

バイオマス循環事業の多面的効果に関する研究

—福岡県大木町・みやま市を事例に—

畑中 直樹*・遠藤はる奈**・塩屋 望美***・中村修***

Naoki HATANAKA, Haruna ENDO, Nozomi SHIOYA, Osamu NAKAMURA

要旨：福岡県大木町では一般家庭の生ごみを分別し、資源化することに成功している。その結果、ごみは40%も減った。また、生ごみ、し尿・浄化槽汚泥などをメタン発酵させて、その消化液を肥料として100haの農地で利用することで、農家は化学肥料の費用が1000万円ほど節約できた。その農産物を隣接する直売所で販売、レストランで活用することで、売り上げが2億円を越え、地元雇用も26人増えた。この循環事業は町民の評価も高かった。大木町で実現しているバイオマス循環事業の多面的効果の視点に基づいて、福岡県みやま市における循環事業での期待される効果について検討した。その結果、大木町同様、多くの効果が期待できることが明らかになった。

キーワード：大木町、みやま市、バイオマス循環、生ごみ資源化、多面的効果

はじめに

地球環境あるいは地域における廃棄物と資源の問題解決のために循環型社会の理念が掲げられ、循環型社会への取組が求められるようになった。

2012年9月、バイオマス資源循環に関連する7府省(内閣府、総務省、文部科学省、農林水産省、経済産業省、国土交通省、環境省)はバイオマス事業化戦略として「バイオマス産業都市」の構築を推進することとした。ここでは2018年までに全国で100地区のバイオマス産業都市の構築を目指す。

7府省が関わるバイオマス循環事業は、単なるごみ処理、環境対策だけのものではない。例えば、食品リサイクルループ事業のように「環境+農業+食+地域作り」のような幅広い事業が想定されている。

本論文では福岡県大木町の一般家庭の生ごみ、し尿・浄化槽汚泥のバイオマス循環事業の取り組みと、そこで得られる多面的な効果について検討する。大木町を取り上げる理由としては、大木町の取り組みは「生ごみ、し尿・汚泥を資源化し肥料として農地で利用。その農産物を学校給食や直売所で利用」というバイオマス循環事業が構想する「環境+農業+食+地域作り」をまさに体現したものだからである。

2006年に稼働を開始した大木町の取り組みは循環事業の優れた事例として高く評価されてきたが、残念ながら次に続く自治体はあらわれなかった。

2013年に、大木町に隣接するみやま市は大木町と同様のバイオマス資源循環事業に取り組む計画を発表した。

そこで、みやま市においても大木町と同様の多面的な効果が期待できるのかについて検討する。

1. 大木町の取組の概況

福岡県大木町は人口約14,500人、世帯数約4,500世帯、総面積は18.43km²の小さな町である。

大木町は2006年にメタン発酵施設「おおき循環センターくるるん」(以下、「くるるん」と表記)を建設し、2007年に稼働を開始した。

くるるんでは、町内で発生する生ごみとし尿・浄化槽汚泥をメタン発酵させて、肥料(消化液)とエネルギー(メタンガス)を生産している。メタンガスは電力や熱として施設内で利用している。液状の肥料(液肥)は「くるるん肥(くるるんび)」という名称で町内の農家や家庭菜園に提供している。

くるるん肥で栽培された米や野菜は、くるるんに隣接する直売所やレストラン、学校給食で利用されている。

くるるん導入以前は、生ごみは可燃ごみとして収集し、隣の大川市に焼却処分を委託していた。し尿や浄化槽汚泥は海洋投棄をしていた。

2. 大木町の循環事業の多面的効果

2.1 多面的効果の視点

大木町のバイオマス循環の取り組みでは、ごみ減量だけでなく様々な効果がもたらされている。

二渡らは、ごみ減量、炭酸ガス排出抑制などで一定の効果をあげていると評価している(二渡ほか、2009)。

大木町環境課の課長である境は、現場での実際の取り組み経験を通してごみ減量、処理コスト削減、消化液の液肥利用による農業振興、住民の意識の変化によるまちづくり事業への参加など、具体的で多面的な効果の実際を紹介している(境、2008)。

