市	4.13	4.13	4.13
御前崎市	4.28	4.28	4.28
島田市	4.75	4.68	4.40
熱海市	4.93	4.93	4.93
浜松市	6.97	5.09	5.01
裾野市	5.09	5.09	5.09
下田市	5.16	5.16	5.16
吉田市	5.98	5.98	5.98
清水町	6.13	6.13	6.13
藤枝市	6.40	6.37	6.22
小山町	6.78	6.78	6.78
袋井市	9.27	6.91	6.83
森町	9.47	7.01	7.01
掛川市	9.34	7.17	7.09
菊川市	9.77	7.51	7.43
焼津市	7.72	7.60	7.49
御殿場市	8.33	8.33	8.33
三島市	8.74	8.74	8.74
静岡市	12.99	11.44	11.39
富士宮市	11.50	11.50	11.50
富士市	12.70	11.70	11.65
沼津市	12.21	11.82	11.78
合計	218.98	202.30	201.16
平均	6.44	5.95	5.92

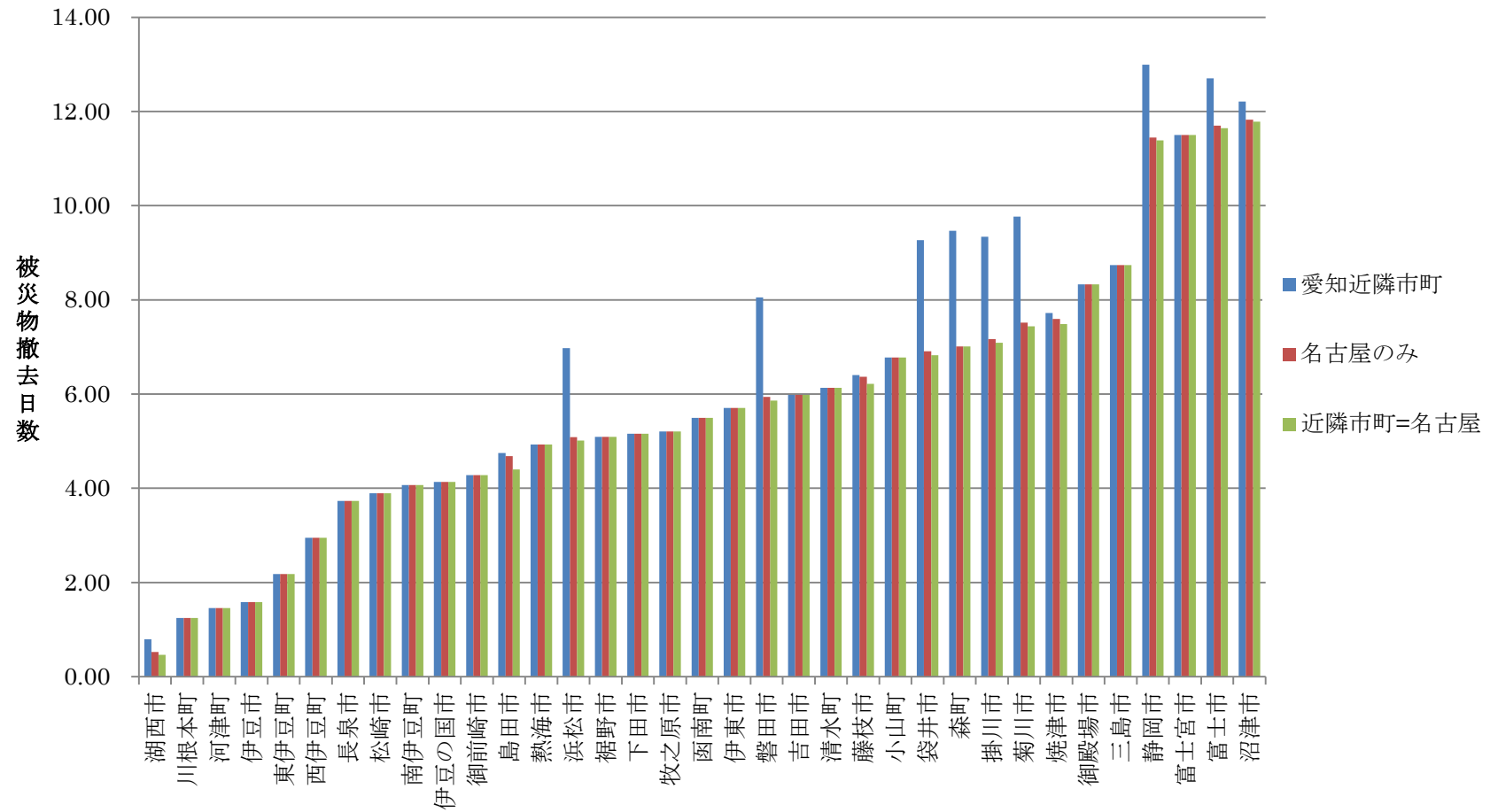
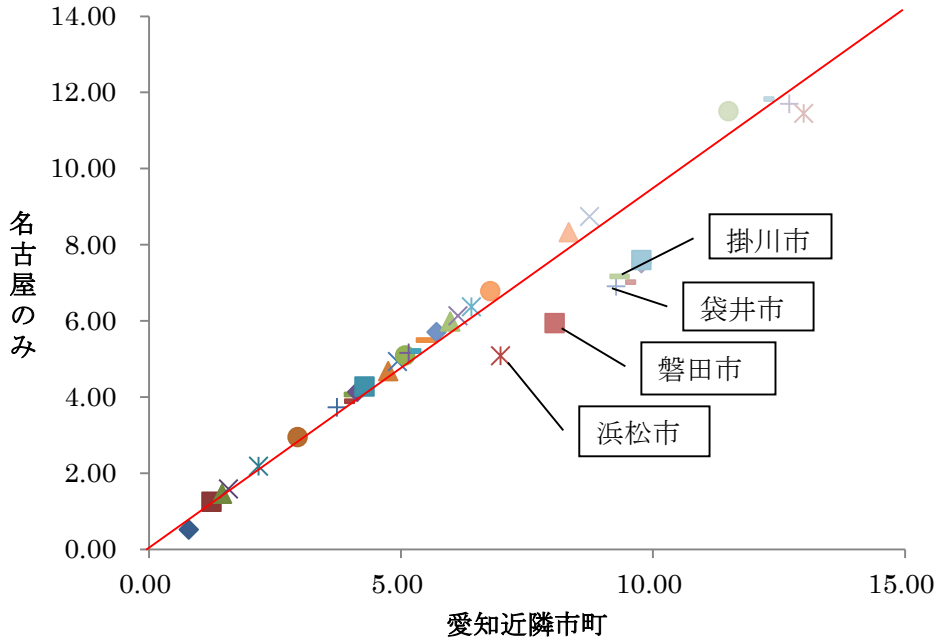


