

地震災害廃棄物管理の効率性に影響する ソーシャル・キャピタルネットワーク

川本 清美¹・Karl Kim²

¹正会員 北海道教育大学准教授 教育学部国際地域学科 (〒040-8567 北海道函館市八幡町1番2号)

E-mail:kawamoto.kiyomi@h.hokkyodai.ac.jp

²非会員 Professor, Department of Urban and Regional Planning and National Disaster Preparedness Training Center,
University of Hawaii at Manoa (2424 Maile Way #107, Honolulu, HI 96822, USA)

本研究は、災害後にどのようにソーシャル・キャピタル (SC) ネットワークが形成され、地震災害廃棄物管理の効率性に影響を与えるか、また最も効率的なネットワークについて論じたものである。SC ネットワークは、Bonding, Bridging, Linking ネットワークからなると定義した。調査対象地は、岩手及び宮城県の沿岸城市町村である。WEB調査により回収された520の有効回答を用いた。分析手法は、包絡分析法 (DEA) のSuper-efficiency モデルである。災害後における地震災害廃棄物管理に効率的なグループは、高 bonding と、高 linking ネットワークグループであることを明らかにした。中でも、Linking ネットワークは最も効率的なネットワークであった。

Key Words : earthquake waste management, efficiency, bonding network, bridging network, linking network

1. はじめに

巨大地震災害時には、市民生活から大量の廃棄物が発生する。平時の都市廃棄物管理には市民の関与が重要であることが知られているが、市民やコミュニティによる災害廃棄物管理についての理解は限定的である (Brown et al., 2011)¹⁾。我が国では、東日本大震災 (2011 年) 後、環境省により災害廃棄物対策指針 (2014)²⁾ が策定された。廃棄物対策指針をもつ地方自治体は少ないが、環境省の指針に倣い、地方自治体による災害廃棄物対策指針づくりが進められている。

人々の間のネットワークや信頼関係を指すソーシャル・キャピタル (SC) は、コミュニティ・レジリエンスにおける重要な要素の一つである (Norris et al., 2008)³⁾。Aldrich (2012)⁴⁾ は、異なったメンバー間における SC ネットワークを Bonding, Bridging, Linking SC ネットワークの3種に分けて定義している。これらのネットワークは、メンバー間の垂直と水平の結びつきに着目したものである。加えて、Joshi and Aoki (2014)⁵⁾ は、災害復旧時には、SC が政策実施の成功に影響することを指摘している。一方で、異なったメンバーとの SC ネットワークがどのように形成され、廃棄物管理を向上させるのかについては、明らかにされていない。

地震によって生じる災害廃棄物 (地震災害廃棄物) を扱う市民の行動は、主に収集、分別、運搬である。これらの行動の効率性を評価するためには、パフォーマンスの計測が必要である。包絡分析法 (DEA) は、生産効率性を用いてパフォーマンスを評価できる手法であり、本研究では、DEA の Super-efficiency モデルを用いる。このモデルは、効率的と判断された対象について更にその優劣が測定でき (Cooper et al., 2006)⁶⁾、ビジネスパフォーマンス評価 (Mohamad and Said, 2012)⁷⁾ など、様々な分野への適用が見られる。地震災害廃棄物管理の効率性を高くするネットワークの特徴が明らかになれば、今後の災害廃棄物対策指針づくりへの活用が見込める。

本研究の目的は、災害後にどのように Bonding, Bridging, Linking SC ネットワークが形成され、収集、分別、運搬行動の効率性に影響を与えるかを明らかにすること及び、地震災害廃棄物管理において最も効率的なネットワークを明らかにすることである。

