

持続可能な琵琶湖・滋賀の社会像とその実現手法に関する研究

金 再奎・佐藤祐一・木村道徳・河瀬玲奈・岡本高弘・廣瀬佳則・古角恵美
芳賀裕樹¹⁾・川崎竹志²⁾・尼子博章²⁾・田仲輝子²⁾

要約

持続可能な滋賀社会の実現のためには、市民や企業、行政、専門家など多様な主体の参画の下、いまの社会が抱える課題やこれからの将来などについて話し合い、できるだけ社会の将来像を定量的に描き、社会全体で共有した上で、各主体が目標の実現に向けて行動していくことが必要である。

そこで本研究では、県民が豊かさを感じることができ、かつ、持続可能な社会の将来像を明らかにするために、まず、県民アンケート等を行い、人々が感じる豊かさを構成する要素を抽出し、豊かさ指標を構築した。これら項目の関係から、目指す将来像として地域社会で暮らす我々が中心となり物質やエネルギーを地域内で循環させている社会が定性的に描かれた。

次に、この社会を定量的に評価するため、特に「地域エネルギー」と「琵琶湖」に注目し、解析ツールを開発した。具体的には、地域エネルギーについて、本県における地域資源の有効活用の観点から、木質バイオマスを中心とした再生可能エネルギーの導入可能性を評価した。琵琶湖については、その健全性を窒素やリンなどの物質循環と生態系の関係から評価した。

さらに、社会の将来像実現にむけた各主体の行動計画作成を支援するため、高島市での再生可能エネルギー導入やマザーレイクフォーラムを通して実現手法の検討を行い、社会実装の現場から見えてきた課題を整理した。社会実装に必要な条件としては、1)各種政策や取組の選択・実施が市民生活に与える影響シナリオを明示すること、2)市民参加型の議論・対話の場の継続的な運営による関心が高い層と低い層との共通課題認識の形成、3)将来像の普及啓発・継続的な見直し、分かりやすい指標と進捗管理、が挙げられた。また、行動促進のための示唆としては、持続可能な琵琶湖・滋賀に向けた様々な取り組みの効果の定量化（メリットやデメリット）、導入検討過程などの情報を整理し、共有することの必要性が得られた。

1. はじめに

世界全体では人口増加や経済発展が進んでおり、これらと深い関わりのある温室効果ガス（GHG）の排出量も増加の一途を辿っている。地球温暖化の抑制を目指し、2016年11月にはパリ協定が発効され、歴史上はじめて190以上の国がすべて参加する温室効果ガス削減の取り組みが始まった（本稿執筆時現在、アメリカの離脱は宣言されているが、そのスケジュールは未定）。

日本では、人口が減少に向かいつつあると共に、超高齢社会が進行し、この現象は特に地方で顕著である。直近の過去3年はアベノミクスにより高い経済成長を記録したものの、過去10年間の平均実質経済成長率は0.15%であり（内閣府、2016）、ほぼ横ばいである。GHG排出量は、リーマンショックや東日本大震災の影響で、過去10年間

では増減の変動が大きいですが、2030年までに2013年度比26%削減することが目標として掲げられた。また、これに伴い長期エネルギー需給の見通しも発表された。

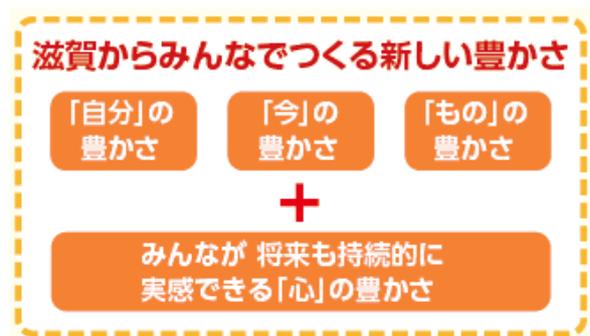


図1 新しい豊かさの概念（H27年度 滋賀県基本構想）

1) 滋賀県立琵琶湖博物館 2) 現・滋賀県湖東環境事務所 3) 現・滋賀県琵琶湖政策課

後「健康」「人」「地域」「交流」などの単語とつながっている。これは、安全・安心な生活のためには、経済的な余裕や老後の健康、地域内での人との交流が重要な要素であると考えている回答者が多いことを意味する。

一方、「心」「豊か」「実感」という単語が図2の下部側のネットワークの中心となっていて、「将来」「不安」「保障」「自然」「交通」「充実」などの単語とつながっている。さらに、そのネットワークは上部側のネットワークと「環境」「生活」という単語を通じてお互いつながっていることがわかる。これは、豊かさを実感するためには、老後のお金や健康への不安が少なく、交通が便利でかつ自然環境が充実し、地域内での人との関わりも保たれ、心の豊かさを感じられる安全・安心な生活ができる、そのような社会を回答者らは望んでいるといえる。

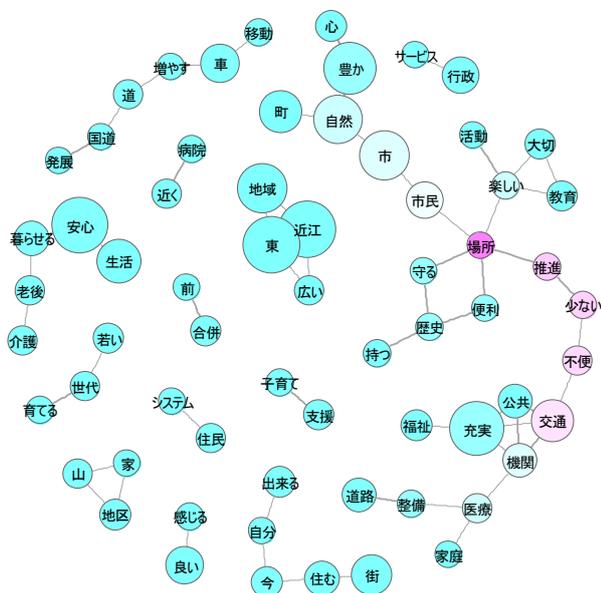


図3 東近江市第2次環境基本計画策定に係る市民意識調査での意見（自由記述）を用いた共起ネットワーク分析の結果

図3には、東近江市第2次環境基本計画策定に係る市民意識調査から得られた意見（590人）の中で用いられた語と語の関係性を分析した結果を示す。県の全域を対象とした結果と大きな違いはなく、老後の生活、介護、健康、公共交通や医療・福祉施設、豊かな自然環境、市民主体の活動、教育・子育て、心の豊かさ、などが重要な要素として挙げられている。

2.1.2. 少人数ワークショップ

前述した2つの大規模アンケート調査では、人々が豊かさを感じる社会の要素として、経済的な余裕や老後の生活

への安心感、健康、便利な交通、人との交流などが重要であることを確認できた。

それを実現するためには、各主体の行動や対策が必要であり、また将来像を共有するための具体的な行動のイメージが必要である。しかし、大規模アンケート調査では重要な要素を大まかには確認できるものの、それをどう達成するのか、つまり具体的な行動や対策レベルまでは把握することは難しい。たとえば、「老後の生活への安心感」が重要な要素として挙がっているが、それを得るために取る行動や対策が、「生活費の十分な蓄え」なのか、「居場所、家族や周りの人との強いつながりの構築」なのかによって出来上がる将来社会の姿や、とった行動の環境・経済への影響は大きく異なってくる。

そこで、本研究では、大規模アンケート調査の結果と、少人数で各分野を深く議論するワークショップ形式の議論の結果を合わせることで、感じる豊かさに係る大まかな要素の把握とともに、その実現のための具体的な行動や対策の内容を把握することにした。

少人数ワークショップの結果は、2009年から2011年度にわたり、東近江市の市民環境部生活環境課が主たる事務局となり、同市を中心に活躍するさまざまな分野のキーパーソン26名（途中交代を含めると延べ27名）が参加する「ひがしおうみ環境円卓会議」での議論を用いた。円卓会議は2010年2月から12月にかけて計6回開催され、2030年までに、市内の温室効果ガス排出量を1990年比で半分以下に削減し、かつ地域の豊かさを高められるような「持続可能な社会」の実現をテーマに、これからの同市のあり方について議論した。

図4に、ひがしおうみ環境円卓会議から得られた意見の中で用いられた語と語の関係性を分析した結果（金、2015；岩川、2016）を示す。

図4の上部側にある「地元」「人」「仕事」という単語がネットワークの一つの中心となっていて、「市内」「近く」「働く」「増える」「山」「田畑」など多くの単語とつながっている。特に、「仕事」という単語と「家庭」「子育て」という単語がお互いつながっているのも特徴である。さらに、その「家庭」「子育て」という単語は「家族」「多く」「交流」「持つ」ともつながっている。これは、円卓会議参加者らが考える2030年の理想とする東近江市の姿が、地域の人々が地域のために働くことを意味する。例えば農林水産業（山、田畑）を基軸とする第6次産業の創出や、コミュニティ内部での人々との助け合いによる子育て・教育・福祉から生まれる仕事の創出などによって、地元で新たな仕事の間が生まれるとともに、地域の人と人が繋がり地域に根付いた新しい働き方をすることで、地域内での経済循環も生まれることなどである。また、近所づき

