

図 2 環境汚染被害軽減事業の評価とソーシャルキャピタルの関係

1.3. 水俣以外の環境汚染被害地域の現状

本研究においては、水俣以外の環境汚染被害地域の現状についても調査した。本節ではそれらの事例について述べる。

1.3.1. 米国ピッツバーグ市の事例

ピッツバーグ市は、1850年～1980年にかけて鉄の街として知られており、多くの製鉄所が立地していた。製鉄のために沢山の石炭が燃やされ、大気が汚染される結果となった。特に、1984年に、同市南郊のドノラ地区で発生した、鉛の精錬施設から発生したスモッグでは、20人が死亡し、1,000人を越える人たちが体調不良を訴えた。このことから、市民主導で多くの規制が作られていくこととなり、企業もそれに応え、環境改善に結びつけることができた。

アレゲーニー郡保健省環境衛生局次長ジェームス・トンプソン氏によると、ピッツバーグ市では実施した図 3のような大気管理システムが重要である。問題が発生した後に、プラントモデリングを行い、技術者と共にそのコントロールにあたりしっかりと監視を続けていくような取り組みである。

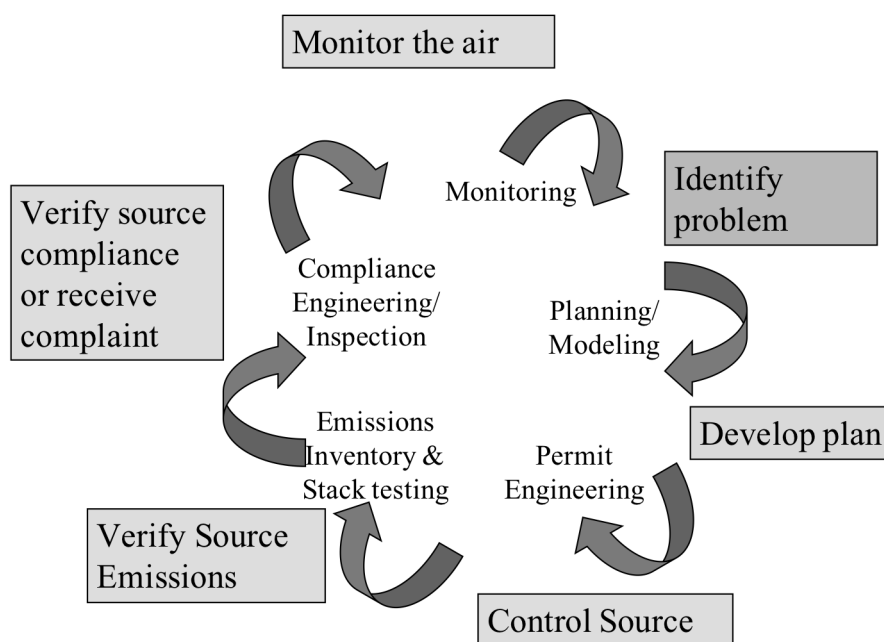


図 3 ピッツバーグ市における大気管理のシステム
(トンプソン氏プレゼンテーション資料より)

「Identify problem」においては、計測システムを設置・運用することが重要であり、問題が発生しないときでも、継続することが重要である。「Develop plan」「Control Source」においては、規則を作る時に①産業の制御と変化を明確にすること、②生産工程の改善の可能性を認識すること、③人口の変化と技術進歩を把握すること、④ボランティアプログラムを充実させること、⑤取締のやり方の検討、などが重要となる。その後「Verify Source Emissions」「Verify source compliance

or receive complaint」で、成果をきちんと評価し、産業と住民が認識を共通にすることが必要である。



図 4 ピッツバーグ市における再生のためのループ
(トンプソン氏プレゼンテーション資料より)