図-15-1 愛知近隣市町，名古屋市との連携による被災物撤去日数の比較



- | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|--------|
| ◆湖西市 | ■川根本町 | ▲河津町 | ×伊豆市 | ×東伊豆町 |
| ●西伊豆町 | +長泉市 | -松崎市 | -南伊豆町 | ◆伊豆の国市 |
| ■御前崎市 | ▲島田市 | ×熱海市 | ×浜松市 | ●裾野市 |
| +下田市 | -牧之原市 | -函南町 | ◆伊東市 | ■磐田市 |
| ▲吉田市 | ×清水町 | ×藤枝市 | ○小山町 | +袋井市 |
| -森町 | -掛川市 | ◆菊川市 | ■焼津市 | ▲御殿場市 |
| ×三島市 | ×静岡市 | ●富士宮市 | +富士市 | -沼津市 |

図-15-2 被災物撤去日数の市町別の散布

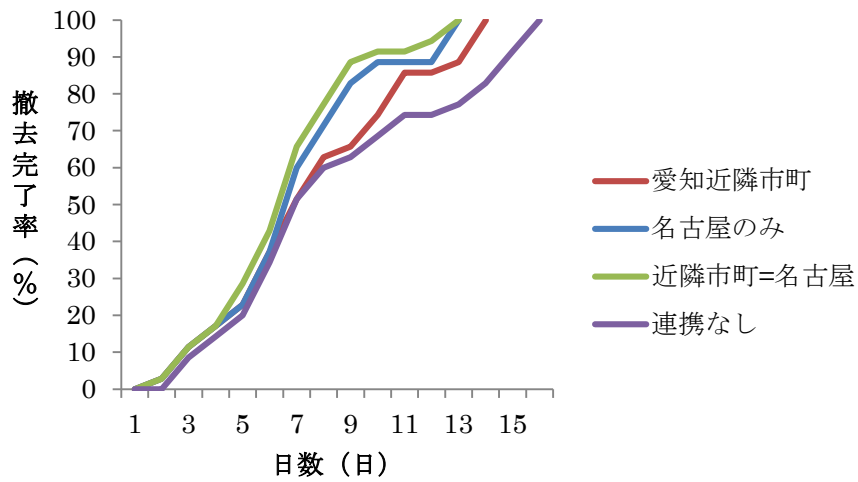


図-15-3 撤去完了率の推移

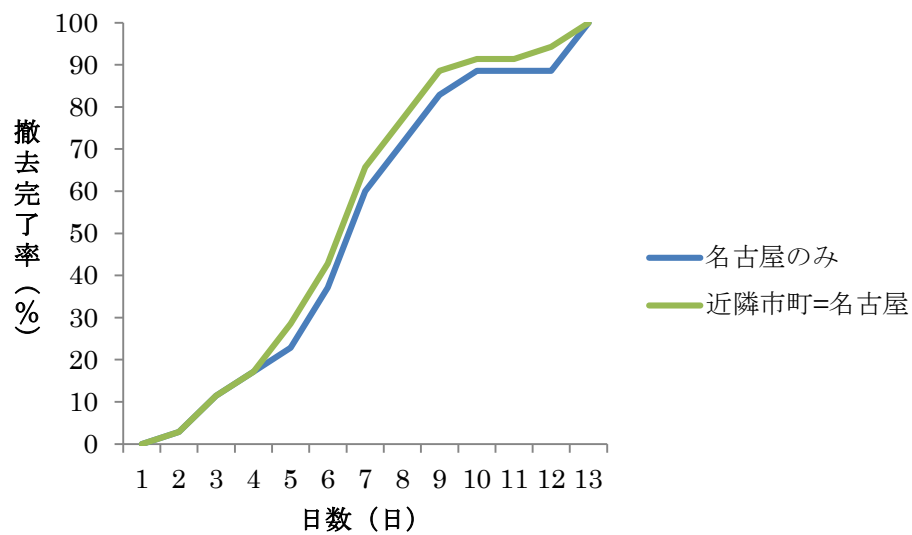
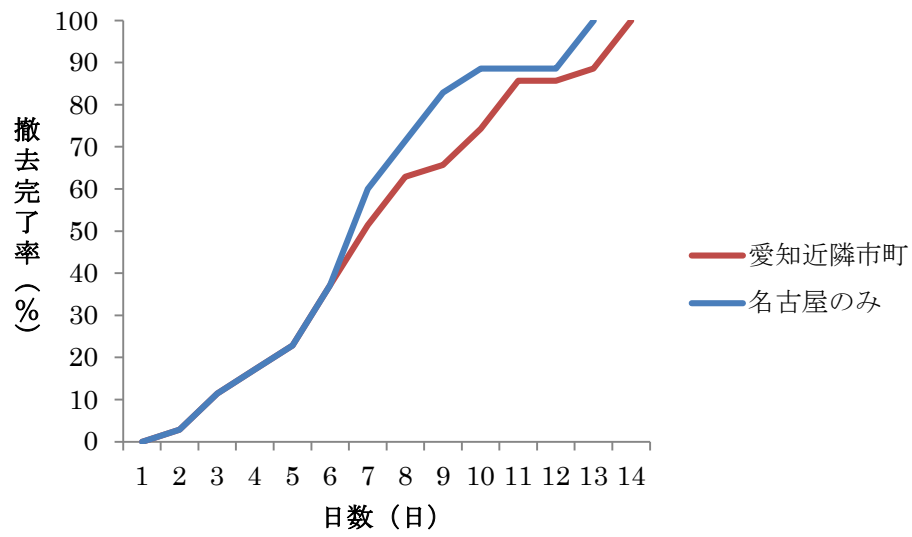


図-15-4 撤去完了率の推移

愛知県の近隣市町と連携した場合と名古屋市と連携した場合では、被災物撤去日数に大きく差が出た市町とあまり差がない市町があった。前者は派遣された建設重機の影響を特に受けている。愛知県の近隣市町と連携した場合の派遣建設重機の影響をあまり受けず被災物撤去日数があまり短縮されなかった市町として、浜松市、磐田市、袋井市、森町、掛川市、菊川市、静岡市があった。近隣市町と連携した場合は名古屋市と連携した場合に比べて派遣できる建設重機数が少ないため、被災物量の多い浜松市、静岡市、また、海沿いに面しており派遣重機が到達するのに時間の掛かる磐田市、袋井市、掛川市、菊川市には派遣された建設重機が十分に補われなかったと考えられる。これらの市は、被災物撤去日数の市町別の散布図でも愛知近隣市町側に位置していることから、建設重機が行き届かなかったと言える。アクセス面で近隣市町より不利な名古屋市の方がこれらの市町での被災物撤去日数が短縮されていることから、派遣される建設重機数が特に影響していることが分かった。

伊豆地域の市町は、派遣される建設重機が西武側からであり、到達するのに時間がかかるが、近隣市町と連携した場合、名古屋市と連携した場合のいずれもあまり影響がない。これは、伊豆地域の市町はそもそも倒壊家屋数が少なく、発生する被災物があまり多く想定されていないため、派遣される建設重機の応援がなくても十分賄えるからである。