あいの活発化、三世同居や家族団らんの生活を取り戻すことによって、子育てやエネルギー使用の削減も図る社会であるといえる。

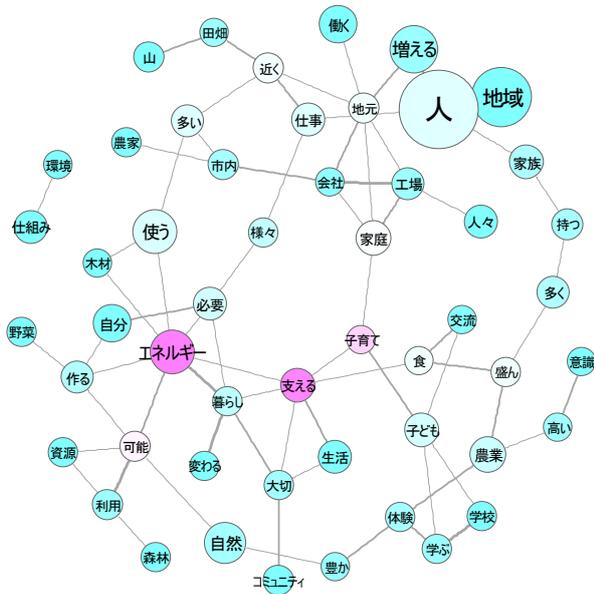


図4 「ひがしおうみ環境円卓会議(2010年2月~12月)」での意見をういた共起ネットワーク分析の結果

次に、「エネルギー」「暮らし」「支える」という単語が図4の下部側のネットワークの中心となっていて、「野菜」「自分」「作る」「木材」「森林」「資源」「利用」「自然」などの単語とつながっている。さらに、「自然」「豊か」という単語は「体験」「農業」「子ども」「学ぶ」「子育て」「食」などの単語ともつながっていることがわかる。これは、エネルギーも含めた暮らしに必要なもののうち、地域内の自然でまかなうことが可能なものは極力その恵みをうけることで生活を送ることである。そのことが地域の自然にかかわる仕事を増やし、地域の農林水産業が拡大する。また、市内に存在する豊かな自然はただ保護するのではなく、子どもの遊び場や教育・体験の場(エコツアー)などの形で人と関わり続ける社会を参加者らは望んでいるといえる。

以上をまとめると、円卓会議で出された意見の多くが、自分たちの毎日の暮らしや仕事の中で、地元地域での人と人同士、あるいは人と自然との「つながり」を深めることが、地域の豊かさを向上させるための重要な要素である、という価値観に基づいたものであるといえる。

2.1.3. 豊かさを感じる社会とは

大規模アンケート調査と少人数ワークショップを通じた議論を踏まえると、豊かさを感じることのできる社会の姿は次のようにまとめることができる。

【エネルギーとモノ(物質)が地域の中で循環しており、それを支える「人」がいること】

具体的には、エネルギーも含めた暮らしに必要なものについて、可能な限り地域資源の恩恵を受けながら生活すること、農林水産業を基軸とする第6次産業やコミュニティによる子育てなどの形で、地元で働きながら地域の人同士が関わることや、近所づきあい・家族団らんなど、生活の場面での人同士の関係性を取り戻すこと、そのための仕事が増えることと要約することができる。

2.2. 新しい豊かさ指標および定量的な将来像作成のための枠組み

県の基本構想(2015~2018年度)において定義されるような豊かさを実感できる滋賀の実現のためには、新しい豊かさを実感できる社会とはどのような社会なのか、いわゆる「新しい豊かさ」が具現化されている社会の状態(将来像)を具体的に描き、どんな施策が、いつまでに、どれくらい必要なのかを評価することが重要である。

そこで、本研究では新しい豊かさを考慮した将来像を定量的に描き、関連する施策の評価を行い、その目指す姿の達成度を測るため、「新しい豊かさ」を定量的に表現する指標の枠組みを構築した(図5)。

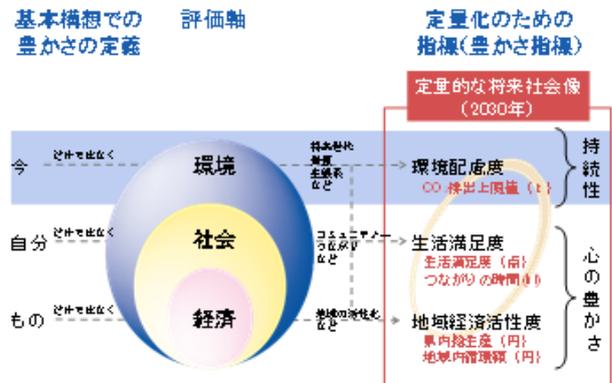


図5 新しい豊かさ指標および定量的な将来像作成のための枠組み

2030年を目標年とし、社会像を定量化するための指標として、環境側面では二酸化炭素排出量を、経済側面としては地域経済の活性度として県内の総生産額(GDP)と地域内循環額を、社会の側面として生活満足度やつながりの時間数を用いた。これらは、県の基本構想での「新しい豊かさ」の定義と、前述した大規模アンケート調査や少人数ワークショップの結果を踏まえて決定した。

「今」の豊かさだけでないというのは、将来世代や資源、生態系などの環境の持続性の視点が入っている。そして、

「自分」の豊かさだけでないというのは、コミュニティや人とつながりなどの社会的な視点が、「もの」の豊かさだけでないというのは、地域経済活性化のような経済的な視点が入っていると解釈したためである。

3. 社会像の定量的描写

定性的に示された新しい豊かさを実感できる滋賀県の将来像を定量的に評価するため、「地域エネルギー」と「琵琶湖」に注目し、解析ツールを開発した。

「地域エネルギー」については、当センターにおいて、これまでに開発してきた経済社会環境統合評価モデルの改良を行い適用し、国や県の各種計画や県民ワークショップなどの情報を踏まえ、新しい豊かさを考慮した滋賀の将来像を定量的に作成した。

「琵琶湖」については、その健全性を窒素やリンなどの物質循環と生態系の関係から評価するためのモデルを構築した。

3.1. 地域エネルギー

3.1.1. シナリオの想定

将来シナリオは、人口減少・超高齢社会やエネルギーの制約に対応する県の行政計画、琵琶湖の現状や将来について話し合った「マザーレイクフォーラムびわこ会議」、望ましい将来社会の姿に関する県民ワークショップなどの情報、および第2章の分析から得られた豊かさを感じる項目を踏まえて作成した（表1）。例えば、人口は「人口減少を見据えた豊かな滋賀づくり総合戦略」（滋賀県、2015b）、より引用した。また、県全体の経済成長率は「しがエネルギービジョン」（滋賀県、2016）にて想定されている0.8%/年とし、産業ごとの経済成長率は、基本構想にて今後成長する産業として記載されている産業の成長率をその他の産業と比較してやや高めに設定して、全体を調整した。

滋賀県は、日本の一部であり、国全体の経済やエネルギー政策など外部環境の変化に大きな影響を受ける。特に電力の大半を系統電力に依存しているため、系統電力の二酸化炭素排出原単位は滋賀県の温室効果ガス（GHG）排出量に大きな影響を与える。国の長期エネルギー需給見通しでは、電源構成において原子力のシェアを20~22%と想定しているが、「しがエネルギービジョン」では震災前の原発由来の電力量相当分を新エネで賄うことで、原発ゼロとみなすエネルギー供給を想定している。

そこで、電源構成に「国想定」と「原発ゼロ」、緩和策の導入強度に「現状相当」と「国想定程度+滋賀独自努力」、のそれぞれ2つのケースを設定し、その組み合わせで4つのシナリオについて将来推計を行った。系統電力の電源

構成がいずれの場合であっても、滋賀県の再生可能エネルギーの導入量は、「しがエネルギービジョン」によるものとした。なお、本稿では、電源構成に「国想定」、緩和策の導入強度に「国想定程度+滋賀独自努力」を想定した組み合わせの結果のみを示す。また、緩和策の導入強度における国想定程度とは、資源エネルギー庁（2015）が掲げている省エネルギー対策とその省エネ量を参考に、対策導入強度を想定したものである。

表1 社会経済指標のシナリオ設定

項目	単位	2000年	2030年	2030/2000
人口	千人	1,342	1,406	105%
世帯数	千世帯	427	541	127%
GDP	億円	62,447	73,864	118%
1人あたり	千円/人	4,652	5,251	113%
生産額	億円	116,271	136,901	118%
第1次産業		966	1,852	192%
第2次産業		72,276	82,866	115%
第3次産業		43,029	52,183	121%
業務用建物床面積	万m ²	2,139	2,777	130%
旅客輸送需要量	百万人・km	10,059	10,233	102%
貨物輸送需要量	百万トン・km	3,690	3,948	107%

3.1.2. エネルギー消費量

図6には2000年の県内エネルギー消費量（2次換算）を、図7には前節で想定したシナリオに基づいて推計した2030年の同消費量をそれぞれ示す。比較すると、全体で14%の減となった。

エネルギー消費量減の主な原因は、再生可能エネルギーの大幅導入（0.5%から5%に拡大）、産業部門の燃料転換（石油から天然ガスへ）、全部門での高効率機器の導入、車の燃費改善に加え、ライルスタイルや消費行動の転換による産業構造の転換、都市構造の転換による移動需要の減少など、エネルギー需要自体の減少も大きな要因である。

特に、2000年の滋賀県では、太陽熱、太陽光、風力、小水力、バイオマスの再生可能エネルギーの利用は全エネルギー消費量の約2%に過ぎず、ほとんど利用が進んでいない。それに対して、2030年の滋賀県では、全エネルギー消費量に占める再生可能エネルギーの割合は約5%（電力消費量に占める再生可能エネルギーの割合は約12%）まで上昇する将来像を描いている。

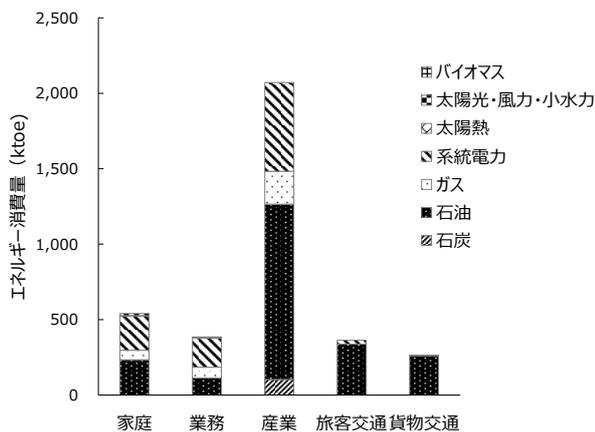


図6 エネルギー消費量 (2000年)