また図 4に示すように同市の復興の鍵は、市民を巻き込んだポジティブループを作ることであった。このポジティブループは、①市民が環境改善を訴える、②自治体が規制などにより環境を改善する、③市民がピッツバーグに移り住む、④経済が潤う、という4つが相互に後押しし合うものである。まず、苦しんだ市民が環境改善を訴え、それに呼応して自治体が規制をかける。企業は否応なしにコストをかけてそれに従うことになるが、工場の移設などは現実的ではなく、他に選択肢はない。しかし、そのことが魅力的な街を創り出し、人々が移り住むようになる。その結果、経済が潤い、市民の声は更に強いものとなっていく。これらの経緯は、博物館などでも観ることができる。

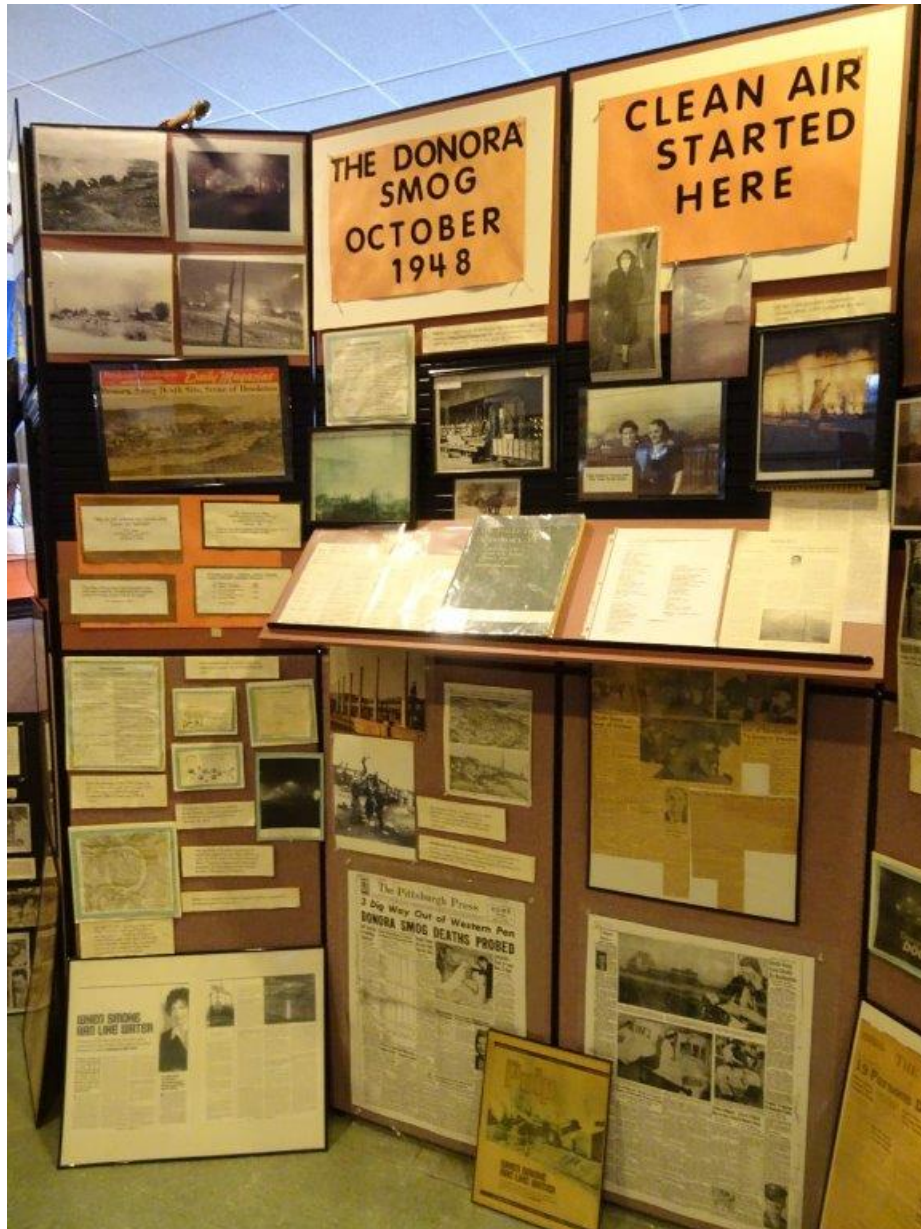


図 5 ピッツバーグ・ドノラ スモッグ博物館展示

現在では、ピッツバーグ市は米国有数の美しい街として知られており、図 6に示すように以前のスモッグの街としてのイメージは完全に払拭されている。

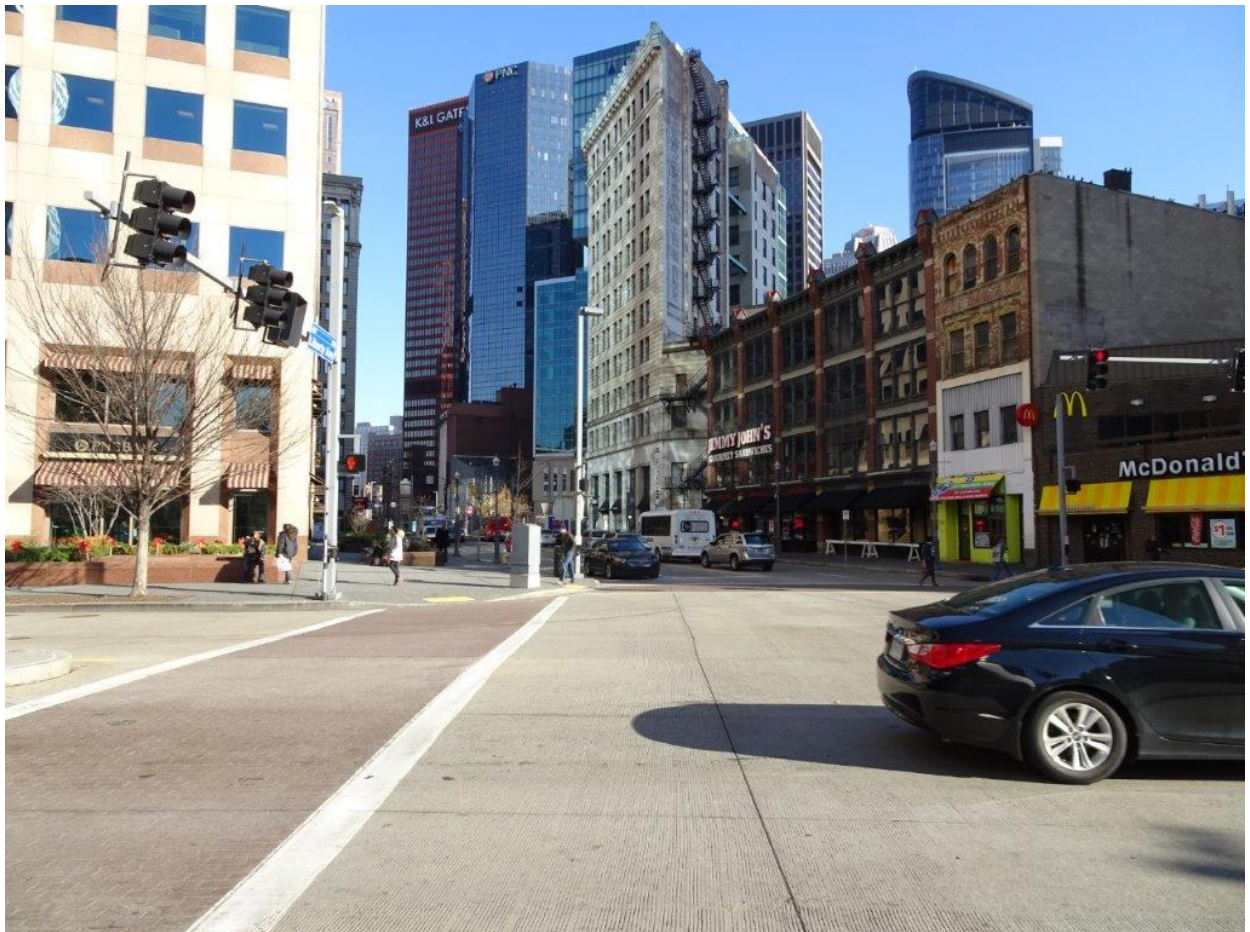


図 6 ピッツバーグ、煙霧から解放された現在の中心街