2. SC の役割

(1) SC

本研究における SC の定義は、『人々の協調行動を活発

にすることによって社会の効率性を高めることのできる「信頼」「規範」「ネットワーク」といった社会組織の特徴』Putnam (1993)⁹⁾である。日本においては、内閣府(2003)⁹⁾がPutnamの定義の3要素を分かりやすい項目に読み替えて、SCの定量化を行っている。本研究も内閣府の調査と同様に、「社会的信頼」は一般的な「信頼」とし、「互酬性の規範」は社会活動への参加を示す「社会参加」とし、「ネットワーク」は近隣の付き合いなどを示す「つきあい・交流」と読み替えて調査を行った。

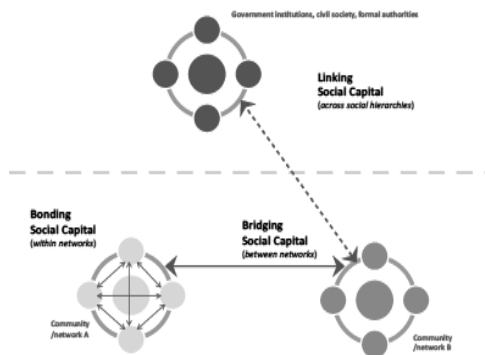
(2) Bonding, Bridging, Linking SC ネットワーク

Aldrich (2012)⁴⁾は、Lin (2008)¹⁰⁾によるSCを基盤としたネットワーク概念を用いて、SCの3種のネットワークを定義している(図1)。それらは、規範とSCのつながりを通じた情報伝達を伴うBonding, Bridging, Linking SCである。さらにAldrich (2012)⁴⁾は、社会ネットワークのメンバー間の水平と垂直方向の情報伝達及び、決定過程における資源へのアクセスに着目した。

Bonding SCは、同一コミュニティメンバー間のつながりを指す¹¹⁾。近い親族などの最もシンプルな水平の結びつきである。グループへの強い帰属意識があることが特徴である。本研究におけるBondingメンバーは、家族、親戚と近所の人とした。

Bridging SCは、地域を超えたグループやネットワークのメンバーをつなぐものであり、民族、人種や宗教などを超えるものである⁴⁾。Bridging行動や組織とは、異なる地域、出身や言語グループ間で協力することである。本研究におけるbondingメンバーは、友人と知人とした。

Linking SCは、公式及び制度化した権力や社会の中の権限者との間の信頼関係のネットワークである¹²⁾。これらは、一般市民と権限者間の垂直ネットワークである。本研究では、Linkingメンバーは地方自治体、地域外から来る協力者及び政府機関とした。



Sources: Aldrich (2014)

図1 Bonding, Bridging, Linking SC ネットワーク

3. 研究対象

(1) 研究対象地域

調査対象は、岩手県及び宮城県沿岸の27市町村である。これらの市町村は東日本大震災(2011年)による甚大な被害を経験しており、市民は地震廃棄物管理の経験を持つ。この地震では、福島県においても放射性廃棄物を含む地震災害廃棄物が発生したが、市民が放射性廃棄物を安全に管理することは困難である。よって、福島県は本研究の対象には含めていない。

(2) 地震災害廃棄物

地震災害廃棄物は、地震、津波及び避難所から発生する廃棄物がある(廃棄物資源循環学会,2012)¹³⁾(表1)。本研究の対象は、地震及び津波から発生する廃棄物とした。自動車や大型の廃棄物の管理は市民にとって困難であるため、本研究の対象には含めていない。

市民とコミュニティによる地震廃棄物管理のフローを図2に示す。市民が関与する仮置場は、非公式及び公式の2種類が見られる。非公式な仮置場は、個人の生活空間の確保や道路確保のため仮に集積する空間(家屋横など)である。公式な仮置場は、市町村などが指定し、焼却やリサイクル処理前に災害廃棄物を一定期間保管する空間(市街地内の公園など)である。図2に記した日程は、東日本大震災時の仙台市の事例である。仙台市の場合、公式な仮置き場は地震発生後5日目(発生日を含む)に開設された。