近隣市町と名古屋市の関係から派遣される建設重機数に着目した。近隣市町の建設重機数が名古屋市と同程度になるように、元々選択していた新城市、豊川市、豊橋市、田原市、北設楽郡に加えて、岡崎市、西尾市、蒲郡市、安城市を選択した。建設重機数が同程度になった近隣市町と名古屋市の結果を比較すると、一番差がある島田市でも被災物撤去日数の差が0.28日であり、ほぼ同じような効果が得られることが分かった。撤去完了率の推移を見ても、建設重機数を名古屋と同程度となるように選定した近隣市町の方が名古屋と連携した場合に近い形になっている。近隣の小規模な市町複数と連携するよりも比較的大規模で建設重機数を多く保有している市と連携する方が被災物撤去における効果を得られると言える。

5-4. 地区別に見た近隣市町と有力市町による影響

愛知県の近隣市町と連携した場合と名古屋市と連携した場合の被災物撤去日数を静岡県
の西部，中部，東部，伊豆の4地域別に見た。結果を表-14，図-16に示す。

結果から，近隣市町と名古屋市のみで大きく差が出た市町は，愛知県からの派遣建設重機
の影響を最も受ける西部地域に多い事が分かる。近隣市町と名古屋市の保有建設重機数に
よる影響力の違いが示されている。

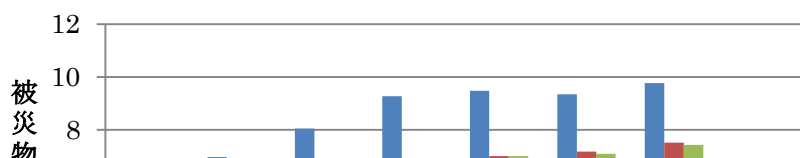
表-14-1 地区別に見た近隣市町と有力市町の被災物撤去日数（西部，中部）

	市町名	被災物撤去終了日数（日）		
		愛知近隣市町	名古屋のみ	近隣市町=名古屋
西部	湖西市	0.79	0.52	0.46
	浜松市	6.97	5.09	5.01
	磐田市	8.05	5.94	5.86
	袋井市	9.27	6.91	6.83
	森町	9.47	7.01	7.01
	掛川市	9.34	7.17	7.09
	菊川市	9.77	7.51	7.43
	御前崎市	4.28	4.28	4.28
	合計	57.94	44.43	43.97
中部	牧之原市	5.21	5.21	5.21
	吉田市	5.98	5.98	5.98
	島田市	4.75	4.68	4.4
	藤枝市	6.4	6.37	6.22
	焼津市	7.72	7.6	7.49
	静岡市	12.99	11.44	11.39
	川根本町	1.24	1.24	1.24
	合計	44.29	42.52	41.93

表-14-2 地区別に見た近隣市町と有力市町の被災物撤去日数（東部，伊豆）

	市町名	被災物撤去終了日数（日）		
		愛知近隣市町	名古屋のみ	近隣市町=名古屋
東部	富士宮市	11.5	11.5	11.5
	富士市	12.7	11.7	11.65
	御殿場市	8.33	8.33	8.33
	小山町	6.78	6.78	6.78
	裾野市	5.09	5.09	5.09
	長泉市	3.73	3.73	3.73
	沼津市	12.21	11.82	11.78
	清水町	6.13	6.13	6.13
	合計	66.47	65.08	64.99
伊豆	三島市	8.74	8.74	8.74
	函南町	5.5	5.5	5.5
	熱海市	4.93	4.93	4.93
	伊豆の国市	4.13	4.13	4.13
	伊豆市	1.58	1.58	1.58
	伊東市	5.7	5.71	5.71
	西伊豆町	2.95	2.95	2.95
	松崎市	3.89	3.89	3.89
	河津町	1.45	1.45	1.45
	東伊豆町	2.18	2.18	2.18
	下田市	5.16	5.16	5.16
	南伊豆町	4.07	4.07	4.07
	合計	50.28	50.29	50.29

西部



中部

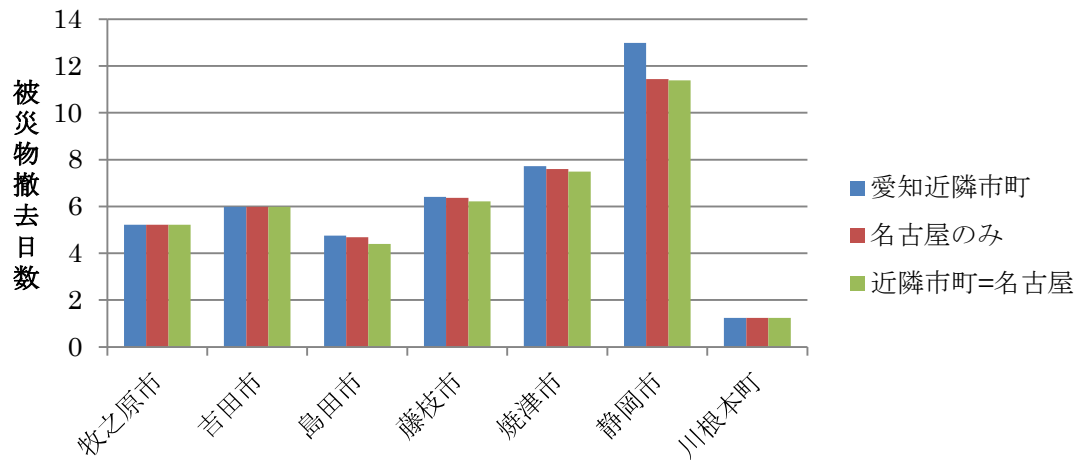
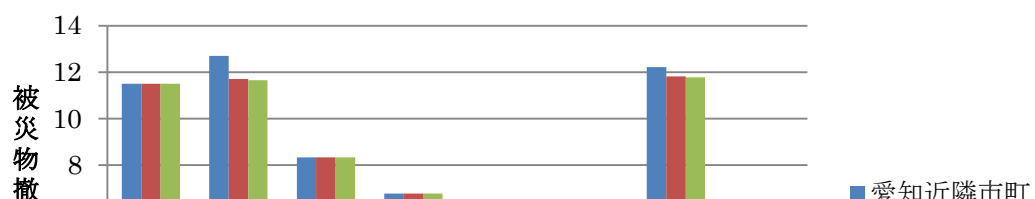