1.3.2. 米国チャタヌーガの事例

米国チャタヌーガは、鉄鉱石の産地に近く、鉄鋼業の街として工場が多く設立された。しかし、その工場のために、1960年代には「全米で最も汚れた街」と呼ばれるほど大気汚染が深刻だった街である。1969年に大気汚染防止条例を制定し、大気汚染自体は収まり街は平穏を取り戻すかに見えたが、1970年代には不況の影響で工場が閉鎖されたことで職を失った人々が溢れ、治安も悪化していった。このため、大気汚染に加えて街の荒廃が進んでいった。しかし、その後1990年代には、行政・企業・市民の協力による事業、いわゆるPublic Private Partnership (PPP)によってその汚名を返上していった。なお、このポジティブなループを動かしてための市民側の資金源としては、汚染原因企業の資金が使われたのではなく、そうした企業とは無縁な資金源、具体的にはハイツ財団の資金が使われた。このことが市民の動きを自由なものにしたこともうかがえる。

チャタヌーガは、大きく次のような2つのステップによって復興を成し遂げた。

① 非営利法人「チャタヌーガベンチャー」の設立

1980年代、チャタヌーガの再生に向けた動きが活発化する。チャタヌーガ市は市長がリーダーシップを発揮できるような自治制度に制度を改め、その体制の下で市長が強力なリーダーシ

ップで再生をすすめることとなった。また、同時期、リンドハースト財団が街づくりの専門家であるストラウド・ワトソン教授を招聘し、チャタヌーガの再生を支援し始めた。チャタヌーガは大きな街づくりに関する研究対象となった。このような中で、学と市民が協力して街づくりを行う基盤ができていった。そして、地域づくりに無関心な市民を動かすため、1984年、非営利法人「チャタヌーガベンチャー」を設立した。チャタヌーガベンチャーはいわゆるNPO法人であり、誰もが参加することができる。このチャタヌーガベンチャーを中心に、街づくりの議論が進んでいくこととなる。

② 基本計画「ビジョン2000」の策定

チャタヌーガベンチャーが中心となり、コミュニケーションをどうとるか、資金調達から人手の確保をどうするか等を検討し、基本計画「ビジョン2000」を策定した。なお、専門家や行政機関は先導者ではなくパートナーとして参加した。ビジョンの作成においては、図7に示すような7つの原則を掲げた。