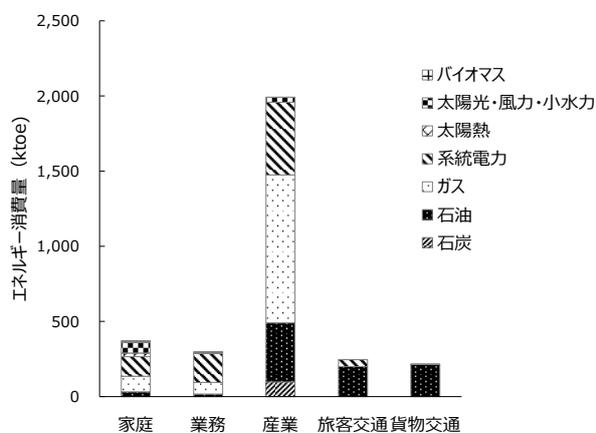


図7 エネルギー需要量 (2030年)

3.1.3. 温室効果ガス排出量

GHG 排出量推計において、電源構成は大きな影響を与える。国想定ケースでは、長期エネルギー需給見通し(経済産業省、2015)の電源構成を引用した。原発の再稼働については、不確実性が伴う。原発ゼロケースでは、再エネ(水力含む)の導入が原発国発表よりも促進されることを想定し、かつ、エネルギー種ごとの発電効率は、長期エネルギー需給見通しの他、総合資源エネルギー調査会資料(資源エネルギー庁、2015a；2015b)を参考に設定し、0.43kgCO₂/kWhとした。二酸化炭素排出量以外のGHG排出量は、HFCは2012年度排出量程度に減少すると想定し、それ以外は2013年度から不変とした。

その結果、GHG 排出量は、対13年比で32%の減少が可能であることが分かった(表2)。このうち、しがエネルギービジョンに基づく再生可能エネルギーや、活動量変化および効率改善など滋賀県独自の努力による削減が8%であった。

表2 2030年の温室効果ガス排出量の推計結果

	温室効果ガス排出量			変化率(%)			
	(kt-CO ₂)	1990年	2013年	2030年	対90年比	対13年比	滋賀努力分
CO ₂							
家庭	1,259	1,259	2,163	1,153	-8%	-47%	-18%
業務	1,083	1,083	2,535	1,040	-4%	-59%	-26%
産業	6,564	6,564	6,081	5,581	-15%	-8%	0%
運輸	2,897	2,897	2,628	1,345	-54%	-49%	2%
旅客				746			
貨物				599			
工業プロセス	1,149	1,149	69	69	-94%	0%	0%
廃棄物	101	101	239	101	0%	-58%	-58%
小計(CO ₂ のみ)	13,053	13,053	13,715	9,289	-29%	-32%	-8%
その他							
CH ₄	250	250	230	230	-8%	0%	0%
N ₂ O	100	100	90	90	-10%	0%	0%
HFC	30	30	310	270	800%	-13%	-13%
PFC	0	0	40	40			0%
SF ₆	30	30	30	30	0%	0%	0%
NF ₃	0	0	0	0			
森林吸収				-477			
計(CO ₂ +その他)	13,463	13,463	14,415	9,472	-30%	-34%	-5%

*1990年、2013年の排出量は、「滋賀県域からの温室効果ガス排出実態(2013年度)の実績(速報値)」(滋賀県、2015a)から引用。

3.2. 琵琶湖流域における物質循環

第2章で述べたように、将来社会像の定性的把握の結果、地域内で「エネルギー」とともに「モノ(物質)」が循環していることの重要性が示された。とくに、滋賀県は高度経済成長期以降、肥料や食料など様々な物質を地域外、流域外に依存するようになっており、これら物質循環の変化が、我々の生活様式だけでなく、流域の生態系にも影響を与えている可能性がある。

琵琶湖でも流入負荷の削減等により水質(透明度、全窒素、全リン等)は改善する一方で、漁獲量が減少したり、水草が大量繁殖するなど、新たな問題が顕在化している。この一因として、流域スケールでの物質循環の様相が大きく変化し、植物プランクトンから動物プランクトン、魚介類につながる物質循環が滞ってきたことが考えられる。一方で、地域社会および生態系における物質循環がどのように連関しているのかを統合的に把握する取り組みはこれまでほとんどなされてこなかった。

受水域に流入する物質のうちリンは、一次生産量を規定する最も重要な元素であるとともに、地球上に有限な資源であることからその枯渇が危惧されている。今後の流域社会におけるリン管理のあり方を検討するためには、社会におけるリンの投入や回収と、受水域の生態系の関係を明らかにすることが必要である。そこで本節では、琵琶湖流域を対象として、流域社会および湖内生態系における物質、とくにリンに着目して、その現状における循環を統合的に把握した。その上で、将来社会像が実現された結果として

流入負荷が変化したときに、高次生態系の資源量にどのような影響をもたらすかについてシナリオ解析を行った。

3.2.1. 物質循環の推計方法

(1) 流域社会における物質循環

琵琶湖流域と滋賀県域がほぼ一致することから、ここでは滋賀県へのリン投入量と回収量について把握した。以下の評価は2013年を対象に実施した永禮（2015）の結果を引用するが、概要は以下の通りである。

リン投入量は、国内でのリン利用量の80%以上を農業が占めることから、本研究では農業由来のもののみを取り上げた。リン投入量は、作物栽培と畜産に関するものに分けて計算した。前者は作付面積に施肥量を乗じて求め、後者は家畜飼養頭数に原単位を乗じて得られるリン排泄量に、家畜別リン回収量（出荷量）を加えて求めた。

リン回収量は、生産量・出荷量に生産物中のリン含有量を乗じて計算した。

また県外からの移入量は、県内で消費される食品別粗食料から、県内で生産される粗食料を減じたものとして算出した。

(2) 湖内への流入負荷

原単位法もしくは実績値により、琵琶湖に流入するリン（TP）負荷量を推計した。本推計は、第7期湖沼水質保全計画の策定時に計算を行ったもの（琵琶湖環境科学研究センター、2016）と同様である。なお、流達率は1と仮定しているため、以下で実際に算出しているのは排出負荷量である。

排出源の位置をGISを用いて500mメッシュで分割した各格子に割り当てた後、琵琶湖流域分を集計した。1985～2015年度の間、5ヶ年おきに集計を行ったが、後述する2010年代の琵琶湖流域の物質循環の評価においては対象年度を2015年度とした。

処理場系（下水処理場、し尿処理場、農集排等）および事業所系負荷量は実績値により算出した。生活系（浄化槽、雑排水）はメッシュ別人口に各処理形態の原単位をかけて計算した。面源系は市町村別土地利用面積を流域単位で集計し、原単位法により計算した。

(3) 湖内食物連鎖を介した物質循環

琵琶湖全体を1ボックスの完全混合槽と仮定し、図8に示す生物種からなる食物連鎖モデルを構築した（佐藤、2016）。季節変化は考慮せず、2010年代における年間の平均的な状況を再現できるようにした。

流入負荷および栄養塩としては、リンのみを考慮した。ただし、流入負荷量は久保ら（2016）が推定したBAP

（Bio-available Phosphorus）の値を採用した。植物プランクトンは、栄養塩の影響関数としてMonod形の式を用い、細胞外排出、呼吸、死亡、沈降によりバイオマスが減少するとした。動物プランクトンおよび魚類は、それぞれ植物プランクトンおよび動物プランクトンの捕食により増加し、排泄、呼吸、死亡、沈降によりバイオマスが減少するとした。

モデルパラメータは、以下のルールに基づくモンテカルロシミュレーションにより設定した（STEP1～3・5）。100パターンのパラメータセットが得られるまで繰り返し、得られたリン収支の結果を平均してリンフローを算出した。また後述する流入負荷のシナリオ解析においては、採用されたモデル（100パターン）について富栄養化・貧栄養化シナリオの解析を行い、栄養塩濃度および各バイオマスの変化の分布をみた（STEP4）。

STEP1：各パラメータの幅を文献等から設定する。

STEP2：各パラメータの幅の範囲内でランダムに値を設定し、モデルを10年間（3650日）Runする。

STEP3：10年目（3285～3650日）の栄養塩濃度および各バイオマスの平均値が、設定した範囲内（観測値等の基準値の数分の一～数倍程度）にあれば、そのモデルを採用する（現況再現）。採用されなかった場合はSTEP2に戻る。

STEP4：流入負荷量を0.5～3.0倍（1.0倍未満のときに貧栄養化、1.0倍を上回るときに富栄養化）に変化したときの、栄養塩濃度および各バイオマスを計算する。

STEP5：100パターンのパラメータセットが得られるまでSTEP2～4の計算を繰り返す。

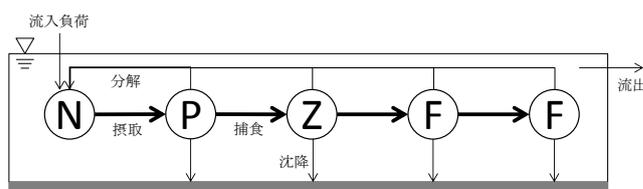


図8 食物連鎖モデルの構造；Nは栄養塩、Pは植物プランクトン、Zは動物プランクトン、Fは魚を示す。（佐藤、2016）

(4) 水草（沈水植物）を介した物質循環

琵琶湖の南湖では2000年代以降水草が大量に繁茂しており、航路障害や流れ藻による異臭、底層の溶存酸素濃度の低下などの問題が顕在化している。水草が物質収支に与える影響は大きいと考えられるため、食物連鎖モデルとは別に水草の消長を再現できるモデルを構築した（佐藤ら、2016）。