図-16-1 地区別に見た近隣市町と有力市町の被災物撤去日数の比較（西部，中部）

東部



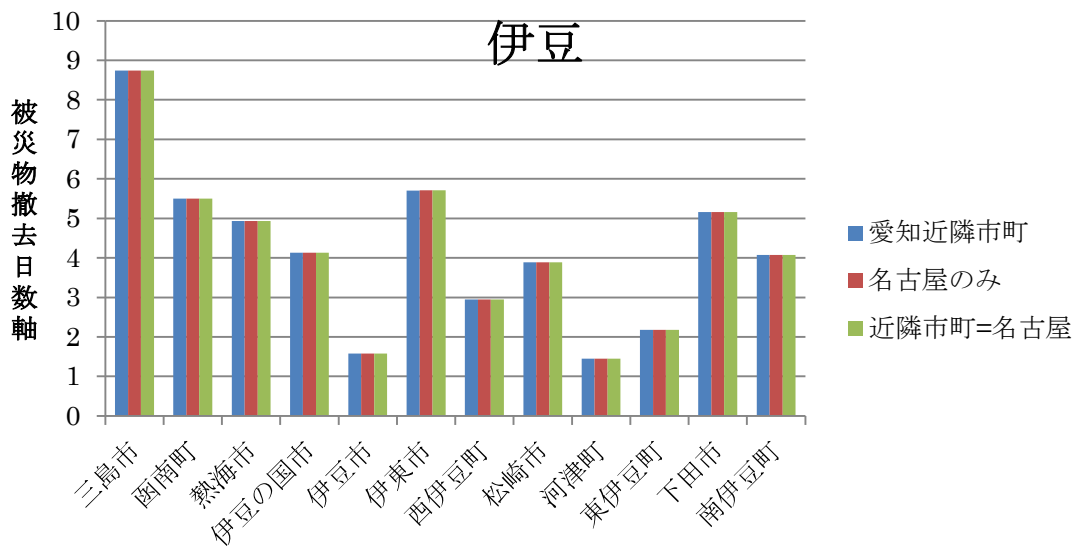


図-16-2 地区別に見た近隣市町と有力市町の被災物撤去日数の比較（東部，伊豆）

5-5. 優先的に建設重機数を派遣することによる効果

図-15の愛知近隣市町とその他の2パターンを比較すると、浜松市、磐田市、袋井市、森町、掛川市、菊川市、静岡市が特に被災物撤去日数が掛かっていることが分かる。これらはアクセス面、被災物発生量によって派遣される建設重機数が不十分だったと考えられる。そこで、派遣する建設重機数は変えず、これらの市町に優先的に建設重機を派遣する場合をシミュレーションした。静岡県内に入り、最も近い所から被災物撤去を行っていた派遣建設重機を直接優先する市町に行かせた。得られた結果を表-15、図-17に示す。

表-15 派遣建設重機の優先有無による被災物撤去日数

愛知近隣市町被災物撤去終了日数（日）					
市町名	優先なし	優先あり	市町名	優先なし	優先あり
湖西市	0.79	1.92	磐田市	8.05	7.62
川根本町	1.24	1.24	吉田市	5.98	5.98
河津町	1.45	1.45	清水町	6.13	6.13
伊豆市	1.58	1.58	藤枝市	6.40	6.34
東伊豆町	2.18	2.18	小山町	6.78	6.78
西伊豆町	2.95	2.95	袋井市	9.27	7.72
長泉市	3.73	3.73	森町	9.47	7.47
松崎市	3.89	3.89	掛川市	9.34	7.75
南伊豆町	4.07	4.07	菊川市	9.77	7.46
伊豆の国市	4.13	4.13	焼津市	7.72	7.66
御前崎市	4.28	4.28	御殿場市	8.33	8.33
島田市	4.75	4.63	三島市	8.74	8.74
熱海市	4.93	4.93	静岡市	12.99	12.99
浜松市	6.97	6.88	富士宮市	11.50	11.50
裾野市	5.09	5.09	富士市	12.70	12.71
下田市	5.16	5.16	沼津市	12.21	12.21
牧之原市	5.21	5.21	合計	218.98	211.91
函南町	5.50	5.50	平均	6.44	6.23
伊東市	5.70	5.70			

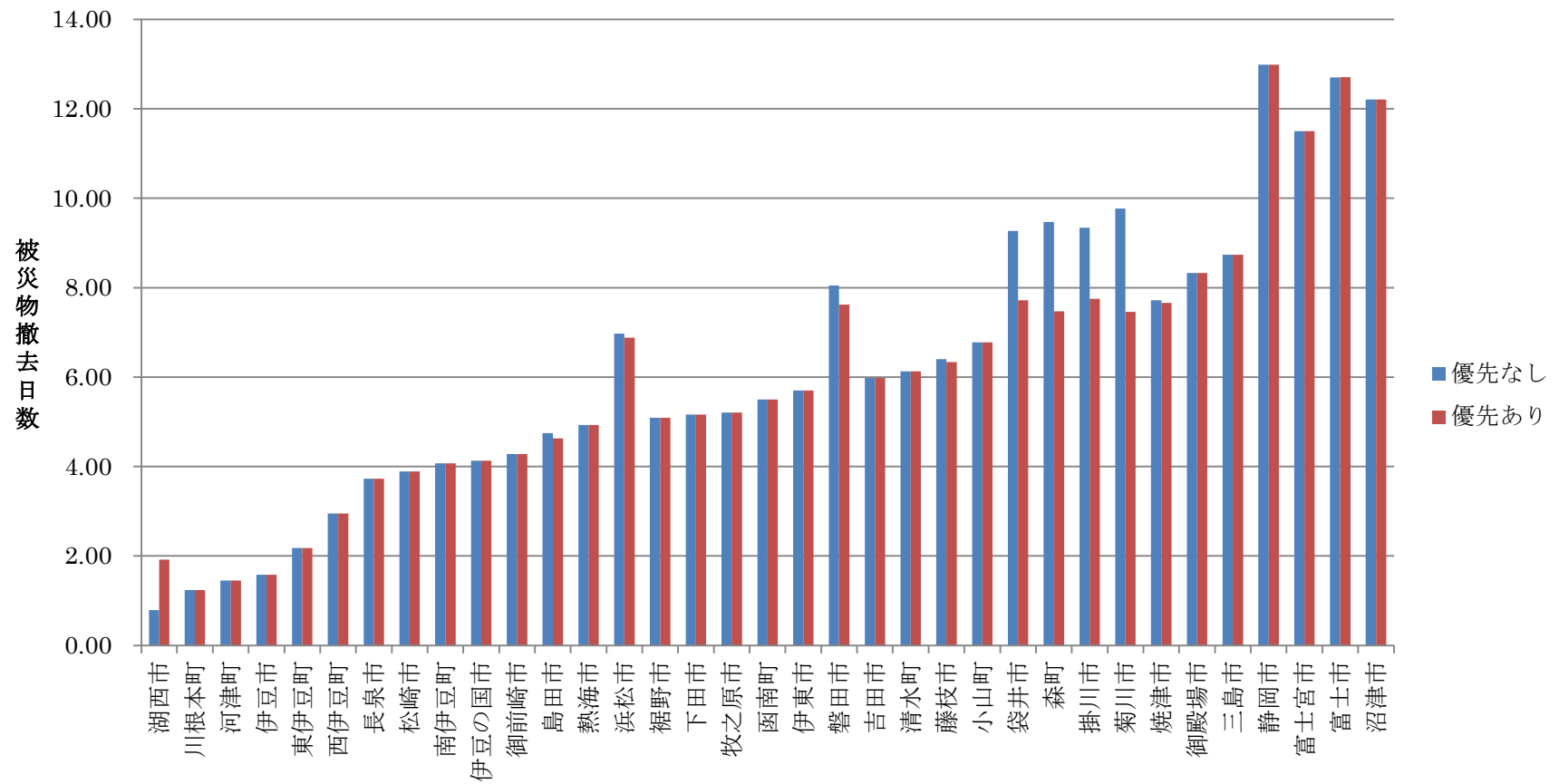
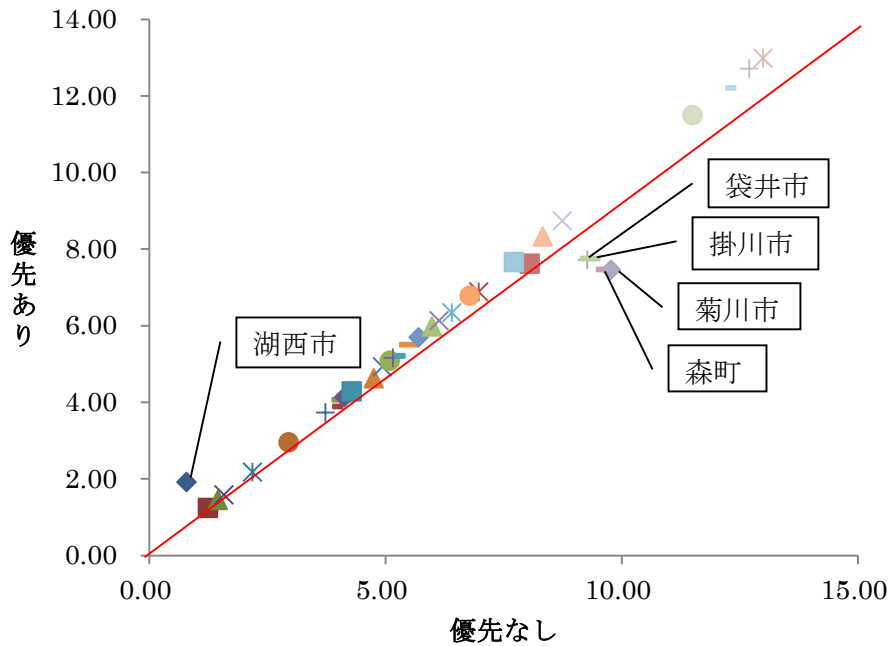