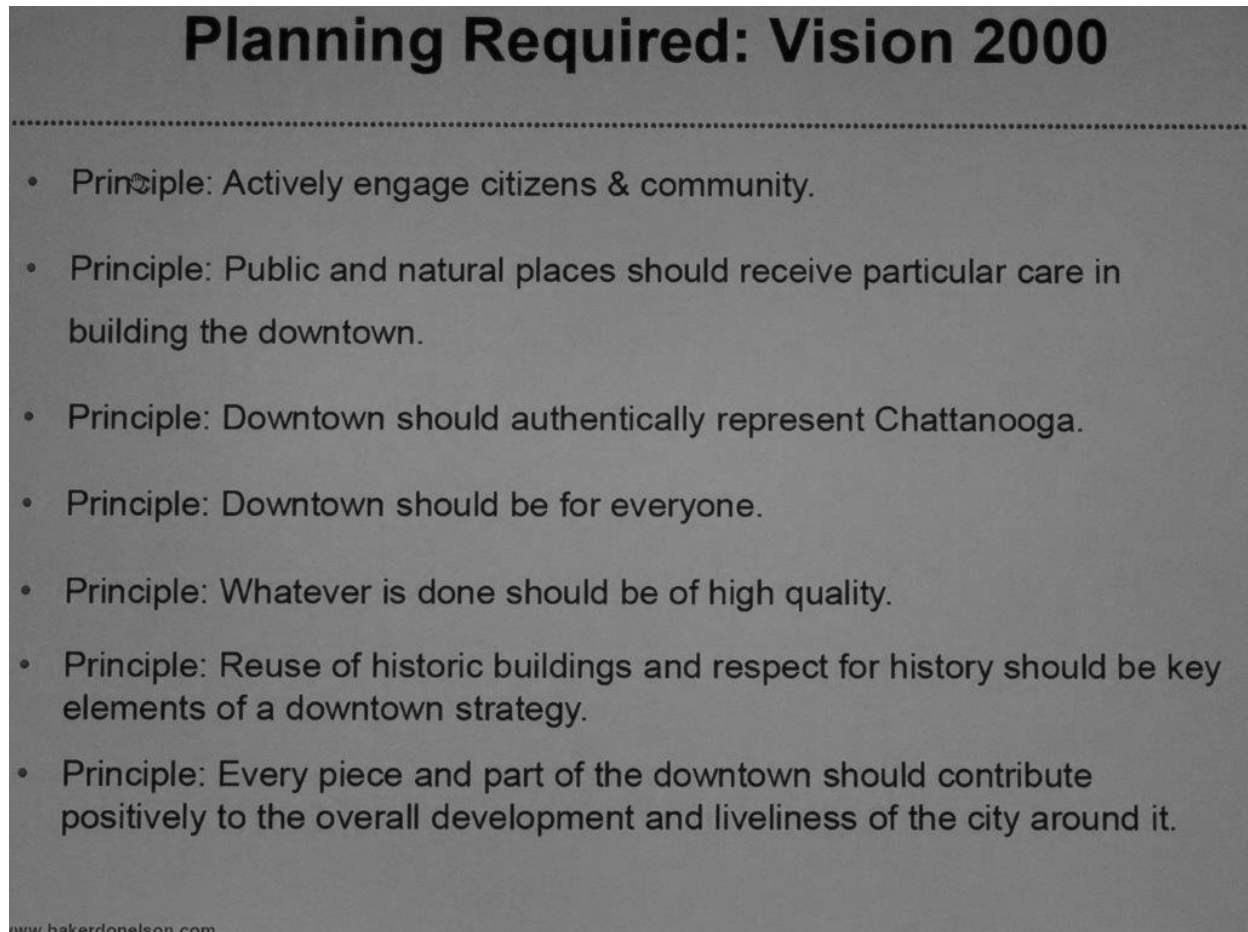


図 7 チャタヌーガ再生七原則

また、これを実現するために州が補助金を600万ドル用意し、チャタヌーガベンチャーがこの受け皿となり、実際の活動をおこなうこととなった。ビジョン2000を策定するにあたって

は、市民に対するアンケート、公開ミーティング、公聴会などが行われ、マスコミの協力もあって市民にその活動が周知された。ここで出された意見・提案をもとに、2000年までに達成すべき「40の目標」と目標を実現するための「223の具体的プロジェクト」が選定された。主な目標は、次のとおりであった。

- ① QOL（生活の質）の向上
- ② 地域企業の育成
- ③ 地域における人材育成
- ④ 会議・研修等の戦略的な誘致
- ⑤ 地域資源有効利用のためのネットワークの構築
- ⑥ 利用度の低い土地や建物の再生

このように、市民にモチベーションを与え、モチベーションをもった市民が自ら街をつくっていけるような環境を整えることで、現在のチャタヌーガとなることができた。

また、これらの議論を行う時に大切なルールがあった。チャタヌーガは環境汚染被害地域であり、そこには加害者（原因企業）と被害者（住民）がいる。また、荒廃によるモラルの崩壊もおこっており、議論ができるような土壌にはなかった。そこで、専門家たちは街づくりの議論をするときには補償の議論はしない、などの未来に向けた活動が円滑に進むようなルールを作り、議長が強力なリーダーシップをとってこれを守るようにしたことから、未来に向けた議論が可能となったと考えられる。