本研究で対象とする市民による地震災害廃棄物管理行動は、収集、運搬、分別である。

表1 地震災害廃棄物の分類

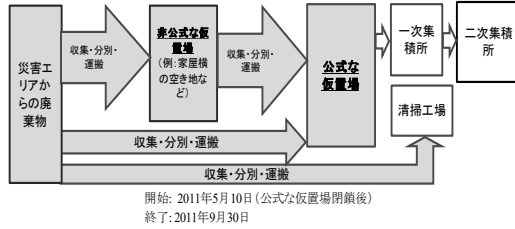
カテゴリー	概要
地震	家財ごみ
	地震により破損・故障した家財等の廃棄物
	家屋ごみ
津波	津波による浸水があったものの、大きな倒壊には至らなかった地域における海水等を被った廃棄物(家財中心)
	津波等により、倒壊し、海水等を被った家屋(家財等を含む場合もある)
	津波堆積物
	津波により巻き上げられて運ばれ、陸地に堆積した堆積物(汚泥、ヘドロ、土砂等の場合もある)
	水産物
	災害に伴って廃棄物となってしまう水産物・水産加工物(津波堆積物と混ざったものあり)
避難	車、船舶、大型物、コンクリートがら、草草類、その他
	避難ごみ
	避難所生活や避難生活から排出・保管されている生活ごみ等
	医療系ごみ
	医療機関や介護施設、避難所等から出る医療系廃棄物

出典：廃棄物資源循環学会¹³⁾

注： 本研究で対象とした廃棄物

東日本大震災(震災)

2011年3月11日



注: 日程は仙台市の事例を使用

出典: 廃棄物資源循環学会¹³⁾, 仙台市資料

図2 市民とコミュニティによる地震廃棄物管理フロー

4. 研究手法

(1) データ

東日本大震災前から現在のコミュニティに所属しており、発災初期の地震災害廃棄物管理の経験を持つ20歳以上の市民を対象とした。2014年7月にWEB調査を行い、以下の3つの条件をすべて満たす市民を抽出した。

- ① 2010年から4年以上、現在の対象市町村に在住の者
- ② 東日本大震災発生後の(2011.3.11～2011.3.18)まですべての日に現在の対象市町村にいた者
- ③ 海岸から50km以内に在住の者

本研究では、520の有効回答が用いられた。有効回答の構成は、性別×年代カテゴリであり、各52サンプルである。回答は、5段階評価であり、5が一番強く1が一番弱い。

(2) 効率性の計測

a) DEAモデル

本研究では、包絡分析法(DEA)を用いて、効率性の計測を行った。DEAは、ノンパラメトリックアプローチを用いて効率性を計測する手法であり、多入力、多算出を用いることが可能である(Charnes et al., 1978)¹⁴⁾。通常、事業体の数を n 個、効率値計算の対象事業体を k 番目とする。インプットデータは x_{ij} 、その重みを v_i ($i=1, 2, \dots, m$)、アウトプットデータは y_{rj} 、その重みを u_r ($r=1, 2, \dots, s$)とした。DEAの規模に関して収穫可変であるBCCモデルの効率値 θ は、次の分数計画問題を解くことによって定められる。

目的関数

$$\text{Max } \theta_o = \frac{u_1 y_{1k} + u_2 y_{2k} + \dots + u_s y_{sk}}{v_1 x_{1k} + v_2 x_{2k} + \dots + v_m x_{mk}}$$

$$\text{制約式 } \frac{u_1 y_{1j} + u_2 y_{2j} + \dots + u_s y_{sj}}{v_1 x_{1j} + v_2 x_{2j} + \dots + v_m x_{mj}} \leq 1$$

$$v_1, v_2, \dots, v_m \geq 0$$

$$u_1, u_2, \dots, u_s \geq 0$$

$$j = 1, 2, \dots, n$$

(4a)