水草消長モデルの概念図を図9に示す。南湖における水

草茎葉部のバイオマスの消長を次式により計算した。

$$\frac{d(RPS)}{dt} = \left\{ (1 - F_{psr})P - R - L \right\} RPS - RM$$

ここで、 RPS ：水草量 (gC/m^2)、 F_{psr} ：根部への移行係数、 P ：成長率 (1/day)、 R ：呼吸率 (1/day)、 L ：枯死率 (1/day)、 RM ：刈取量 ($gC/m^2/day$) である。成長率は最大増殖速度に栄養塩濃度、光量、水温、混雑効果に関する影響関数を掛け合わせて計算した。光量には日射量その他、水草の群落高や水位、懸濁物質濃度などが影響すると考えた。

南湖における平均的な水深を設定し、水草は近年繁茂量の多いコカナダモ、クロモ、センニンモ、およびその他の4種を設定して計算を行った。種ごとに群落高の季節変動、最適水温等のパラメータを変更し、種間の相互作用は混雑効果により考慮した。2011年から2015年まで5ヶ年の計算を行い、水草量の観測値 (SCUBA 調査 (芳賀、2015)、魚群探知機調査 (大塚ら、2004)) および種別の比率 (淡水環境保全財団、未発表) から計算した各水草種のバイオマスの消長が再現できるよう、各種パラメータを調整した。リンフローは5ヶ年の平均値をまとめた。

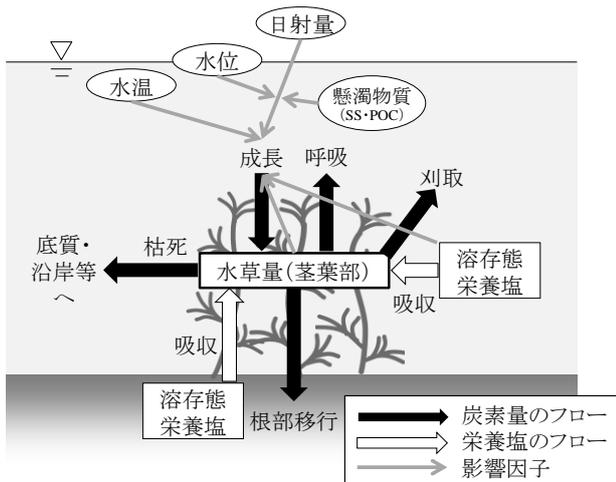


図9 水草消長モデルの構造 (佐藤ら、2016)

(5) 物質循環のシナリオ解析

リンフローでみた場合、流域社会と湖内生態系のインタラクションは、①流入負荷、②漁獲、③水草刈取において行われている。将来、流域内での物質循環が活発になり、県外からの物質移入が少なくなったとすれば、これらのインタラクションに関わる量を変化させ、結果として湖内生態系にも影響を与える可能性がある。②や③の量は現状としては相対的に大きくないため、流域社会の変化により①流入負荷が変化したとして、それが湖内生態系にどのような影響をもたらさうのか、食物連鎖モデルを用いたシナリオ解析を実施した。

具体的には、食物連鎖モデルで採用された100パターンのパラメータセットについて、流入負荷を0.5~3.0倍に変化させたときの変化量について解析を行った。

3.2.2. 物質循環の推計結果とシナリオ解析手法

(1) 2010-2015年の琵琶湖流域の物質循環

湖内へのリン流入負荷量を集計した結果を図10に示す。下水道整備等による生活系・産業系負荷の削減等により経年的に負荷量は減少しており、2015年度の流入負荷量は231tonPと推計された。

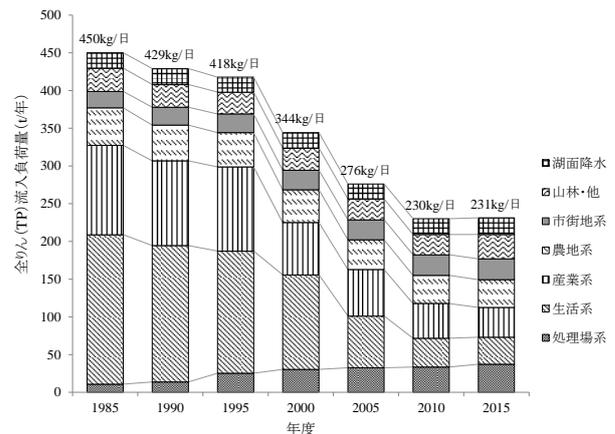


図10 琵琶湖へのリン流入負荷量

食物連鎖モデルの妥当性について検証するため、モデルにより推計された各生物種のバイオマスおよび生産量を図11に示す。まず栄養塩量について、BAPに近いと考えられるDPの近10年の濃度は概ね0.002~0.005 mgP/L (gP/m^3)程度であり (琵琶湖環境科学研究センター、未発表)、モデルによるBAP濃度推定値0.004 gP/m^3 はこの範囲内にある。一次生産量は0.1~2.0 $gC/m^2/d$ 程度の大きな幅をもった値が報告されているが、Kishimoto et al.(2015)は2000年代以降の値として0.5~0.8 $gC/m^2/d$ 程度の値を報告している。モデルによる一次生産量は、純生産量として換算すると0.579 $gC/m^2/d$ であり、Kishimoto et al.の報告とも整合する。植物プランクトン、動物プランクトンのバイオマスは藤原ら (2015) が報告しており、極端に多い・少ない時期を除けば、2011~2013年度の北湖でそれぞれ0.1~0.5、0.02~0.2 mgC/L (gC/m^3)程度と推定されている。モデルによるバイオマスはそれぞれ0.162、0.068 gC/m^3 であり、いずれも報告の範囲内にある。以上より、食物連鎖モデルによる推計結果は概ね琵琶湖内の現象を再現していると考えられた。

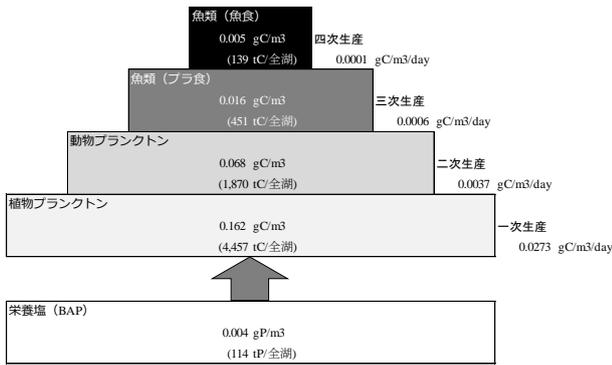


図 11 食物連鎖モデルによるバイオマス・生産量

水草消長モデルを用いた南湖全体における水草量の変化を図 12 に示す。観測値とよい一致を示しており、特に 2012 年度は大型植物プランクトンの増殖による水質悪化の影響をよく再現できた。また、本モデルを用いて推計された炭素循環の年平均値を図 13 に示すが、年平均バイオマスの約 12 倍を 1 年間で生産（総量）していることが明らかになった。

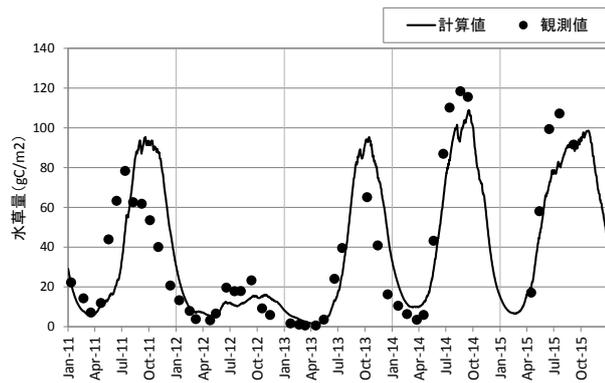


図 12 水草消長モデルを用いた水草量の変化

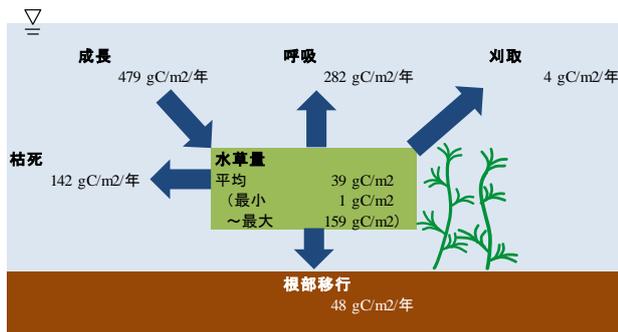


図 13 水草量とフロー(炭素量換算; 2011~15 年度平均)

以上の結果をもとに、2010 年代を対象とした琵琶湖流域のリンフローの推計結果を図 14 に示す(佐藤ら、2017)。県外からは差し引き 2,790 tonP が移入しているが、最終的に琵琶湖に流入するのは 231 tonP であり、残りの大部分が

陸域内の農地や水路、河床などに残留している。流入したリンのうち生物利用可能態のものは植物プランクトンに非常に速い速度で利用され、年間でみると県外からの移入量に匹敵する量のリンが湖内で回転している。このうちの一部が魚類など高次生態系に移行し、またその一部の 6 tonP ほどが漁獲として陸域に還元される。水草がフロー全体に与える影響は大きくないように見えるが、推計したのは南湖の水草分のみであり、南湖だけでみれば大きな影響を与えている可能性がある。

今後、同様の計算を過去の状況についても行っていくことで、社会におけるリン管理の変化が流域の物質循環に与える影響や今後の方向性について検討していく必要がある。

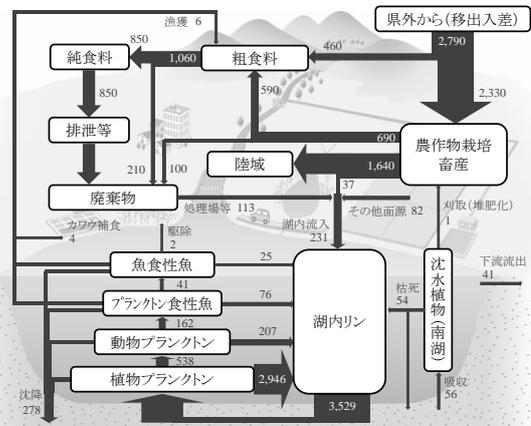


図 14 琵琶湖流域のリンフロー(2010 年代); 単位は tonP/年 (佐藤ら、2017)