*長崎大学大学院生産科学研究科

**環境自治体会議 環境政策研究所

***長崎大学大学院水産・環境科学総合研究科

表1 大木町の資源循環の取り組みの推移

	排出量(t)		2012年度/ 2005年度
	2005年度	2012年度	
燃やすごみ	3005	1312	44%
燃やさないごみ	96	2	2%
資源ごみ	541	2044	378%
資源ごみの内 生ごみ		1209	—
合計	3642	3359	92%
リサイクル率(%)	15	61	46%の増加

※大木町環境課の資料より作成

表2 くるっ肥利用と慣行農法の肥料散布コスト比較

	慣行農法	くるっ肥+ 化肥	くるっ肥のみ
肥料購入費	8,913	2,674	0
(基肥)	6,239	0	0
(追肥)	2,674	2,674	0
肥料散布労働費	2,073	1,564	1,000
(基肥)	1,509	1,000	1,000
(追肥)	564	564	0
肥料散布コスト	10,986	4,238	1,000

単位：円

※聞き取りと農水省の資料(2011年度)より作成

表3 くるるん関連施設の売り上げ

施設名	年間売上	年間来客数
循環センター	—	3,200名
レストラン	1億円	72,000名
	(うち視察者)	1,600名
直売所	1.2億円	108,000名

※施設担当者の聞き取り調査から

表4 循環の取り組みにおけるCO2排出量

増加	生ごみ回収	12.4
	購入電力	31.3
	液肥輸送	2.6
	増加計(A)	46.4
削減	焼却施設重油	24.8
	化学肥料代替	24.6
	削減計(B)	49.5
増減	(B)-(A)	3.1

参照：二渡ら2009 単位は tonCO2/年

近藤らは、大木町における住民調査結果から、住民参加こそが大木町の成功の要因と述べている(近藤ほか、2012)。

以上を整理したのがA~Dの視点である。

A:ごみ減量, ごみ処理コストの削減

B:農業振興

C:住民参加

D:地球温暖化対策

さらに本論文では大木町での聞き取り調査の成果として、先行研究では触れられなかったE~Hの視点を加えて紹介する。

なお聞き取り調査は2012年2月から数回にわたっておこなった。調査対象者は大木町環境課長、直売所店長、レストラン代表取締役、農家などである。

E:施設・建設費の削減

F:雇用の創出

G:迷惑施設ではなく福利厚生施設

H:最終処分場の延命

2.2 多面的効果の検証

A:ごみ減量, ごみ処理コスト削減

大木町では町民が生ごみおよびプラスチック、紙おむつなどを分別、資源化することで燃やすごみの量を56%も減少させた。(表1)

また、海洋投棄をしていたし尿や浄化槽汚泥を「廃棄物」ではなく「バイオマス資源」として循環利用することで、処理費用は大幅に削減された。生ごみ、し尿・浄化槽汚泥というバイオマスの資源化による処理費の削減額は、2005年度と比較して2012年度では4,100万円の削減となっている。

現在は生ごみだけでなく、紙おむつ、プラスチック、雑紙などの循環利用にも取り組んでいるためリサイクル率は年々増加し、2012年度のリサイクル率は61%にもなっている。(表1)

B:農業振興

メタン発酵消化液「くるっ肥」の販売価格は無料だが、運搬散布手数料として200円/tが農家負担となる。稲作では10aあたり元肥として5t、追肥として2tの液肥を利用する。九州地方の慣行農法と比較した10aあたりの肥料散布コストは、くるっ肥と化成肥料を併用する場合6,700円、くるっ肥のみで栽培する場合9,900円の負担軽減であった。大木町全体では、100haほどの農地で利用され1,000万円程度の化学肥料代金の負担軽減になっている。(表2)

さらに、液肥で育てられた農産物はくるるん横のレストラン(売上金額1億円)、直売所(売上金額1.2億円)や学校給食でも利用され、大木町の農業振興に貢献している。(表3)

C:住民参加

大木町では多くの町民が生ごみ資源化に参加している。これについては、生ごみ資源化開始直後の2008年と2012年に全町アンケートを実施している。

2008年と2012年では設問が若干異なるが、ほぼ同じ結果であった。生ごみ分別に積極的な市民は89%(86%)、まあまあ積極的9%(12%)、否定的1%(2%)と、どちらも98%が協力的であった。()内は2012年の結果。