図-17-1 派遣建設重機の優先有無による被災物撤去日数の比較



- ◆湖西市 ■川根本町 ▲河津町 ×伊豆市 ×東伊豆町
- 西伊豆町 +長泉市 -松崎市 -南伊豆町 ◆伊豆の国市
- 御前崎市 ▲島田市 ×熱海市 ×浜松市 ●裾野市
- +下田市 -牧之原市 -函南町 ◆伊東市 ■磐田市
- ▲吉田市 ×清水町 ×藤枝市 ●小山町 +袋井市
- 森町 -掛川市 ◆菊川市 ■焼津市 ▲御殿場市
- ×三島市 ×静岡市 ●富士宮市 +富士市 -沼津市

図-17-2 被災物撤去日数の市町別の散布

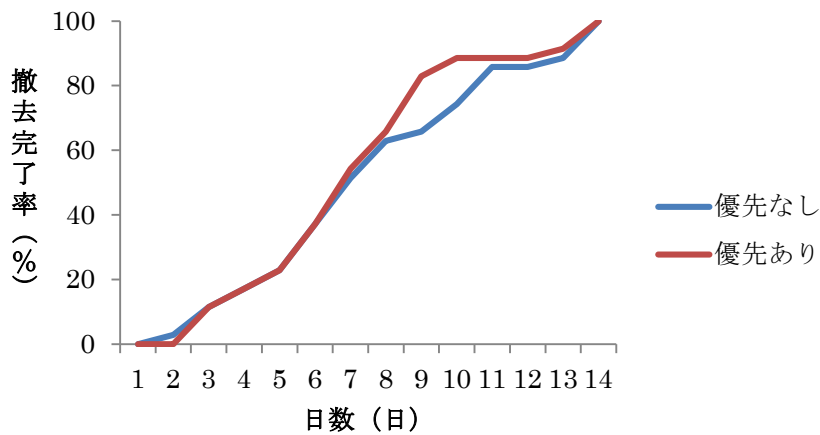


図-17-3 撤去完了率の推移

建設重機を優先的に派遣した浜松市，磐田市，袋井市，森町，掛川市，菊川市，静岡市の中で，袋井市，森町，掛川市，菊川市は被災物撤去日数が大きく短縮され，優先による影響が見られた。しかし，浜松市，磐田市，静岡市では影響があまり見られなかった。これには，被災物発生量と派遣建設重機数の割合が関係していると考えられる。このシミュレーションでは，市の規模による被災物発生量は考慮せず派遣する建設重機を均等に割り振った。よって，比較的市の規模が大きく，被災物発生量が多い浜松市，磐田市，静岡市では十分な応援にならなかったと考えられる。また，湖西市では，優先した場合に被災物撤去日数が増えている。湖西市は，静岡県最西端に位置しており，優先せず愛知県から建設重機が派遣された場合，それらが最初に辿り着くため，優先により後回しにされてしまったと考えられる。湖西を除いては，全市町において優先ありの場合が優先なしの場合より被災物撤去日数が短縮された，もしくはほぼ同じだったため派遣重機を優先することによる効果が見られた。

第 6 章

結論

6-1. 結論

皆川，草柳らの研究では第3次被害想定で示されている緊急輸送路被災の影響度を考慮してシミュレーションを行い，輸送路被災の影響が静岡県内の被災物撤去作業及び道路啓開作業に及ぼす影響を把握し，富士川付近の静岡県の東西を結ぶ輸送路が大きな重要度を占めていることが示唆された．本研究では，皆川，草柳らのシミュレーションモデルに第4次被害想定による被害，静岡県が広域連携を行うにあたって対象となる，愛知県，神奈川県，その他近隣市町の緊急輸送路を基にした道路ネットワークや静岡県に派遣される建設重機数を反映することで，新たなシミュレーションモデルを作った．それらによって，広域連携の規模を拡大し県外から建設重機等が派遣されることによる支援活動への影響を考察し，より合理的に支援活動を行うために有効な地域間連携を検討した．

静岡県に隣接している愛知県，神奈川県，山梨県のいくつかの市町を対象として連携を行った場合は，被災物撤去日数が浜松市で最大41%の短縮率が得られ，連携による有効性を示す事が出来た．

静岡県より多く建設重機を保有しており，大規模な都市である名古屋市，横浜市がある愛知県，神奈川県を対象として連携を行った場合では，規模や建設重機保有数に関係なく近隣の市町を選んだ場合よりも，規模や建設重機保有数が被災物撤去において有力な名古屋市，横浜市を選んだ場合の方が合理的な被災物撤去作業が行える結果になった．よって，近隣の小規模な市町複数と連携するよりも比較的大規模で建設重機数を多く保有している市と連携する方が被災物撤去における効果が得られることが分かり，近年減少傾向にある建設重機保有数，また，地域間で連携する際の都市の選定の重要性が示唆された．