(2) 流入負荷が高次生態系に与える影響

食物連鎖モデルで採用された 100 パターンのパラメータセットについて、現況再現時の栄養塩濃度および各バイオマスを 100% とし、流入負荷を 0.5~3.0 倍に変化させたときの変化量を示したのが図 15 である。

栄養塩濃度については、増減傾向としては流入負荷と概ね合致するが、流入負荷を減少させても濃度はそれほどには減少しないと考えられた。これは、例えば北湖ではこれまで TP 流入負荷を削減してきた(1985~2015 年度の間に約 4 割減)一方で、それほどには湖内 TP 濃度が減少していないことも対応している可能性がある。

植物プランクトンのバイオマスは概ね流入負荷に比例する形で増減している一方で、動物プランクトンのバイオマスはそれに比較すると緩やかな変化となった。流入負荷削減の本来の目的は栄養塩濃度削減ではなく、植物プランクトンの生産抑制であることを鑑みれば、植物プランクト

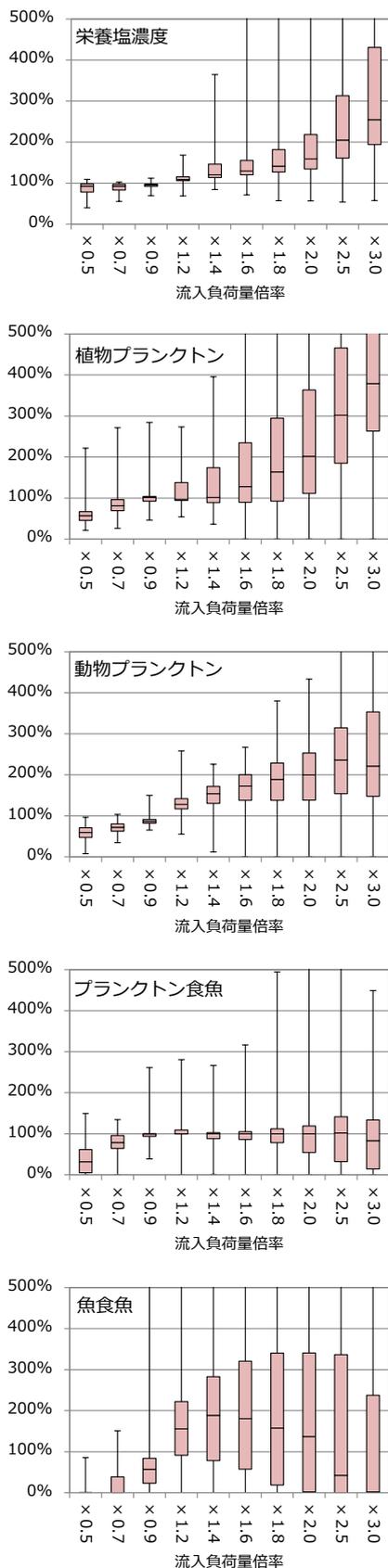


図 15 流入負荷変化時の栄養塩濃度および各バイオマスの変化（現況再現時の値を 100%とする）；ひげの上端は最大値、箱の上端は 75%値、中央線は 50%値（中央値）、箱の下端は 25%値、ひげの下端は最小値を示す。

ンバイオマスは概ね流入負荷に対応していたことから、対策の方向性は正しかったといえる。しかし、現在の琵琶湖で栄養塩濃度により対策の効果を見ると誤解を生む可能性があると考えられた。

魚類バイオマスの変化に着目すると、プランクトン食魚は流入負荷に対して変化が小さいと推計された。一方で、魚食性魚については流入負荷増加時の予測幅が大きくなり、中央値でみれば 1.4 倍あたりにピークがあり、流入負荷を大幅に増加させた場合にはバイオマスがむしろ減少する可能性があると考えられた。琵琶湖の漁業はアユやワカサギ、ホンモロコなど主にプランクトンを捕食する魚類が中心であり、魚食性魚類のうち大きな資源量を占めるのは駆除対象となっているオオクチバスである。琵琶湖を対象とした場合には、モデルパラメータにより結果も大きく変化するが、魚類の増加を期待して富栄養化させたとしても、水産上の漁獲対象魚はあまり増加せず、むしろ対象でない魚類が増加する可能性が示唆された。

一方で、食物連鎖モデルの構造を変化させたり、第 7 期湖沼計画で用いた詳細な生態系モデルを用いて同様の試算を行ったところ、栄養塩の増加にしたがって特にプランクトン食性魚が大きく増加する等の今回とは異なる結果も得られており、モデル構造やパラメータにより予測結果が大きく異なることが分かった。今後、モデル構造やパラメータを精査しつつ、より確実性の高い予測結果を提示していく必要がある。

4. 社会実装の試み

4.1. 高島再生可能エネルギー

4.1.1. 再生可能エネルギーとしての木質バイオマスエネルギー利用の具現化に向けた枠組みの検討

第 2 章で示した持続可能な将来社会像の実現においては、持続可能なエネルギー資源である再生可能エネルギーが特に重要な役割を果たす。再生可能エネルギーを普及するためには、地域住民の暮らしを支えるエネルギーをどのように得てどのように使っていくのか、エネルギーの需要と供給を併せて検討する必要がある。このため、地域住民が主体となった再生可能エネルギーベストミックスの実現を目指したプロセスについて検討を行った。

本研究では、主に滋賀県高島市を対象に地域に根差したエネルギー源として、木質バイオマスに着目し、生産から消費までのプロセスの現状の把握を行い、将来社会像の具現化に向けて地域内での木質バイオマスエネルギー利用を検討するための基礎的データの整理と、市民参加型ワークショップを通じて、対話の場づくりを進めた。

4.1.2. 木質バイオマスエネルギー生産供給の現状把握

(1) 木の駅プロジェクトの概要

木質バイオマスのエネルギー利用は、2012年7月から開始された再生可能エネルギーの固定価格買取制度により注目され、全国的に木質バイオマス発電所の設置が進められている。木質バイオマスによる発電は、経済性の観点から比較的規模が大きく、大量の木質バイオマス原料を必要とし、安藤（2014）により原料の中心である未利用材の不足が指摘されている。

第2章で算出した滋賀県における再生可能エネルギーポテンシャルから、滋賀県での大規模な木質バイオマス発電事業の設置は限られると考えられる。このようなことから、本研究では、木質バイオマスエネルギーの利用方法として、家庭レベルでの導入が可能な、小規模利用としての薪ストーブによる熱エネルギーを対象とする。

また、木質バイオマスエネルギー利用のためには、木質バイオマスの搬出運搬作業が必要となるが、本研究で対象とする小規模利用における木質バイオマス搬出方法として、近年木の駅プロジェクト方式が注目されている。木の駅プロジェクトは、地域住民が主体となった木質バイオマス搬出方法であり、これまで価値が低く放置されてきた、未利用材を対象に、木の駅が主に地域通貨で買い取ることで搬出を促し、また地域活性化にもつなげようという取り組みである。

本研究の開始期間である、2014年度時点において、滋賀県内で実施されていた木の駅プロジェクトは、滋賀県高島市朽木地区を活動範囲とする「くつき木の駅プロジェクト」と滋賀県甲賀市を活動範囲とする「甲賀木の駅プロジェクト」の2件であった。本研究では、くつき木の駅プロジェクトを対象に、聞き取り調査や現地調査を実施し、生産プロセスや作業効率の現状把握を行った。

(2) くつき木の駅プロジェクトの概要

くつき木の駅プロジェクトは、2013年頃から一般社団法人 FEC 自給圏ネットワークのメンバーを中心に勉強会を立ち上げ、2014年6月に第1回目の間伐材の搬入作業により、本格的に活動を開始した。運営は、くつき木の駅実行委員会によって行われており、運営メンバーは15名で、山主や地域通貨の受け入れ商店の経営者、支援者を中心に構成されている。木の駅へ出荷するためには、会員（年会費千円）になる必要がある。図16にくつき木の駅プロジェクトの仕組みを整理する。

くつき木の駅プロジェクトでは、高島市朽木地区の森林の針葉樹を対象としている点に特徴がある。これは、活動の目的の一つに、間伐が進まずに荒廃が進む、針葉樹林の

整備促進を目的としているためである。このような針葉樹林の間伐や間伐跡地の未利用材を、地域通貨であるやまびこ券により5,000円/m³で買い取りを行っている。地域通貨であるやまびこ券は、2015年時点で朽木地区の5店舗で利用可能であり、二次利用も可能となっている。換金手数料は5%で、活動資金となっている。買い取った木材は、全量を「一般社団法人市民エネルギーたかしま」が5,000円/m³で買い取り、薪へ加工し販売を行っている。薪は、軽トラ一杯（約64束）15,000円で販売している。しかし、調査時点においては、薪生産を開始したばかりであったため販売実績は少なく、データを得ることができなかった。

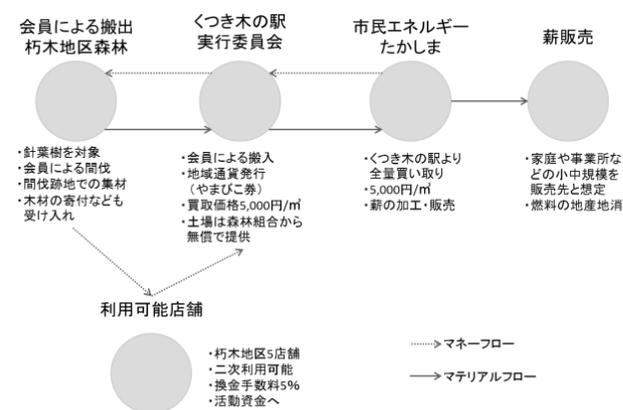


図16 くつき木の駅プロジェクトの仕組み

4.1.3. くつき木の駅プロジェクトを対象とした木質バイオマスエネルギー生産供給ポテンシャルの検討

くつき木の駅プロジェクトの2015年6月から11月までの生産実績と現地調査の結果を分析し、生産能力の推計を行った。くつき木の駅プロジェクトでは、2014年度にも全体で約50m³の搬出を行っているが、参加人数や活動日数などの正確な数値を得られなかったため、2015年度を対象とする。