また、大木町では全町的に生ごみ資源化がはじまる前に500世帯以上を対象に生ごみ分別のモデル事業をおこなったが、ここでも90%以上が生ごみ分別・資源化に賛成であった。ちなみに後述するみやま市でも生ごみ分別のモデル事業をおこなったが、ここでも96%の市民が賛同している。

近藤ら(2012)など、いくつかの論文では、「大木町特有の高い住民意識によって生ごみ資源化が成功した」という仮説に基づいた研究がおこなわれている。

しかしながら、各地の生ごみ資源化のモデル事業における市民アンケート結果をみると、大木町のアンケート結果と同じような傾向がみられる。

現在、ほとんどすべての自治体ではごみ減量のために市民に分別を義務づけている。熊本県水俣市のように30以上の分別を義務づけている自治体もあるが、多くの自治体に取り組んでいる「燃やすごみ・プラスチック・ビン・カン・ペットボトル・新聞紙・雑誌・古布・小型家電・乾電池」だけでも10種類の分別になる。これに生ごみを加えても市民の分別の手間が大幅に増えることはない。先行研究では、生ごみの資源化において大木町特有の住民意識の高さを期待していたが、日本全体でごみ分別が制度化され、その結果、市民のあいだで生ごみの分別・循環利用を当然とする意識が高くなっているのが妥当であろう。

さて、先行研究ではほとんど触れられていないが、大木町での住民参加を促す取り組みのなかでも注目すべきものが「循環のまちづくり委員会」である。この委員会は環境課職員、農家、様々な地域活動をおこなっている町民などで構成され5年以上にわたってほぼ毎月のように開催された。循環施設くるるんのありかた、循環のまちづくりについての具体的な議論が重ねられた。

こうした議論から、従来のごみ処理政策からは決して想像さえされなかった地産地消レストランや直売所構想がうまれた。さらには、実際にレストランに出資しレストランを経営する人、直売所へ出荷する農家もこの委員会での議論をきっかけにあらわれた。

従来のごみ処理施設、し尿処理施設は「迷惑施設」であるため、そもそも民家の近くには建設されてこなかっ

た。大木町のくるるんが注目されたのは、生ごみを分別・資源化しているだけでなく、迷惑施設であるはずの施設のすぐ横にレストランと直売所、道の駅までが併設された点である。

循環施設とレストラン・直売所という組み合わせが注目されて、いまではレストランは年間7万人以上の来客者で1億円の売り上げ、直売所も1.2億円の売り上げとなっている。(表3)

D:地球温暖化対策

二渡らは、大木町の循環の取り組みの環境負荷増加・削減について、表4のように二酸化炭素排出量よりも削減量が多いことを試算により明らかにした(二渡ら、2009)。

E:施設・建設費の削減

大木町はし尿は海洋投棄、ごみの焼却は隣の大川市に委託していたため、そもそも処理施設はなかった。

しかしながら、他の市町村では循環施設を稼働することで、焼却施設やし尿処理施設などの処理施設を廃止、あるいは縮小することが可能である。

生ごみ資源化に取り組むことで、ごみ量は30%削減するため、焼却施設の規模は30%削減可能になる。また、し尿処理施設を廃止することができる。

さらに、循環施設(メタン発酵施設)は構造が単純なため、建設費は同規模のし尿処理施設の70%程度であり、運転にかかる費用も同規模のし尿処理施設の半額程度である。(くるるんの運転実績より)

建設費用については3分の1から2分の1程度国の補助がでるが、その後の運転費用は自治体負担である。将来、国・自治体の財政状況の悪化を考えると、施設数の削減・建設費の削減は自治体には大きな経済効果となる。

F:雇用の創出

くるるんは、すべて地元雇用の職員で運転している。メタン発酵プラント(中温発酵)は構造が単純なため、運転だけでなく修理なども地元雇用の労働者で可能である。

一般のごみ焼却施設やし尿処理施設では、メーカー

表5 くるるんおよび関連施設での雇用

施設	雇用	人数
循環センター	運転要員	5名
	事務職員	1名
レストラン	経営者	3名
	従業員	11名
直売所	パート従業員	6名
	出荷登録者	280名

※施設担当者の聞き取り調査から

から派遣された職員が正規職員として働き、地元雇用はパートなどであった。一方、くるるんの雇用はすべて地元採用である。

くるるんおよび隣接するレストラン、直売所の雇用を総計すると26名となる。(表5)