参考文献

参考文献

- 1)馬場太一郎:高知県の建設業と住民による地域防災に関する基礎的研究,平成21年度フロンティアプロジェクト修士論文, 2010
- 2)村岡治道:疲弊する地域建設企業の現状,第31回建設マネジメント問題に関する研究発表・討論会講演集,2013
- 3)財務省:各論3.公共事業,公共事業関連予算の推移,2011.
- 4)国土交通省:国土交通白書,図表102,2011.
- 5)静岡県:第3次被害想定結果:地震対策資料No182-201,2001.
- 6)宮島宇・堀宗朗・小国健二:多様な群集の雑然とした状況を想定した地震時避難行動シミュレーション,土木学会地震工学論文集,pp765-772,2007.
- 7)笹岡早姫:災害現場における最短経路探索システムの構築宮崎隆穂,第11回MASコンペティション,アブストラクト,pp.1-2,2011.
- 8)前地一輝:DIGへの適用を目的としたマルチエージェント避難行動シミュレータの試験的開発,第10回MASコンペティション,アブストラクト,2010.
- 9)野澤征司・渡辺公次郎・近藤光男:マルチエージェントシステムを用いた歴史的市街地における津波避難シミュレーションモデルの構築,土木学会四国支部技術研究発表会講演概要集,pp.230-231,2005.
- 10)村木雄二:マルチエージェントモデルを用いた広域災害避難シミュレーションにおける情報伝達の有効性,情報処理学会研究報告2004号,pp.69-72,2004.
- 11)皆川勝・渡邊裕介・草柳満:土木学会論文集F4(建設マネジメント),Vol.68, No.4, I_57-I_67,2012
- 12)竹谷修一:東日本大震災における地域建設業による支援活動の地域別にみた迅速性の要因について,土木学会論文集F4(建設マネジメント),2013
- 13)静岡県,第4次被害想定:<http://www.pref.shizuoka.jp/bousai/4higaisoutei/>,2014.1.26閲覧
- 14)川上勲夫:高知県内の建設業者が保有する重機台数状況とそれによる地域防災力低下の試算,土木学会四国支部21世紀の南海地震と防災
- 15)皆川勝,渡邊裕介,草柳満:災害初期の被災物処理における処理効率の影響,土木学会論文集F4(建設マネジメント),Vol.69, No.4, I_69-I_80,2013.12

謝辭

本研究を進めるにあたり、ご多忙の中、多数の御助言、御指導をして頂いた皆川勝教授には大変お世話になりました。また、生活面でも御指導して頂き、ここに深く感謝の意を表します。佐藤安雄技師にも、様々な御助言を頂き、感謝しております。また、副査をして頂く、吉田郁政教授、中村隆司教授にも合わせて感謝の意を表します。また、生活面において、互いに切磋琢磨し、有意義な大学院生活を送らせて頂いた修士 2 年生の青木大夢氏にも感謝しております。本研究の補助として携わった修士 1 年生の三枝大佑氏、学部 4 年生の小柳将平氏にも助けられ、感謝しております。その他、同じ研究室生として過ごした皆様にも大変お世話になりました。

皆様の絶大な御支援、御協力がなければ本研究は成り立ちませんでした。ここに深く感謝の意を表します。

付録

シミュレーションコード

ノードエージェントのモデル

```
Agt_Init{
  My.color = Color_Yellow
  My.Value = 9999
  My.value2 = 9999
  my.shiya = universe.マーカー視野
  my.shiya2 = universe.マーカー視野
}

Agt_Step{
  Dim one As Agt
  dim one2 as agt
  Dim temp As Double
  Dim temp2 As Double
  Dim length As Double
  Dim length2 As Double
  Dim markbox As Agtset
  Dim markbox2 as agtset
  Dim exitbox As Agtset
  dim exitbox2 as agtset

  MakeOneAgtsetAroundOwn(markbox, my.shiya ,Universe.shizuokanetwork.node,
  False) //視野範囲に置いてあるマーカーを markbox に格納する
  MakeOneAgtsetAroundOwn(markbox2, my.shiya2 ,Universe.shizuokanetwork.node,
  False) //視野範囲に置いてあるマーカーを markbox2 に格納する
  MakeOneAgtsetAroundOwn(exitbox,5 ,Universe.shizuokanetwork.honbu, False) //視野
  範囲に置いてある本部を exitbox に格納する
  MakeOneAgtsetAroundOwn(exitbox2,5,universe.shizuokanetwork.yusenhonbu,False)//
  視野範囲に置いてある優先本部を exitbox2 に格納する

  if (my.Value>=600) and (my.Value!=9999) then      //距離計算のループに入ったら
    ClearAgtSet(markbox)
    my.shiya =my.shiya + 1
  end if
```

```

if (my.Value2>=600) and (my.Value2!=9999) then //距離計算のループに入ったら
    ClearAgtSet(markbox2)
    my.shiya2 =my.shiya2 + 1
end if

```

```

My.Value = 9999 //自分の値をリセット
My.Value2 = 9999 //自分の値をリセット

```

For each one in markbox //markbox に格納されているマーカーに対して繰り返し計算

```

if CountAgtSet(markbox)>=1 Then
    My.BMinID = My.MinID
    length = Round(sqr( (My.X - one.X)*(My.X - one.X) + (My.Y - one.Y)*(My.Y -
one.Y))) //距離計算
    temp = one.Value + length //ノード更新
    if (My.Value > temp) Then //最短経路選択
        My.Value = temp //My.Value に temp の値を更新
        My.tMinID = one.ID //最短経路として選択した経路のマーカーの ID を
tMinID に一時保管
        My.tMinX = one.X //最短経路として選択した経路のマーカーの X 座標を
tMinX に一時保管
        My.tMinY = one.Y //最短経路として選択した経路のマーカーの Y 座標を
tMinY に一時保管
    end if
end if
next one

```

For each one2 in markbox2 //markbox2 に格納されているマーカーに対して繰り返し計算

```

if CountAgtSet(markbox2)>=1 Then
    My.BMinID2 = My.MinID2
    length2 = Round(sqr( (My.X - one2.X)*(My.X - one2.X) + (My.Y - one2.Y)*(My.Y
- one2.Y))) //距離計算
    temp2 = one2.Value2 + length2 //ノード更新
    if (My.Value2 > temp2) Then //最短経路選択
        My.Value2 = temp2 //My.Value2 に temp の値を更新
        My.tMinID2 = one2.ID //最短経路として選択した経路のマーカーの ID
を tMinID2 に一時保管