2015年6月から11月のくつき木の駅プロジェクトの作業実績を表3にまとめる。調査対象期間中の搬出量は、37m³で1回当たりの搬出作業参加人数約3人、日平均搬出量1.9m³/日、一人当たり搬出量約0.7m³/年であった。ただし作業効率に関しては、実際の搬出作業においては、作業地の立地などにより難度が変わる他に、間伐跡地の整備の有無、作業道の敷設状況、作業員の習熟度などによって効率は大きく変わると考えられ注意が必要である。

表3 くつき木の駅プロジェクト作業実績

活動日数	19日 ¹⁾
(内搬出量0活動日:11日)	
のべ参加人数	54人 ²⁾
年間搬出量	37m ³ (50m ³ 目標)
1回平均参加人数	2.8人 ³⁾
日平均搬出量	1.9 m ³ ³⁾
一人当たり搬出量	0.69m ³ /年 ³⁾
総買取額	185,000円 ⁴⁾
1) 2015年6月～11月19日時点作業分まで	
2) 記録が取れていない活動日あり	
3) 搬出量0の日を含む計算	
4) 全て5,000円/㎡で買い取ったと仮定	

2015年度の搬出目標量は50 m³とのことで、2014年度の実績および2015年度11月までの搬出実績量から、実現可能な数値であると考えられる。よって、2015年度のくつき木の駅プロジェクトの生産能力をベースに、年間の薪生産可能量、および供給可能薪ストーブの台数の推計を行った。推計結果を表4にまとめる。

表4 くつき木の駅プロジェクト薪供給可能量推計

搬出量/年	50 m ³
薪生産歩留まり	0.7
薪生産量	35 m ³
薪重量	13.3 t
薪単価	15,000 m ³ /円
薪売上	525,000 円
薪ストーブ供給可能量	3.3 台

薪ストーブで消費する薪の量は、高島市内で薪ストーブを利用しているユーザーや、薪販売を行っている事業者への聞き取りの結果、4t/年と設定した。結果、現状の体制においては、薪生産量35 m³/年で約3台程度の薪ストーブに1シーズン供給可能であると考えられる。

4.1.4. 木質バイオマスエネルギー生産拡大の検討と課題

くつき木の駅プロジェクトは、活動開始からまだ間もないこともあり、木質バイオマス搬出量および薪生産量ともに多いとは言えない状況にあった。今後は搬出量および薪生産量ともに拡大が求められると考えられる。よって、運営メンバーへのヒアリングを行い、薪生産拡大に向けた課題の抽出と整理を行った。

ヒアリング結果、まず木質バイオマス搬出拡大に向けた課題として、①山主の参加が少なく、安定して作業可能な森林の確保が困難、②搬出作業への参加人数が少ない、③間伐から必要な森林が多く搬出効率が低い、④地域通貨の利用可能店舗が少ない、などの課題があることが分かった。

課題①と②に関しては、ヒアリングから木材価格の長期にわたる低迷により、山主や地域住民の山への関心が低下していることが原因の一つとしてあげられていた。この点については、木の駅プロジェクトの運営メンバーだけで解決される問題ではなく、行政による森林保全管理の必要性の啓発など、多様な主体による取り組みが必要になる。

課題③については、自伐林家に向けた伐倒・搬出研修会が滋賀県でも実施されており、これらの研修への参加による作業の習熟などが求められる。また、伐倒・搬出作業には危険が伴うものであり、安全講習の受講も求められる。

次に、薪生産拡大に向けた課題としては、①針葉樹薪の需要が少なく安定した販売先の確保が困難、②薪生産設備費・維持費および人件費などの確保、などの課題があることが分かった。薪ストーブユーザーは、一般に広葉樹薪を好む傾向があり、針葉樹薪は需要が少ない。しかし、薪ストーブ販売業者へのヒアリングの結果、薪ストーブの調整により、針葉樹薪も広葉樹薪に近い利用が可能とのことであり、針葉樹薪の利用方法についての情報提供なども求められる。

4.1.5. 木質バイオマスエネルギー需要の現状把握

木質バイオマスエネルギーの需要先として、本調査で対象とする薪ストーブについて、高島市の現在の普及状況を把握するために、薪ストーブ設置状況現地調査をおこなった。調査対象地域の範囲は大字とし、国勢調査の小地域集計の「人口密度」、「平均年齢」、「戸建て割合」、「家面積150 m²以上割合」、「5年以内居住者割合」データを用いて図17に示す階層クラスター分析を行い、5地域に分類した。この中から2～4地域を対象地とし、全体で16地域を対象地として選択した。

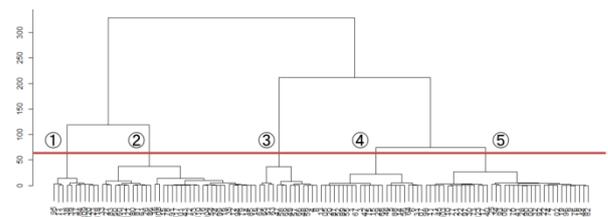


図17 高島市大字階層クラスター分析結果

調査方法は、家屋に薪ストーブと考えられる煙突が設置されているかどうか、庭などに薪棚が設置されているかどうかを目視により確認をおこなった。調査結果を表5にまとめる。

表 5 高島市薪ストーブ設置調査結果

字ID	Culster	戸建数	別荘地	薪ストーブ	薪設置	ストーブ設置率	薪設置率
310	1	114	1	28	14	0.246	0.123
940	1	200	0	1	1	0.005	0.005
140	1	34	0	0	0	0.000	0.000
220	2	93	1	33	24	0.355	0.258
810	2	76	1	22	12	0.289	0.158
1110	2	28	0	1	1	0.036	0.036
250	2	232	0	0	0	0.000	0.000
620	3	32	0	3	2	0.094	0.063
490	3	46	0	0	0	0.000	0.000
360	4	420	0	3	0	0.007	0.000
580	4	43	0	2	2	0.047	0.047
350	4	45	0	0	0	0.000	0.000
840	4	93	0	0	0	0.000	0.000
1000	5	56	0	2	0	0.036	0.000
1151	5	302	0	2	2	0.007	0.007
1141	5	328	0	2	0	0.006	0.000

結果、最も多い地域で 33 台、24 の薪棚が設置されており、最も少ない地域はいずれも 0 であった。まったく薪ストーブが設置されていない地域は 5 地域あり、10 台を超える薪ストーブが設置されていた地域は 3 地域、その他の地域は 1～3 台までの範囲で薪ストーブが設置されていた。10 台を超える薪ストーブが設置されていた地域は、別荘地として分譲された土地を含む地域であり、別荘地の有無が薪ストーブの設置に大きな影響を与えていたと考えられる。

より詳細に薪ストーブの設置有無について分析するために、まず戸建て数と設置数の散布図を描いた結果を図 18 に示す。結果、別荘地と別荘地以外では設置台数に大きな差があり、別荘地においてはサンプル数が少ないものの戸建て数との関係性は弱く、設置台数は別の要因により影響を受けていると考えられる。

図 18 では、別荘地以外の地域の関係性が見難いので、別荘地の 3 地域を除いて散布図を描いたものを図 19 に示す。

結果、戸建て数が多いほど設置数が多くなる傾向がある地域と、そうではない地域に分かれた。現地調査の結果、駅前などの新興住宅地においては、薪ストーブの設置はほとんどなく、比較的山林に近いと思われる地域において薪ストーブが設置される傾向にあると考えられるものの、琵琶湖岸の山林から遠い地域でも薪ストーブが設置されており、複数要因が薪ストーブの設置に影響を与えていると考えられる。

しかし、全体的には、別荘地の有無が非常に強い影響を持っており、薪ストーブは別荘地に住む趣味的要素の強い人々により利用されていると考えられる。今後は、導入動機などの設置者への詳細な調査が必要である。

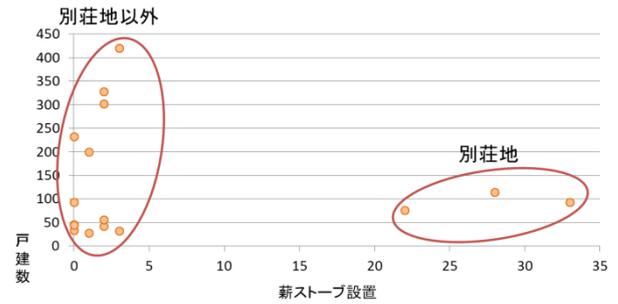


図 18 戸建数と薪ストーブ設置数（全体）

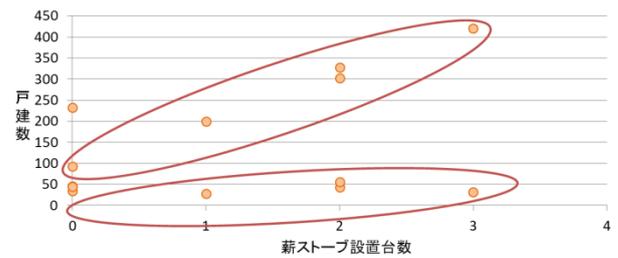


図 19 戸建数と薪ストーブ設置数（別荘地除外）

4.1.6. 市民参加による持続可能な森林資源活用の検討

持続可能な将来社会像実現に向けた、木質バイオマスエネルギー利用を推進するためには、まずは生産量の拡大が求められるが、過剰な伐採による森林の荒廃につながらないように、持続可能な森林管理を基本とすることが重要である。持続可能な森林管理に向けては、地域社会がどのように森林資源を活用しまた管理していくのか、地域住民自らが検討する必要がある。