4aは、次の線形計画問題へ変形できる。

$$\text{目的関数 } \text{Max } \sum_{r=1}^s u_r y_{rk}$$

$$\text{制約式 } - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} + \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} \leq 0 \quad (j = 1, 2, \dots, n)$$

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{ik} = 1$$

$$v_i \geq 0 \quad (i = 1, 2, \dots, m), \quad u_r \geq 0 \quad (r = 1, 2, \dots, s)$$

(4b)

この双対形は

$$\text{目的関数 } \text{Min } \theta$$

$$\text{制約式 } - \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + \theta x_{ik} \geq 0 \quad (i = 1, 2, \dots, m)$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j \geq y_{rk} \quad (r = 1, 2, \dots, s)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad (j = 1, 2, \dots, n), \quad \theta : \text{制約なし}$$

(4c)

λ は、非効率な各事業体が参照するフロンティアライン上の点を一意に決定するパラメータである。DEAモデルにおいては、ベストパフォーマーは効率値 $\theta=1$ となる。

b) Super-efficiencyモデル

本研究では、特に効率的とされたグループの協力者を明らかにするため、Super-efficiencyモデルを用いた。これは、ベストパフォーマー間の優劣を決めることを目的として構築されたモデルである(Cooper et al., 2006)⁶⁾。当該の効率的なDecision Make Unit(DMU)を除いた生産可能集合(production possibility set=PPS)を作り、当該DMUとその生産可能集合との距離を測る。その距離が大ならば、他のDMUより優れているとする。本研究では、Anderson and Petersen(1993)¹⁵⁾によって提案されたRadial Super-efficiencyの入力指向型規模に関して収穫可変モデルを使用する。

$$\theta^* = \min \theta$$

$$\text{目的関数 } \theta_{x_{io}} \geq \sum_{j=1, \neq o}^n \lambda_j x_{ij} \quad (i = 1, 2, \dots, m)$$

$$y_{ro} \leq \sum_{j=1, \neq o}^n \lambda_j y_{rj} \quad (r = 1, 2, \dots, s)$$

$$\sum_{j=1, \neq o}^n \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad (\forall j)$$

$$y_{io} > \max_{j=1, \neq o}^n \{y_{ij}\} \quad x_{io} < \min_{j=1, \neq o}^n \{x_{ij}\}$$

(4d)

c) インプットデータ作成

インプットは、災害後に形成された SC ネットワークである。廃棄物管理行動と SC の 3 要素（信頼、つきあい・交流、社会参加）の関係性を重回帰式により検討したところ、信頼及びつきあい・交流のみ有意な関係がみられた。よって、本研究における SC 値は、信頼とつきあい・交流の平均値とした。本研究で利用した SC データの内容を表 2 に示す。SC 値を標準化し（付録 1）、3 種の高 SC ネットワークグループ（高 bonding、高 linking、すべてのネットワークが高水準である高ネットワーク）を作成した。どの高 SC ネットワークグループの市民も、Bonding、Bridging、Linking 要素の影響を受ける。よって、それぞれにおいて Bonding、Bridging、Linking 要素の影響について検討した。

標準化を用いて順位づけを行い、地域の特徴を把握する手法は、内閣府⁹⁾による SC 調査で用いられており当該研究への一定の妥当性が確保されているため、本研究はそれに準じた。よって、本研究で用いたカテゴリーは対象地の実態を反映したものであり、一般論のカテゴリー分類ではない。

$$SC_{ij} = (T_{ij} + AE_{ij})/2$$

SC_i: 個人*i*の SC
T_i: 個人*i*における信頼
AE_i: 個人*i*におけるつきあい・交流
SC_{ij}: 個人*i*における影響要素(*j* = 1 ... 3)
j₁: Bonding 要素
j₂: Bridging 要素
j₃: Linking 要素