地域にPPP（public-private-partnership：官民連携）を定着させるためには、市民に「当事者意識」を根づかせる政策過程の「プロセス・デザイン」が重要であり、①「地域コミュニティのレジリエンス（再起力）の醸成」の手段、②市民の「社会学習の場」の場、③「ゼロサム関係からプラスサム関係（自己利益の追及から互惠の追及）への関係性の転換」の機会、の視角から捉えて設計する必要がある。

1.3.3. 北九州市事例

北九州市は、戦後、国内における大規模工業地帯の一つとして、重工業を中心として日本の高度成長期を支えてきた。一方で、ばい煙による激しい大気汚染や水質汚濁が発生し、公害の街としても有名となった。

これに対し、市民が独自に大気汚染の状況などを調査し、その改善を訴えて市民運動を展開した。その訴えは、行政はその訴えに対して公害監視センターを設置し、公として公害への対策に乗り出した。また、その結果を受けて企業との間で公害防止協定を締結し、環境対策を行政として進めていった。企業側もその動きに対して生産工程の改善や汚染物質の除去処理施設の設置などを積極的に進めていった。その結果、市民と行政、企業が連携した活動が展開され、北九州市の環境汚染は次第に改善へ向かい、現在では特段美しい街との評価は無いまでも、環境に配慮された十分に暮らしやすい街として復興を遂げている。

北九州市の事例は、ピッツバーグ市やチャタヌーガの事例同様、市民・行政・企業が協力して環境汚染の克服に取り組んだことが、成功の鍵となったと考えられる。特に北九州市では、他の公害都市で往々見られた訴訟を伴う社会紛争によって住民と工場との感情的な対立が高まること

が避けられている。訴訟を経ずに、地域社会の結束を得た取り組みが進められたことは特徴的である。その背景には、同地が、産業界にとって、いわばショーケース的な先進地であって紛争を避ける利益が大きかったことがあったのではないかと推測される。

1.4. 環境汚染被害地域が抱える共通した課題の整理

本節では、水俣を始めとした環境汚染被害地域の現状から、その課題を整理する。

1.4.1. 環境汚染被害の発生

原因企業にしても、環境を汚染することを事業目的としているわけではない。何らかの事業を進めるにあたり、その時点での科学の限界を含む無知、効率化の追求による環境への配慮の欠如などによって、環境被害を引き起こす。

現在、先進国においては環境汚染が起きた際の経済的打撃の大きさは十分に認知されており、重大な汚染がおきことは考えにくい。しかし、発展途上国においては、未だ環境汚染より経済が優先されることが多く、甚大な環境汚染が続いている。このような問題を解決するためには、教育が重要である。その時点での科学の限界によって認識できなかった場合は除くとして、現在、環境汚染のメカニズムがわかっているにも関わらず環境汚染がなくなるのは、教育によるところが大きい。例えば、インドネシアにおけるスモールスケールマイニング (Artisanal and small Scale Gold Mining: ASGM) においては、現在では行政・法律ともに十分に整備されている。

2002年までは環境政策を立案する環境省と具体的対策を実施する環境管理庁が別々の組織となっていたが、同年に両者が統合されて新たな環境省が発足した。新たな環境省は、インドネシアが数多くの島々から成り立っている国土事情を鑑みて各地域の特性や生態系に対応する為、環境大臣直轄のエコリージョン管理センター (Pusat Pengelolaan Ekoregion: PPE) を6地域に設置した。その後、2015年にはジョコ・ウィドド新大統領による政府組織の再編によって林業省と合併し環境林業省(Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan)へと改変され、エコリージョン管理センターもエコリージョン開発管理センター(Pusat Pengendalian Pembangunan Ekoregion: PPPE)と改変された。また、日本の支援で1993年に発足した環境管理センターは、環境質・環境ラボ開発研究センターとなり、国が行う湖沼や海域のモニタリング、地方政府の環境ラボ開発整備、環境モニタリング指導やマニュアル作りを担当している [2]。