よって、市民参加型で森林資源の活用を検討するために、たかしま市民協働交流センターと共同で、「たかしま森林資源活用プロジェクト」(2017 年度よりたかしまの森へ行く!)として、2015 年から 2016 年にかけて全 5 回の市民参加型ワークショップを開催した。

全 5 回のテーマを表 6 にまとめる。

表 6 たかしま森林資源活用プロジェクトテーマ

	テーマ	開催日
第1回	高島市の森林の現状と「もりいえ」の取組みを勉強しよう!	2015年10月19日
第2回	栗本林業の取組みからみえてくる山のこと、森のこと	2015年11月5日
第3回	①柄の巨木を守る活動紹介と②ポータルサイトの提案	2015年12月14日
第4回	①くつきの森林施設見学 ②くつきの森の取組みとこれから(仮) ③くつき木の駅プロジェクトの取組み	2016年2月1日
第5回	高島の森林・未来へのアプローチ	2016年3月3日

各回においては、テーマに沿った情報提供が講師により行われ、その後に参加者全員でディスカッションをおこなった。ディスカッションは、各回のテーマに沿ったもの、他、森林資源の活用を高島市で広げるための方策について

の検討などもおこなった。各回の詳細な報告は、たかしまし市民協働交流センターの Web サイトにまとめられている。

4.2. マザーレイクフォーラム

4.2.1. マザーレイクフォーラムびわコミ会議

マザーレイクフォーラムは、その規約の中で「県民、NPO、農林水産業従事者、企業、専門家など多様な主体が、琵琶湖のあるべき姿に向けて「マザーレイク」の名のもとに集い、母なる琵琶湖を愛する思いや課題によってゆるやかにつながる場であり、新たな活動の創出を目指す」とされている。また1年に1度、琵琶湖総合保全整備計画（マザーレイク 21 計画）の進行管理および評価・提言等を行う「びわコミ会議」等の企画・開催を行っている。

冒頭で述べたように、持続可能な滋賀社会の実現のためには、多様な主体の参画の下、社会が抱える課題や将来像などについて話し合い、社会全体で共有した上で、各主体が目標の実現に向けて行動していくことが必要である。これは、琵琶湖についても同様のことがいえる。すなわち、水質については一定の改善がみられる一方で、生物多様性の劣化、漁獲量の減少、水草の大量繁茂、暮らしと湖の関わり希薄化など新たな問題が顕在化しており、琵琶湖において本質的な課題が何かについて話し合い、各主体がその解決に向けて取り組みを進めることが求められている。

以上を踏まえ、マザーレイクフォーラムでは、「市民・県民が要望し、行政が応える」という関係性ではなく、「課題を共有し、自分（たち）にできることを考える」という関係性を目指し、特に第3回（2013年）および第4回（2014年）びわコミ会議以降の進行を大幅に見直してきた。以下、びわコミ会議のプログラムを中心にして、以上の理念をどのように具体化したのか、またその成果と課題について述べる。

4.2.2. びわコミ会議のプログラム

びわコミ会議の主なプログラムは、第4回（2014年）以降概ね以下のような形で進められている。

第1部（午前）「みんなつながる報告会」

- ・ 会場アンケート：昨年のびわコミ会議で提示したコミットメント（約束）が果たされたかどうかを会場全員にアンケートをする。
- ・ 活動報告：テーマに合致した活動団体にこれまで1年間の活動について紹介してもらう。活動が琵琶湖流域のアウトカム（成果）指標とどのような関係にあるのかについて司会から解説する。（図20）
- ・ びわ湖なう：毎年びわコミ会議に合わせて発刊される

「びわ湖と暮らし」冊子（2015年以降）をもとに、琵琶湖流域のアウトカム指標等について最新データをもとに滋賀県より解説する。

昼休み「ブース展示」

- ・ ブース展示：20～30 団体程度のブース展示があり、参加者は昼休みの時間を利用して各ブースを見て回りながら、出展者との交流を深めたり、情報交換を行ったりする。

第2部（午後）「びわ湖のこれから話さへん？」

- ・ グループディスカッション：10～15 程度のテーマ別グループに分かれて話し合う。終了後、各テーブルでの議論の結果を踏まえ、「キーセンテンス」を作成する。また後日、各グループには「振り返りシート」を提出してもらい、議論を踏まえたマザーレイク 21 計画に対する評価を行う。（図21）
- ・ 私のコミットメント発表：これまでのプログラムを踏まえ、今後1年間で自分（あるいは所属する団体）がどのようなことを目指していくか、コミットメントを発表する。（図22）
- ・ 全体討論：各グループのキーセンテンスを発表してもらい、議論の内容について共有する。この結果をもとに、後日びわコミ会議全体として合意した「びわ湖との約束」を作成する。（図23）

すなわち以上のプログラムは、以下のような流れで分類することができる。

「1年間を振り返る」：会場アンケート、活動報告

「琵琶湖の現状を確認する」：びわ湖なう

「琵琶湖の課題を共有する」：グループディスカッション

「今後1年間の約束をする」：私のコミットメント発表、
全体討論

こうしたプログラムを毎年実施することで、「課題を共有し、自分（たち）にできることを考える」という目的を達成することを目指している。さらに、マザーレイク 21 計画に対する評価を積み重ねるとともに、個人あるいは多様な主体で議論した約束事を次年度に改めて振り返ることで、計画の進行管理を担っているのである。



図 20 活動報告の様子



図 21 グループディスカッションの様子



図 22 私のコミットメント発表の様子



図 23 全体討論（キーセンテンス発表）の様子

4.2.3. びわコミ会議の成果と課題

びわコミ会議では毎年、参加者全員に同様の内容のアンケート調査を実施している。第1部および第2部グループディスカッションの満足度について調査した結果を図24に示す。第3回以降、上記プログラムの改善等により、大幅に満足度が上昇したことが分かる。また、グループディスカッションでつながりができたり、コミットメントを発表したりすることで、新たな企画や事業展開がなされた事例も複数報告された。

「振り返りシート」によるマザーレイク21計画の評価は第4回（2015年）以降実施している。計画の各章・節に対応する形で、「すでに行っていること」「実現に向けた課題」「十分記載されていないこと」の3点について、これまで合計88項目の意見が提示されている。またキーセンテンスをベースに「びわ湖との約束」（「琵琶湖版SDGs」とも呼ばれる）（図25）が作成されており、次期マザーレイク21計画等の見直しの際に活用することが提案されて

いる。

以上のように、「課題を共有し、自分（たち）にできることを考える」という関係性を旨としたプログラムにより多くの成果が得られてきたが、一方で課題もある。一つは、計画への評価等をどのように滋賀県行政として受け止め、施策等に反映していくかという点である。びわコミ会議を毎年8月に実施しているのは、行政の次年度予算編成作業が9月頃から始まるためであり、今後びわコミ会議で提示された意見を改めて見直し、施策等への反映について検討していく必要がある。二つ目は、2020年度にマザーレイク21計画および「琵琶湖保全再生施策に関する計画」の見直しが迫っている点である。両計画の他にも、滋賀県環境総合計画や湖沼水質保全計画等の見直しがある。これら多種の計画をどのように整理、位置づけしていくのか、またびわコミ会議における検討結果をどのように反映させていくのか、今後検討していくことが必要である。

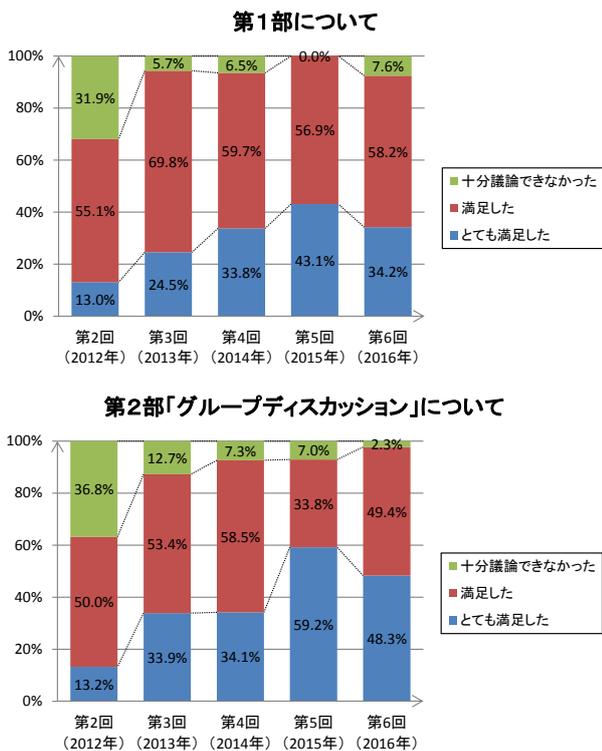


図 24 びわこミ会議の満足度アンケート調査結果



図 25 琵琶湖版 SDGs における 7 つのターゲット

4.3. 社会実装の試みから得られた示唆

第4章では、将来社会実現に向けた、実現手法検討をおこなった。これら取り組みを通じて見えてきた課題を以下にまとめる。

1. ステークホルダーの思いは多種多様で議論のための話題設定が困難。
2. 生活者の視点からは、エネルギー・琵琶湖などの環境側面について課題に対する重要性の認識が異なり、関心の低い層を巻き込んだ議論の形成・継続が困難。
3. 関心が高い層の活動においても、担い手不足や経済面に障壁がある。

4. 将来社会ビジョン（目指すべき社会・琵琶湖）が不浸透。

まず1の課題については、ワークショップなどにおけるテーマ設定により、参加人数や参加者の構成が大幅に変わることがあり、関連するステークホルダー全体に関心を持ってもらうためのテーマ設定の方法に課題がある。2の課題は、そもそも琵琶湖や持続可能社会に関する活動やワークショップなどへの参加者は、既に課題に対する重要性の認識が高いことが多く、低い層を巻き込んだ上での議論の形成・継続ができていないわけではない。ワークショップのグループディスカッションなどの場においては、そもそも関心の低い層の参加が少ない上に、関心の高い参加者が発言の大半を占めたり、知識が不足している参加者に対して高圧的な発言をしたりする場面が見られ、結果として議論についていけない関心の比較的低い参加者の継続性を難しくしている場面も見受けられる。琵琶湖や持続可能社会などは、一部の人々の問題だけではなく、多様な意識レベルの参加者が自由に議論を進められる環境づくりが求められる。