(4c)

d) アウトプットデータ作成

アウトプットは、収集、分別、運搬を含む廃棄物管理行動のレベルとした。本研究の有効回答データは、70%以上が仙台市の市民である。仙台市では、公式な仮置場は震災後 5 日目に市によって設置された。よって、本研究では、地震発生後 4 日以内の地震災害廃棄物管理量、地震発生後 5 日以降の地震災害廃棄物管理量の 2 算出モデルとした。さらにそれぞれにおいて、Bonding、Bridging、Linking メンバーと協力した場合について検討した。

$$M_{imj} = (M_{iamj}, M_{ibmj})$$

M_i: 個人*i*における地震廃棄物管理レベル
M_{ia}: 個人*i*における 4 日以内の非公式な仮置場に向けた地震災害廃棄物管理レベル
M_{ib}: 個人*i*における 5 日以降の公式な仮置場に向けた地震災害廃棄物管理レベル
M_{im}: 地震災害廃棄物の種類 (*m* = 1 ... 3)
m₁: 収集
m₂: 分別
m₃: 運搬
M_{ij}: 個人*i*への協力者 (*j* = 1 ... 3)
j₁: Bonding メンバー
j₂: Bridging メンバー
j₃: Linking メンバー

(4f)

e) DMUカテゴリー

本研究では、9 つの DMU カテゴリーを作成し、1 投入 2 算出のモデルを用いた。表 3 に、DMU 内訳を示す。

表 2 SC データ内容

内訳	質問	質問要素	回答
災害後の SC	信頼	1) あなたの地域への信頼は東日本大震災時 (2011 年) と災害後 (2014 年まで) では変化しましたか? 次の要素はどの程度影響しましたか?	Bonding ネットワーク 1. 被災時の近所での助け合い経験 5: 多く影響した 4: やや影響した 3: どちらでもない 2: あまり影響していない 1: 全く影響していない
		Bridging ネットワーク 2. 被災時の地域連帯感	
		Linking ネットワーク 3. 行政による地域活動支援 4. 行政による防災訓練 5. 行政による防災インフラ整備	
つきあい・交流	2) あなたの地域でのつきあいや交流は東日本大震災時 (2011 年) と災害後 (2014 年まで) では変化しましたか? 次の要素はどの程度影響しましたか?	Bonding ネットワーク 1. 被災時の近所での助け合い経験	5: 多く影響した 4: やや影響した 3: どちらでもない 2: あまり影響していない 1: 全く影響していない
		Bridging ネットワーク 2. 被災時の地域連帯感	
		Linking ネットワーク 3. 行政による地域活動支援 4. 行政による防災訓練 5. 行政による防災インフラ整備	

表3 DMU内訳

DMU	SCネットワークグループ	対象者	頻度 (%)	内訳	平均データ分布 ^{a)}	標準化分布 ^{b)}
1	高 bonding	女性 (20歳代)	10.000	Bonding	3.260	1.699
2				Bridging	2.827	-0.115
3				Linking	2.529	-0.569
4	高 linking	男性(20歳代, 50 歳代, 60歳代以上)	30.000	Bonding	2.654-2.904	(-1.699) to (-0.297)
5				Bridging	2.731-2.779	(-0.940) to (-0.528)
6				Linking	2.622-2.702	0.318-1.082
7	高ネットワーク	女性 (30歳代, 40歳代, 50歳代)	30.000	Bonding	2.981-3.202	0.135-1.375
8				Bridging	2.856-3.125	0.132-2.440
9				Linking	2.651-2.696	0.593-1.021
	低ネットワーク	男性(30歳代, 40歳代) 女性 (60歳代以上)	30.000	Bonding	2.894-2.913	(-0.351) to (-0.243)
				Bridging	2.750-2.808	(-0.775) to (-0.280)
				Linking	2.385-2.538	(-1.944) to (-0.477)

^{a)} 5 段階評価 ^{b)} 平均=0, 標準偏差=1

5. 結果

Super-efficiencyモデルの計測結果を表4に示す。災害後には、高bonding及び、高linkingネットワークグループが形成され、地震災害廃棄物管理に効率的なグループになることが分かった。中でも、Linkingネットワークは最も効率的なネットワークであった。