また、雇用の数だけでなく、雇用の安定性にも注目する必要がある。

例えば、徳島県上勝町の「葉っぱビジネス」のように、まちづくり、地域おこしで商品開発をして成功する事例は多い。しかし、それらのほとんどは模倣され利益率は低くなる。あるいは同様な商品が地域外、海外から安価に輸入され、結果、つぶれる例も多い(重村, 2009)。

一方、くるるんは地域のごみ、し尿を処理する施設であるため、競合などない。また、レストランや直売所は外部の視察者による売り上げもあるが、大半は地元、近隣からの利用客であるため、経営は安定している。結果的に、安定した雇用となっている。

G: 迷惑施設ではなく福利厚生施設

ごみ焼却施設やし尿処理施設は迷惑施設として認識されてきた。そのため、迷惑施設の建設・運転・延命には地元住民の同意が必要など、課題が多い。

しかしながら、くるるんは迷惑施設ではなくむしろ町民の歓迎する福利厚生施設である。

図1のように、国道沿いにくるるん、レストラン、直売所、道の駅が併設されている。国道を隔ててすぐには中学校もある。こうした立地は迷惑施設ではありえない。逆に、循環施設があることで、レストランや直売所の品質の高さ(有機肥料で栽培された農産物への期待など)にひかれて、来客が増えているという相乗効果も見逃せない。

多くの処理施設は民家の少ない山の中などに建設されている。その結果、収集運送距離が長くなり、処理コス

ト高の要因となっている。また、市民の反対が多く建設できない場合もある。

くるるんのように福利厚生施設として計画・建設することで、民家の多い地域にも建設が可能になり、収集運送距離を短くすることができる。

さらに、循環施設は市民の反対ではなく、むしろ福利厚生施設として誘致の声もあるため、建設を担当する職員にとって施設建設は容易になる。この点も重要な効果としてあげることができる。

H: 最終処分地の延命

焼却施設の灰、し尿処理施設の汚泥の焼却灰は最終処分地に埋め立て処分されるのが一般的である。循環利用に取り組むことで、焼却灰の量は大幅に減少し、埋め立て地の延命につながる。いまや埋め立て地の建設も市民の反対で難しい課題となっている。

2. 3 多面的効果の整理

以上、大木町の循環事業を対象に多面的効果に関して検討した。その結果、以下のA~Hの効果があることが明らかになった。

- A: ごみ減量、ごみ処理コストの削減
- B: 農業振興
- C: 住民参加
- D: 地球温暖化対策
- E: 施設・建設費の削減
- F: 雇用の創出
- G: 迷惑施設ではなく福利厚生施設
- H: 最終処分場の延命

これらの効果は環境効果(A, D, H)、農業などの地域経済効果(A, B, E, F, H)、まちづくりなどの効果(C, G)などと分類できる。

3. みやま市における期待される効果

大木町に隣接するみやま市においても、大木町と同じような循環事業に取り組む準備をはじめている。

みやま市ではその準備として2013年度に福岡県の「生ごみ・し尿汚泥系メタン発酵発電設備導入可能性調査」をおこなった。この調査結果をもとに、大木町で明らかにされた循環事業の多面的効果のみやま市でも期待できるのかについて検討する。

3. 1 みやま市の処理の現状

みやま市では、ごみは清掃センター(焼却施設, 50 t/日, ストーカー方式)、し尿・浄化槽汚泥はし尿処理施設で処理をしている。一部、筑後市と下水道事業もおこなっている。