3の課題は、関心の高い人々の活動においても、新たに参加者を獲得し、活動を広げている団体は少なく、また活動に対する一般市民からの支援などが少なく、経済的な面で活動に限界を感じている団体が多い。活動を積極的に進めている関心の高い層の人々は、多くの時間を様々な活動に割いているため、新たな交流を通じて参加者を獲得するための活動も重要と考えられる。

4の課題は、滋賀県や東近江市、高島市などでは、将来社会像を描いているものの、地域の生活者へのヒアリングなどにおいて、これら将来社会像の内容についてある程度把握している人々は少ない。これら将来社会像については、作成時に多くの労力が割かれているものの、これら将来社会像の共有化においてはパンフレットの配布などに留まることが多く、実質的な活動へ将来社会像をリンクするための方法が求められる。

以上の、課題に対応しつつ、将来社会像の実現に向けた取り組みを社会実装するために必要な条件を以下にまとめる。

1. 各種政策や取組の選択や実施が市民生活に与える影響シナリオの開発。
2. 市民参加型の議論・対話の場の継続的な運営による、関心が高い層と低い層との共通課題認識の形成。
3. 将来像の普及啓発・継続的な見直し、分かりやすい指標と進捗管理。

また、現在行われている、持続可能な琵琶湖・滋賀に向けた様々な取り組みを促進するためには、これら取り組みの効果の定量化（メリットやデメリット）、導入検討過程

などの情報を整理し、ステークホルダーで幅広く共有することが必要となるであろう。

5. まとめ

県民が豊かさを感じることができ、かつ、持続可能な社会の将来像を明らかにするために、人々が感じる豊かさを構成する要素を大規模アンケート調査と少人数ワークショップを通じて抽出した。その結果、豊かさを感じることのできる社会の姿が「エネルギーとモノ(物質)が地域の中で循環しており、それを支える「人」がいること」であることを明らかにした。具体的には、エネルギーも含めた暮らしに必要なものについて、可能な限り地域資源の恩恵を受けながら生活すること、農林水産業を基軸とする第6次産業やコミュニティによる子育てなどの形で、地元で働きながら地域の人同士が関わることや、近所づきあい・家族団らんなど、生活の場面で人同士の関係性を取り戻すこと、そのための仕事が増えること、である。また、「新しい豊かさ」を定量的に表現するため、環境、経済、社会の要素を取り込んだ豊かさ指標の枠組みを構築した。

社会像の定量化は、「地域エネルギー」と「琵琶湖」について解析ツールを開発した。「地域エネルギー」の分析では、再生可能エネルギーの大幅導入、産業部門の燃料転換、全部門での高効率機器の導入、車の燃費改善に加え、ライルスタイルや消費行動の転換による産業構造の転換、都市構造の転換などの要因により、2030年には対2000年比で14%の削減となった。再生可能エネルギーは、全エネルギー消費量に対して約5%（電力消費量に占める割合は約12%）まで上昇した。

「琵琶湖」の分析においては、琵琶湖流域を対象として、流域社会および湖内生態系における物質、とくにリンに着目して、その現状における循環を統合的に把握した。その上で、将来社会像が実現された結果として流入負荷が変化したときに、高次生態系の資源量にどのような影響をもたらすかについてシナリオ解析を行った。

さらに、社会の将来像実現にむけた各主体の行動計画作成を支援するため、高島市での再生可能エネルギー導入やマザーレイクフォーラムを通して実現手法の検討を行い、社会実装の現場から見えてきた課題には、次の4つ：1) ステークホルダーの思いは多種多様で議論のための話題設定が困難、2) 生活者の視点からは、エネルギー・琵琶湖などの環境側面について課題に対する重要性の認識が異なり、関心の低い層を巻き込んだ議論の形成・継続が困難、3) 関心が高い層の活動においても、担い手不足や経済面に障壁がある、4) 将来社会ビジョン（目指すべき社会・琵琶湖）が不浸透、が挙げられた。これらの課題に対応しつつ、将来社会像の実現に向けた取り組みを社会実装

するために必要な条件は、

1. 各種政策や取組の選択や実施が市民生活に与える影響シナリオの開発。

2. 市民参加型の議論・対話の場の継続的な運営による、関心が高い層と低い層との共通課題認識の形成。

3. 将来像の普及啓発・継続的な見直し、分かりやすい指標と進捗管理。

であると整理された。また、持続可能な琵琶湖・滋賀に向けた様々な取り組みを促進するためには、これら取り組みの効果の定量化（メリットやデメリット）、導入検討過程などの情報を整理し、ステークホルダーで幅広く共有することの必要性が得られた。

6. 引用文献等

- 1) 安藤範親 (2014) : 未利用材の供給不足が懸念される木質バイオマス発電, 農林金融, 67(6)通巻 820 号 : 2-16.
- 2) 長期エネルギー需給見通し小委員会 (2015) : 第9回 会合 資料 2-3 「各電源の諸元一覧」
http://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/mitoshi/009/pdf/009_08.pdf
- 3) 藤原直樹, 一瀬諭, 廣瀬佳則, 古田世子, 池田将平, 大前信輔, 池谷仁里ら (2015) : プランクトンの季節的遷移から見た水質評価手法の検討, 琵琶湖環境科学研究センター 研究報告書(H23~25年度) : 136-161.
- 4) 樋口耕一(2004) : テキスト型データの計量的分析—2つのアプローチの峻別と統合— 『理論と方法』, 数理社会学会, 19(1):101-115.
- 5) 樋口耕一(2014) : 社会調査のための計量テキスト分析—内容分析の継承と発展を目指して—, ナカニシヤ出版サポートページ.
- 6) 芳賀裕樹 (2015) : 琵琶湖南湖の沈水植物の長期変遷と近年の繁茂について, 環境技術, 44(9) : 482-487.
- 7) 岩川貴志, 金再奎, 内藤正明 (2016) : 持続可能な社会システムに関する研究の地域政策への適用—滋賀県東近江市での事例より—, 環境科学会誌, 29: 87-96.
- 8) 経済産業省(2015) : 長期エネルギー需給見通し
<http://www.meti.go.jp/press/2015/07/20150716004/20150716004.html>
- 9) 金再奎, 岩川貴志, 内藤正明 (2015) : 市民意識の定量化に基づく持続可能社会の将来像の描出とその実現ロードマップ—地域情報システムの活用による新たな指標作り—, 環境科学会誌, 28 : 50-62.
- 10) KISHIMOTO, N., YAMAMOTO, C., SUZUKI, K., ICHISE, S.(2015) : Does a Decrease in Chlorophyll a

- Concentration in Lake Biwa Mean a Decrease in Primary Productivity by Phytoplankton?, J. of Wat. & Envir. Tech. 13(1): 1-14.
- 11) 永禮英明 (2015) : 滋賀県におけるリンのフロー, 環境衛生工学研究, 29(3).
- 12) 内閣府 (2016) 2015 年度国民経済計算 (2011 年基準・2008SNA) :
http://www.esri.cao.go.jp/jp/sna/data/data_list/kakuhou/files/h27/h27_kaku_top.html
- 13) 大久保卓也, 佐藤祐一, 東善広 (2016) : 琵琶湖の水質保全と非特定汚染源対策, 環境技術, 45(7):370-376.
- 14) 大塚泰介, 桑原靖典, 芳賀裕樹 (2004) : 琵琶湖南湖における沈水植物群落の分布および現存量—魚群探知機を用いた推定—, 陸水学雑誌, 65, 13-20.
- 15) 佐藤祐一 (2016) : 栄養塩を増やせば魚は増えるのか? ~栄養塩負荷が高次生態系に与える影響の簡易モデル解析~, 第 19 回日本水環境学会シンポジウム講演集.
- 16) 佐藤祐一, 石川可奈子, 井上栄壮, 岡本高弘, 芳賀裕樹, 川崎竹志, 尼子博章 (2016) : 琵琶湖南湖における水草消長モデルの構築とシナリオ解析, 日本陸水学会第 81 回大会講演要旨集.
- 17) 佐藤祐一, 永禮英明 (2017) : 流域社会と湖内生態系におけるリンフローの把握, 第 20 回日本水環境学会シンポジウム講演集.
- 18) 滋賀県 (2015a) : 滋賀県域からの温室効果ガス排出実態 (2013 年度) について (速報値)
<http://www.pref.shiga.lg.jp/d/new-energy/ghg2008.html>
- 19) 滋賀県 (2015b) : 人口減少を見据えた豊かな滋賀づくり総合戦略
<http://www.pref.shiga.lg.jp/a/kikaku/ginkogensho/ginkogensho.html>
- 20) 滋賀県 (2016) : しがエネルギービジョン (平成 28 年 3 月策定)
http://www.pref.shiga.lg.jp/f/eneshin/energy_vision.html
- 21) 滋賀県琵琶湖環境科学研究センター (2016) : 第 7 期湖沼水質保全計画に係る将来水質予測シミュレーションについて (最終), 滋賀県環境審議会水・土壌・大気部会 (2016 年 11 月 21 日開催) 資料.
- 22) 資源エネルギー庁 (2015a) : 総合資源エネルギー調査会 基本政策分科会 長期エネルギー需給見通し小委員会 第 8 回会合 資料 4 「長期エネルギー見通し骨子 (案) 関連資料」
http://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/mitoshi/010/pdf/010_06.pdf
- 23) 資源エネルギー庁 (2015b) : 総合資源エネルギー調査会 基本政策分科会 第 18 回会合 資料 2-5 「火力発電効率化」.
http://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/018/pdf/018_011.pdf