(1) 収集

高 bonding グループ及び高 linking グループの bonding ネットワークと Linking ネットワークが効率的であることが明らかになった。このことから、危険物の収集や生活スペースを確保するための収集は、家族、近所の人や行政が関与すると効果的であることが分かった。

中でも、高 bonding グループの Linking ネットワークが super efficiency であった($\theta=1.172$)。さらに、高 linking グループの linking ネットワークが super efficiency であった($\theta=1.022$)。このことから、災害後は、若年層の男女及び高齢層の男性には、行政や他地域からの協力者による収集支援があるとより効率的になることが推察された。

(2) 分別

高 bonding グループ及び高 linking グループの Linking ネットワークが効率的であることが明らかになった。このことから、危険物の分別や個人物の分別には、行政や他地域からの協力者が関与すると効果的であることが分かった。

中でも、高 linking グループの linking ネットワークが super

efficiency であった($\theta=1.022$)。このことから、災害後は、若年層及び高齢層の男性には、行政や他地域からの協力者による分別支援があるとより効率的になることが推察された。

(3) 運搬

高 bonding グループ及び高 linking グループの Linking ネットワークが効率的であることが明らかになった。このことから、危険物の運搬や生活スペースを確保するための運搬は、行政や他地域からの協力者が関与すると効果的であることが分かった。

中でも、高 linking グループの linking ネットワークが super efficiency であった($\theta=1.022$)。このことから、災害後は、若年層及び高齢層の男性には、行政や他地域からの協力者による運搬支援があるとより効率的になることが推察された。

表4 Super-efficiencyモデル結果

ネットワークグループ	内訳	収集	分別	運搬
高 bonding	Bonding	1.000	0.784	0.784
	Bridging	0.977	0.930	0.931
	Linking	1.172	1.000	1.000
高 linking	Bonding	1.000	0.946	1.000
	Bridging	0.962	0.957	0.964
	Linking	1.022	1.022	1.022
高ネットワーク	Bonding	0.875	0.843	0.843
	Bridging	0.885	0.885	0.885
	Linking	0.987	0.987	0.987

Super efficiency
Efficiency

6. まとめ

本研究では、災害後には、高bonding及び、高linkingネットワークグループが形成され、これらはすべてのSCネットワークが高いグループより、地震災害廃棄物管理に効率的なグループになることを明らかにした。災害後は、若年層の男女や高齢層の男性による、SCネットワークを活用した地震災害廃棄物管理の効率性は高くなるが、中年層の効率性は低かった。災害後に女性の中年層は豊かなSCネットワークを形成しているにも関わらず、効率性は低かった。中年層は災害後の廃棄物管理を自ら行うことが多く、SCネットワークを十分に活用できていないとも考えられる。よって、SCネットワークを活用した情報伝達などの災害廃棄物管理支援を検討していくことが有用である。

高bondingと、高linkingネットワークグループのLinkingネットワークは、最も効率的なネットワークであった。災害後、若年層の男女及び高齢層の男性には、行政や他地域からの協力者による支援があると、地震災害廃棄物管理がより効率的になり、収集行動でその影響が高いことが分かった。そのため、災害初動時の自宅周辺の危険物の収集や、復旧時における生活スペース確保のための廃棄物収集にも、行政や地域外からの協力者による支援を用意していくことが有用である。

本研究では、災害後に形成されたSCネットワークに着目し、分析を行った。しかしながら、SC形態は、変容や衰退する。災害後に形成されたSCネットワークは、今後どのように変容をとげていくのかについては、さらなるデータの蓄積が待たれる。これらについては、今後の課題とする。