し尿処理施設の汚泥は脱水、乾燥後、焼却処理をおこ



図1 くるるんに隣接するレストラン・直売所
左から、循環施設くるるん、レストラン、直売所、道の駅

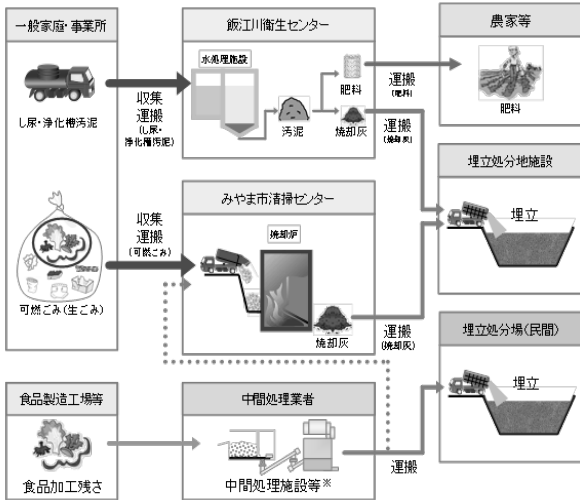


図2 みやま市の処理の現状

参照：生ごみ・し尿污泥系メタン発酵発電設備導入可能性調査

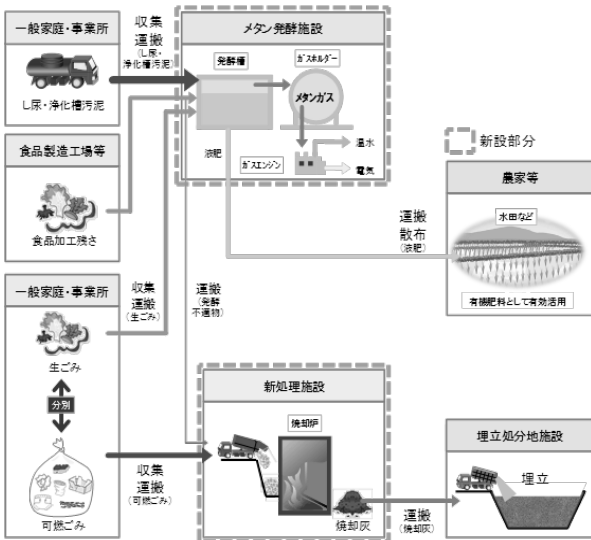


図3 みやま市の循環構想

参照：生ごみ・し尿污泥系メタン発酵発電設備導入可能性調査

表6 みやま市処理と循環の比較

原料	処理あるいは利用可能量	処理	循環
し尿・浄化槽汚泥	40,000 t/年	し尿処理場 ^{※1}	メタン発酵施設
余剰・凝集汚泥	9,900 t/年		
生ごみ	3,000 t/年	新焼却施設 ^{※2}	新焼却施設 ^{※2}
可燃ごみ(生ごみ以外)	6,000 t/年		

※1 飯江川衛生センター

※2 新処理施設とは、柳川市との共同処理施設(焼却炉)

参照：生ごみ・し尿污泥系メタン発酵発電設備導入可能性調査

なっている。この灰と焼却施設の灰は埋立処分施設に埋め立てている。また現在の清掃センターは廃止して、柳川市と共同で新しく建設する予定である。(図2)

3.2 みやま市の循環構想

みやま市の周辺には大木町のくるるんを含めてメタン発酵施設が3カ所ある。

大分県日田市のメタンプラントでは生ごみが分別・収集されているがガス利用だけで、消化液は汚水として処理されており、処理施設である。熊本県山鹿市のメタンプラントでは、畜産の糞尿を中心に市内の生ごみの一部が循環利用されている。ただし、ここではレストランなどの付帯施設はなく、液肥を提供する農業振興施設として稼働している。

そこで、みやま市では検討の結果、大木町のくるるんのような多面的効果をもつ施設(カフェやレストラン等との複合施設)のありかたを目指すこととした。

さらに、みやま市の全体構想では、し尿処理施設を廃止する。生ごみを資源化することで焼却ごみの減量30%で、焼却施設を縮小することになった。(図3)

この構想では、重量で見ると58,900tが処理の対象だが、循環に取り組むことで処理量はおよそ10%の6,000tとなり、残り90%の49,900tが循環利用される。(表6)

この構想のため、みやま市では生ごみ分別のモデル事業(市民・事業者)をおこなった。

一般家庭の159世帯が生ごみ分別に参加したが、「生ごみを燃やさないで資源として再利用することについて」というアンケート結果では、「良い」(74%)、「どちらかといえば良い」(22%)、「あまり意味がない」(2%)、無回答(2%)であった。大木町同様96%の市民が生ごみ減量・生ごみ分別には賛成であった。また、12事業者が生ごみ分別に参加したが、すべての事業者が生ごみ資源化を「良い」と答えている。

そこで、大木町で明らかになった多面的効果の項目(A~H)に基づいて、みやま市ではどのような効果が期待できるか検討した。

検討の結果、すべての項目で「処理」では期待できなかったことが「循環」では期待できることが明らかになった。

例えば、D:地球温暖化対策では処理を継続すれば年間1,476tの二酸化炭素を排出するが、循環に転換することで1,160tもの削減効果が期待できる。

F:雇用も処理では地元雇用は6名だけだが、循環施設では26名も期待できる。(レストランなどの付帯施設の雇用は含まない)