```

```

        My.tMinX2 = one2.X //最短経路として選択した経路のマーカ-の X 座標
を tMinX2 に一時保管
        My.tMinY2 = one2.Y //最短経路として選択した経路のマーカ-の Y 座標
を tMinY2 に一時保管
    end if
end if
next one2

My.MinID = My.tMinID //最短経路として選択した経路のマーカ-の ID を
MinID に更新
My.MinX = My.tMinX //最短経路として選択した経路のマーカ-の X 座標を
MinX に更新
My.MinY = My.tMinY //最短経路として選択した経路のマーカ-の Y 座標を
MinY に更新

My.MinID2 = My.tMinID2 //最短経路として選択した経路のマーカ-の ID を
MinID2 に更新
My.MinX2 = My.tMinX2 //最短経路として選択した経路のマーカ-の X 座標を
MinX2 に更新
My.MinY2 = My.tMinY2 //最短経路として選択した経路のマーカ-の Y 座標を
MinY2 に更新

For each one in exitbox //exitbox に格納されている本部に対して繰り返し計算
if CountAgtSet(exitbox)>=1 Then
    My.BMinID = My.MinID
    length = Round(sqr( (My.X - one.X)*(My.X - one.X) + (My.Y - one.Y)*(My.Y -
one.Y))) //距離計算
    temp = one.Value + length //ノ-ド更新
    if (My.Value > temp) Then //最短経路選択
        My.Value = temp //My.Value に temp の値を更新
        My.tMinID = one.ID //最短経路として選択した経路のマーカ-の
ID を tMinID に一時保管
        My.tMinX = one.X //最短経路として選択した経路のマーカ-の X
座標を tMinX に一時保管
        My.tMinY = one.Y //最短経路として選択した経路のマーカ-の Y
座標を tMinY に一時保管

```

```

        end if
    end if
next one

For each one2 in exitbox2 //exitbox2 に格納されている本部に対して繰り返し計算
if CountAgtSet(exitbox2)>=1 Then
    My.BMinID2 = My.MinID2
    length2 = Round(sqr( (My.X - one2.X)*(My.X - one2.X) + (My.Y - one2.Y)*(My.Y
- one2.Y))) //距離計算
    temp2 = one2.Value2+ length2 //ノード更新
    if (my.Value2 >temp2) Then //最短経路選択
        My.Value2 = temp2 //My.Value に temp の値を更新
        My.tMinID2 = one2.ID //最短経路として選択した経路のマーカ-の
ID を tMinID に一時保管
        My.tMinX2 = one2.X //最短経路として選択した経路のマーカ-の X
座標を tMinX に一時保管
        My.tMinY2 = one2.Y //最短経路として選択した経路のマーカ-の Y
座標を tMinY に一時保管
    end if
end if
next one2

My.MinID = My.tMinID //最短経路として選択した経路のマーカ-の ID を
MinID に更新
My.MinX = My.tMinX //最短経路として選択した経路のマーカ-の X 座標を
MinX に更新
My.MinY = My.tMinY //最短経路として選択した経路のマーカ-の Y 座標を
MinY に更新

My.MinID2 = My.tMinID2 //最短経路として選択した経路のマーカ-の ID を
MinID に更新
My.MinX2 = My.tMinX2 //最短経路として選択した経路のマーカ-の X 座標を
MinX に更新
My.MinY2 = My.tMinY2 //最短経路として選択した経路のマーカ-の Y 座標を
MinY に更新

```

```

For each one in markbox
  if (One.ID == My.MinID) Then //最短経路選択
    If My.Color == Color_Red Then //最短経路表示
      one.color = Color_Red
      AddAgt(My.リンク赤, one)
      RemoveAgt(My.リンク, one)
    else
      AddAgt(My.リンク, one)
    End if
  else
    RemoveAgt(My.リンク, one)
    RemoveAgt(My.リンク赤, one)
  end If
Next one

```

```

For each one2 in markbox2
  if (One2.ID == My.MinID2) Then //最短経路選択
    If My.Color == Color_Red Then //最短経路表示
      one2.color = Color_Red
      AddAgt(My.リンク赤, one)
      RemoveAgt(My.リンク, one)
    else
      AddAgt(My.リンク, one)
    End if
  else
    RemoveAgt(My.リンク, one)
    RemoveAgt(My.リンク赤, one)
  end If
Next one

```

```

For each one in exitbox
  if (One.ID == My.MinID) Then //最短経路選択

```

```

        If My.Color == Color_Red Then //最短経路表示
            AddAgt(My.リンク赤, one)
            RemoveAgt(My.リンク, one)
        else
            AddAgt(My.リンク, one)
        End if
    else
        RemoveAgt(My.リンク, one)
        RemoveAgt(My.リンク赤, one)
    end If
Next one

For each one2 in exitbox2
    if (One2.ID == My.MinID2) Then //最短経路選択
        If My.Color == Color_Red Then //最短経路表示
            AddAgt(My.リンク赤, one2)
            RemoveAgt(My.リンク, one2)
        else
            AddAgt(My.リンク, one2)
        End if
    else
        RemoveAgt(My.リンク, one2)
        RemoveAgt(My.リンク赤, one2)
    end If
Next one2
}

```


建設重機エージェントのモデル

```
Agt_Init{
my.Direction = Rnd() * 360
my.speed = 0

dim i as double
i = rnd()
if i < universe.yusenhakenwariai then
my.busy = true
else
my.busy = false
end if
my.shiya = 0
my.targetID = 9999
my.targetID2 = 9999
my.targetX = 9999
my.targetX2 = 9999
my.targetY = 9999
my.targetY2 = 9999
}
Agt_Step{
Dim one As Agt
dim one2 as agt
Dim markbox As Agtset
Dim markbox2 as Agtset
dim yusen as agtset
Dim exitbox As Agtset
Dim exitbox2 As Agtset
Dim targetID As Integer
Dim targetID2 As Integer
Dim targetX As Integer
Dim targetX2 As Integer
Dim targetY As Integer
Dim targetY2 As Integer
dim tomaru as agtset
dim tomaru2 as agtset
```

```

makeoneagtsetaroundown(tomaru,2,universe.shizuokanetwork.honbu,false)
makeoneagtsetaroundown(tomaru2,2,universe.shizuokanetwork.yusenhonbu,false)
if GetCountStep() >15 then
my.speed = 1
if my.busy == false then
  if countagtset(tomaru) == 1 then
    my.speed = 0
  else my.speed =1
  end if
else
  if countagtset(tomaru2) == 1 then
    my.speed = 0
  else my.speed = 1
  end if
end if
end if

```

```

MakeOneAgtsetAroundOwn(markbox, my.shiya, Universe.shizuokanetwork.node,
False) //視野範囲にいるマーカを markbox に格納する
MakeOneAgtsetAroundOwn(exitbox, 7, Universe.shizuokanetwork.honbu, False) //視野
範囲にいる本部を exitbox に格納する

```

```

MakeOneAgtsetAroundOwn(markbox2, my.shiya, Universe.shizuokanetwork.node,
False) //視野範囲にいるマーカを markbox2 に格納する
MakeOneAgtsetAroundOwn(exitbox2, 7, Universe.shizuokanetwork.yusenhonbu, False)
//視野範囲にいる優先本部を exitbox2 に格納する

```

```

MakeOneAgtsetAroundOwn(yusen, 1, Universe.shizuokanetwork.node, False)

```

```

if my.busy == false then
my.color = color_red
else
my.color = color_green
end if