謝辞：本研究は、環境研究総合推進費(3K143015)の助成を受けて実施された。ここに記して感謝の意を表する。

付録： 付録1 研究対象地におけるSC標準化指数

性別・年齢	標準化指数		
	Bonding	Bridging	Linking
男 20歳代	-0.297	-0.610	0.318
女 20歳代	1.699	-0.115	-0.569
男 30歳代	-0.243	-0.775	-1.944
女 30歳代	1.375	2.440	0.593
男 40歳代	-0.351	-0.198	-1.150
女 40歳代	0.135	0.132	0.715
男 50歳代	-0.836	-0.528	1.082
女 50歳代	0.512	0.874	1.021
男 60歳代以上	-1.699	-0.940	0.410
女 60歳代以上	-0.297	-0.280	-0.477

参考文献

- 1) Brown Charlotte, Milke Mark and Seville Erica. Disaster waste management: A review article. *Waste Management*, Vol. 31, pp.1085-1098, 2011.
- 2) 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部：災害廃棄物対策指針, 2014.
- 3) Norris Fran H, Stevens Susan P, Pfefferbaum Betty, Wyche Karen F and Pfefferbaum Rose L: Community resilience as metaphor, theory, set of capacities, and strategy for disaster readiness. *American Journal of Community Psychology*, Vol.41, pp.127-150, 2008.
- 4) Aldrich Daniel P: Building Resilience, The University of Chicago Press, 2012.
- 5) Joshi Abhay and Aoki Misa: The role of social capital and public policy in disaster recovery: A case study of Tamil Nadu State, India. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, Vol. 7, pp. 100-108, 2014.
- 6) Cooper William W, Seiford Lawrence M and Tone Kaoru: Introduction to Data Envelopment Analysis and its uses. pp. 301-313, Springer, 2006.
- 7) Mohamad Nordin Hj and Said Fatimah: Using Super-Efficient Dea Model to Evaluate the Business Performance in Malaysia. *World Applied Sciences Journal*, Vol.17, No.9, pp. 1167-1177, 2012.
- 8) Putnam Robert D: Making Democracy Work. pp. 163-185, Princeton: Princeton University Press, 1993.
- 9) 内閣府国民生活局市民活動促進課：ソーシャル・キャピタル：豊かな人間関係と市民活動の好循環を求めて, 2003.
- 10) Lin Nan: A network theory of social capital. In Dario Castiglione, Jan W van Deth, and Guglielmo Wolleb, eds., *The handbook of social capital*. pp. 50-69, Oxford University Press, 2008.
- 11) USAID: Community resilience: conceptual framework and measurement feed the future learning agenda. 2013.
- 12) Szreter Simon and Woolcock Michael: Health by association? Social capital, social theory, and the political economy of public health. *International Journal of epidemiology*. Vol. 33, No. 4, pp. 650-667, 2014.
- 13) 廃棄物資源循環学会：災害廃棄物分別・処理実務マニュアル-東日本大震災を踏まえて, 2012.
- 14) Charnes A, Cooper WW, Rhodes E: Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, Vol. 2, pp. 429-444, 1978.
- 15) Anderson Per and Petersen Niels Christian: A procedure for ranking efficient units in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, Vol. 39, No.10, pp. 1261-1264, 1993.

(2016. 8. 26 受付)

Social Capital Networks and Efficiency of Earthquake Waste Management

Kiyomi KAWAMOTO and Karl KIM

This study examines how social capital (SC) networks create, and contribute to the efficiency of earthquake waste management in the post disaster period. Moreover, this study determines which network is super-efficient. There are three types of SC networks with different connecting members: bonding, bridging and linking networks. The coastal cities of Iwate and Miyagi prefectures, Japan were chosen as the case study cities. For this study, a web survey was used to collect data on waste management activities. Data Envelopment Analysis (DEA) with a Super-efficiency model was used to analyze the 520 valid responses. It was determined that the efficient groups for earthquake waste management at the post disaster period were the high bonding and the high linking network groups. Moreover, linking networks were determined to be super efficiency networks for earthquake waste management.