B:農業振興では、液肥を410haの農地で利用できる。などである。

4. 結論

福岡県大木町の循環施設くるるんについて、多面的な評価を試みた。先行研究であげられた視点だけでなく、現場の職員などに対する聞き取り調査で明らかになった視点も多面的効果の側面として検証を試みた。

「迷惑施設ではなく福利厚生施設」「雇用の創出」という視点は、大木町の取組が実際に動いてはじめて見えてきたものである。従来の循環型社会の議論では見えなかった視点である。

検証の結果、大木町のバイオマス循環事業ではごみ減量だけでなく多面的効果（環境、経済、まちづくりなど）があることがわかった。

大木町に隣接するみやま市でも同様の循環事業の計画があるが、この計画をもとに検討したところ、大木町と同様の多面的効果が期待できることが明らかになった。

おわりに

循環型社会の抽象的理念を語る時代を終えて、実際に自治体の現場で循環をつくり出す時代になった。

そこで本論文では、自治体が循環に取り組むメリットを明らかにするために、多面的効果の検証をおこなった。

循環の取組によって処理よりも安く、かつ多くの効果があることを明らかにすることで、自治体が処理から循環に転換してくれないだろうか、という期待が根底にある。

例えば、日本にはおよそ1,000カ所のし尿処理場がある。このし尿処理場をすべて循環施設に建て替えることで、莫大な処理費用が削減されるだけでなく、（みやま市の効果を単純に1,000倍すると）2万6千人の地元雇用を生み出すことができる。41万haの農地で液肥を使った有機栽培が実施できる。さらには、全国のごみ焼却施設を30%削減できる。

こうした効果が全国規模で期待できる。

なにより自治体の財政は逼迫している。今回とりあげたみやま市の人口は39,846人（2014年5月現在）であるが、わずか21年後の2035年には28,522人と大幅な減少が予測されている。しかも、2035年には20～64歳人口12,376人に対して、65歳以上人口13,006人と上回っている。労働人口の減少による税収の減少のみならず、高齢者対策の支出が大幅に増加することは容易に想像できる。施設を建設すれば20～30年稼働させるため、もはや漫然と処理施設を建設する時代ではない。

処理施設ではなく循環施設を積極的に建設して、様々

な多面的効果を求めるという選択肢を検討する必要があるだろう。

さて、本論文を通して見えてきた次の課題がある。

日田市のようにメタン発酵施設を建設しても、生ごみは資源化されず処理されているケースもある。みやま市での多面的効果の検討において課題となったのが、計算上は多面的効果が期待できるが、循環施設さえ建設すれば大木町のような多面的効果がはたして実現するのか、という点である。

残念ながら本論文ではこの点まで深く議論することはなかった。

循環施設の建設に加え、どのような政策、取組があれば多面的効果が実現できるのかについてさらに調査研究を重ねていく予定である。

引用文献

- 近藤加代子・堀史郎・永野亜紀（2012） 家庭系生ごみのバイオマス利活用に向けた地域の協力的行動の影響要因の分析：大木町を事例として、芸術工学研究, 16, 11-18
- 境公雄（2008） 大木町における浄化槽汚泥等有機資源の資源化の取り組み、月刊浄化槽, (392), .27～31
- 篠田淳司（2008） バイオマス事例報告「おおき循環センター」くるるん—福岡県大木町 燃えるごみ 43.4%、液肥で米・麦を生産販売、環境施設 (111), 86-94
- 重村光輝（2009） 地域における資源循環と経済活性化の課題—徳島県上勝町の事例を通して持続可能なまちづくりを考える、国学院大学経済学研究, (41), 55-76
- 二渡了・坂本直子・乙間末廣（2009） バイオマスタウン構想実施事例における循環システムの評価、廃棄物資源循環学会論文誌, 20(2), 141-149
- みやま市(2014) 生ごみ・し尿汚泥系メタン発酵発電設備導入可能性調査 報告書
- 国立社会保障・人口問題研究所(2014) 日本の地域別将来推計人口 平成25年3月推計—平成22(2010)-52(2040)年, 厚生労働統計協会