```

```

if my.busy == False then //通常モード

```

```

for each one in markbox2
    my.targetID = one.MinID           //目的マーカの ID,X,Y を保存
    my.targetX = one.MinX
    my.targetY = one.MinY
    my.shiya = 3
next one
end if

if my.busy == true then //優先モード
    for each one2 in markbox2
        my.targetID2 = one2.MinID2       //目的マーカの ID,X,Y を保存
        my.targetX2 = one2.MinX2
        my.targetY2 = one2.MinY2
        my.shiya = 3
    next one2
end if

for each one in markbox           //通常モード
    if (my.targetID == one.ID) then
        my.targetID = one.MinID //ID 他を更新
        my.targetX = one.MinX
        my.targetY = one.MinY
    else
        if my.busy == false then
            my.Direction = GetDirection(my.X, my.Y, my.targetX, my.targetY,
Universe.shizuokanetwork)           //目的のマーカへ向かう
            Forward(my.speed/2)
        end if           //目的マーカを見つけたら
    end if
end if
next one

for each one2 in markbox2       //優先モード
    if (my.targetID2 == one2.ID) then
        my.targetID2= one2.MinID2       //ID 他を更新
        my.targetX2= one2.MinX2
        my.targetY2= one2.MinY2

```

```

else
  if my.busy == true then
    my.Direction = GetDirection(my.X, my.Y, my.targetX2, my.targetY2,
Universe.shizuokanetwork) //目的のマーカ－へ向かう
    Forward(my.speed/3)
  end if //目的マーカ－を見つけたら
end if
next one2

if countagt(universe.shizuokanetwork.yusenhonbu) == 0 then
my.busy = false
end if

if my.busy == false then //通常
  for each one in exitbox //本部を見つけたらそっちへ向かう
    if CountAgtSet(exitbox) >= 1 Or one.X == my.targetX then
      my.Direction = GetDirection(my.X, my.Y, my.targetX, my.targetY,
Universe.shizuokanetwork)
      Forward(my.speed/3)
    end if
  next one
end if

if my.busy == true then //優先
  for each one2 in exitbox2 //本部を見つけたらそっちへ向かう
    if CountAgtSet(exitbox2) >= 1 Or one2.X == my.targetX2 then
      my.Direction = GetDirection(my.X, my.Y, my.targetX2, my.targetY2,
Universe.shizuokanetwork)
      Forward(my.speed/3)
    end if
  next one2
end if
If Forward(my.speed) != -1 Then //動きが止まってしまったら 360° 以内で反転
  Turn(Rnd() * 180 - 30)
End If
}

```

本部エージェントモデル

```
Agt_Init{
My.value = 0           //出口とする
My.color = Color_Cyan
my.shiya = 0

dim 重機 as object
dim i as integer
dim A as agt

for i = 0 to my.zyuukisuu -1
    A = CreateAgt(universe.shizuokanetwork.zyuuki)
    A.x = my.X
    A.y = my.Y
next i

}

Agt_Step{
Dim one As Agt
Dim markbox As Agtset
Dim agtbox as agtset

MakeOneAgtsetAroundOwn(markbox,my.shiya ,Universe.shizuokanetwork.node,
False) //視野範囲に置いてあるマーカを markbox に格納する

if CountAgtSet(markbox)==0 then           //周囲にマーカがなかったら
    my.shiya = my.shiya + 3               //視野範囲を広げる
end if

For each one in markbox
if (my.shiya >= 10) and CountAgtSet(markbox)>=1 then           //自分の広げた視
野範囲とマーカをリンクさせる
    one.shiya = my.shiya
end if
next one
```

```
if GetCountStep() >15 then
makeoneagtssetarounddown(agtbox,2,universe.shizuokanetwork.zyuuki,False)
end if
```

```
my.zyuukisuu = CountAgtSet(agtbox)
```

```
OpenFileCSV("処理ステップ数.csv", 1, 3)
OpenFileCSV("終了ステップ市町村名.csv", 2, 3)
OpenFileCSV("終了ステップがれき処理量.csv", 3, 3)
OpenFileCSV("400step がれき処理量.csv", 5, 3)
OpenFileCSV("400step 市町村名.csv", 6, 3)
openfilecsv("400step 重機数.csv",7,3)
openfilecsv("終了ステップ重機数.csv",8,3)
```

```
if GetCountStep() >15 then
my.step1 = my.step1+1
my.shigotoryou = my.shigotoryou+countagtsset(agtbox)*universe.設定仕事量
if my.shigotoryou>= my.garekhasseiryu*10000 then
WriteFileCSV(8, my.zyuukisuu true)
killagt(my)
WriteFileCSV(1, (GetCountStep()-15) , true)
WriteFileCSV(2, my.number, true)
WriteFileCSV(3, my.shigotoryou, true)
```

```
end if
end if
```

```
if my.step1 == 400 then
```

```
WriteFileCSV(5, my.shigotoryou, true)
WriteFileCSV(6,my.number, true)
writefilecsv(7,my.zyuukisuu,true)
my.step1 = 0
```

```
end if
```

```
closefilecsv(1)
closefilecsv(2)
closefilecsv(3)
closefilecsv(5)
closefilecsv(6)
closefilecsv(7)
closefilecsv(8)
```

```
universe.合計がれき処理量= universe.合計がれき処理量+countagtset(agtbox)*universe.
設定仕事量
}
```

空間モデル

```
Univ_Init{  
  readnode()  
  readlink()  
  universe.合計がれき処理量 = 0  
  OpenFileCSV("累積がれき処理量.csv", 4, 3)  
}
```

```
Univ_Step_Begin{
```

```
}
```

```
Univ_Step_End{
```

```
  if countagt(universe.shizuokanetwork.honbu) == 0 then  
    exitsimulation()  
  end if  
}
```

```
Univ_Finish{
```

```
  PrintLn((GetCountStep()-15) )
```

```
  WriteFileCSV(4, universe.合計がれき処理量, true)
```

```
  closefilecsv(4)
```

```
}
```

```
sub readnode() {
```

```
  dim data as string
```

```
  dim node as agt
```

```
  if (openfile("node.csv ",1,1)) then
```

```
    data=readfile(1)
```

```
    do while (iseoffile(1)==false)
```

```
      data=readfile(1)
```

```
      if (counttoken(data)>0) then
```

```
        node=createagt(universe.shizuokanetwork.node)
```

```
        node.X=cdbl(gettoken(data,1))
```



```

node.Y=cdbl(gettoken(data,2))
end if
loop
closefile(1)
println("node.csv 読み込み終了!")
else
println("node.csv エラー!")
end if
}

```

```

sub readlink() {
dim data as string
dim FromNID as integer
dim ToNID as integer

if (openfile("link.csv",1,1)) then
data=readfile(1)
do while (iseoffile(1)==false)
data=readfile(1)
if (counttoken(data)>0) then
FromNID=CInt(gettoken(data,0))
ToNID=CInt(gettoken(data,1))
addagt(universe.shizuokanetwork.node(FromNID).link,
universe.shizuokanetwork.node( ToNID))
end if
loop
closefile(1)
println("link.csv 読み込み終了!")
else
println("link.csv エラー!")
end if

```