また、法整備においても、インドネシアにおける環境法体系は1998年以降急速に進んだ地方分権の流れに沿った形になっており、環境行政に対する実質的な権限は地方政府(県・市)の環境部門が持つことになっている。大気汚染や水質汚濁といった、各環境分野に関しては基本法に基づいた政令などで個別に規制が実施されている。日本での環境基本法に当たる環境管理法は、1997年の旧法大改正で事業活動に対する環境規制の強化、罰則強化、紛争処理に関する規定の充実、国民の環境情報に対する権利規定等が導入された。さらに2009年の改正では、環境当局の権限や罰則が大幅に強化されて、警察と協力して環境犯罪の容疑者を逮捕する権限が付与されるなどした [3]。また、水銀に関する法令を探してみると、有害物質の調達・流通及びモニタリングに関する省令(第44/2009号の第二改正による省令第75/2014号)、石炭及び鉱物採掘活動による環境汚染または破壊の対策に関する省令案、金採掘に係る公害防止・環境被害防止の手続き(環境大臣規則23/2008号)などが存在している [4]。

このようにインドネシア政府は十分に水銀による環境汚染を認知し、対応もとっている。文献 [5]では東アジア諸国の環境政策全般に対して、形式上法整備等は充実しているが先進国の法体系や規制基準に準拠していて、国内の実情にそぐわないものが多いと指摘されている。また、インドネシアは開発途上国として抱える様々な制約の中で、的確な公害規制と有効な発生源対策を取

るには至っていないのが現実とも指摘している [6]。そして、インドネシアでASGMの流れが加速した背景に関して、文献 [7]では、(1)1996年頃のインドネシア経済の破綻、(2)金不法採掘地域住民の教育・経済レベルの低さ（先述の通り、都市部貧困率8.22%、農村部貧困率14.09%、2015年9月時点）、(3)住民の「地方分権」の誤解、(4)金需要の増加、(5)皆無状態の法的規制、(6)バイヤーや一部役人の不法行為、(7)砂金の水力式採掘装置の市場流通、(8)水銀が安価で容易に入手可能な状況、の8点が原因として挙げられている。この考察は2004年時点のものであり、インドネシアの現状とは変化した部分もあるように見受けられるが、その中でも住民の教育・経済レベルや急激な地方分権化、一部の役人やバイヤーによる不法行為などは現在でも問題となっていることで、このような様々な問題が複合した結果として水銀汚染被害は継続・拡大していると考えられる。特に地方分権化の弊害について、文献 [8]ではスハルト政権期には地方分権化や住民の資源へのアクセス性向上が資源の適正利用や環境汚染の防止につながると期待されていたが、実際には地方政府の環境管理能力不足や天然資源開発による短絡的な利益追求の動きが加速したと指摘されている。実際にインドネシアの地方政府による環境規制の状況を調べてみると、地域によって格差が生じていることが分かる。例として、西ジャワ州バンドン市、ボゴール市、中部ジャワ州スマラン市、北スマトラ州メダン市は都市の規模も大きく、比較的体制が整っていると考えられる県・市であるが、実際には財政不足や人的資源などの問題を抱えていて、州政府が環境モニタリングを代行しているケースが多いとされている [9]。このような都市でさえ十分な対応がとれていない状況では、より規模の小さい各地方政府が環境対策を十分に行えない。

このように、インドネシアにおける状況は、中央政府と地方、市民の認識や認識の格差から生まれるものであり、教育の重要性を示唆している。

1.4.2. 環境汚染被害発生の確認

十分に危険を認知し、対策をとっていたとしても、科学の限界などの理由から環境汚染が発生する可能性はある。環境汚染被害が疑われた時の初動が重要である。

水俣の事例においては、環境汚染被害が疑われ、チッソからの排水がその原因ではないかと考えられるようになってから、チッソが実際に排水を止めるまでに長い年月がかかった。その間、チッソは補償問題への対応を恐れて、隠蔽や原因究明の妨害を行った。また、戦後の復興と時を同じくしており、チッソ工場の停止が国の経済成長を妨げるとの観測もその行動を後押ししたといわれている。その結果、被害が拡大し、公式確認から60年以上が経過した現在でも、その完全な解決には至っていない状況をつくりだしている。

環境汚染被害が疑われた場合、企業は国や県、基礎自治体などと連携をとって、公然とその対応にあたる必要がある。水俣の事例でも、調査に長い時間を書けた結果被害者の救済が遅れ、長い間遺恨を残す結果となっている。一方で、ピッツバーグやチャタヌーガなどの成功事例では、まずは住民の声を大きくした上で自治体と協力し、企業が対応せざるを得ない状況をつくり出すことに成功している。この際に、汚染原因企業とは関係のない公益的な財団が資金支援を行ったことが有効であったことは、他の地域の再生でも活用できる仕掛けとなるのではないかと思われた。

1.4.3. 環境汚染被害確認後の対応

環境汚染が確認された後の対応も重要である。水俣の事例は、訴訟の歴史でもある。第一次訴訟、第二次訴訟と、次々と訴訟が生じ、事態は更に混乱した。環境汚染被害が確認された場合、まずは環境に対する汚染がどの程度まで広がったのか、健康被害がどの程度発生しているのかなど、国や県、基礎自治体と研究機関が協力して、その実態を明らかにすることが望まれる。

また、健康被害を受けた患者には、迅速な対応をとる必要がある。まずは、人道的な意味で暫定的な処置をおこない、全体が把握できた後に、対応を確定させるといった柔軟な対応も、結果的に、膨大となりかねない社会的な費用の発生を回避することに役立つ。

1.4.4. 長期にわたる対応

環境汚染被害確認後、対応が長期にわたるような場合、環境汚染被害地域の地域社会自体が影響をうけることがある。水俣の事例では、地域コミュニティの崩壊がおき、その収拾に大きな労力を割かなければならない事態に陥った。また同時に、環境被害による風評被害や産業構造の変化なども起きている。患者支援者の流入による地元コミュニティの変革もあり、地域社会全体にまで影響が及んでいる。

このような場合、対策としては、環境汚染の解消、健康被害者への補償以外にも、地域コミュニティに対する包括的な対応が必要となる。

2. 環境汚染被害からの再起と未来創生の方法論

本章では、前章で述べた環境汚染被害地域の現状を踏まえ、成功事例からのスタディをまとめ、それを環境汚染被害地域の再生を実現する未来創生の方法論としてまとめる。また、その方法論を水俣市に適用する方策について述べる。

2.1. 成功事例からのスタディ

米国ピッツバーグやチャタヌーガ、北九州市などは、環境汚染被害を克服し、魅力ある街づくりに成功している。ここでは、これらの街が行ってきた環境汚染被害への対応について整理をし、成功への道筋を整理する。

前章でも述べた通り、米国ピッツバーグでは死者が出るほどの大気汚染に対し、市民が声を上げることによって原因企業への対応を迫った。自治体議会も、住民の代表らしく、住民の声を拾う形で立法に動いた。チャタヌーガにおいても、市民が中心となって活動を行った。初め市民は疲弊した街で生活し、地域づくりにも無関心であったが、一部の積極的なメンバーの働きかけによってチャタヌーガベンチャーが創設され、ビジョン2000の策定に向けて動き出すと同時に、市民も積極的になっていった。この過程は、観光客の増大や新規住民の流入増加が元からの住民に実感されるに従い、一層加速され、力強いものになっていった。このように、環境汚染被害への対応には、市民の積極的な活動とその成果の可視化が欠かせないと考えられる。

また、ピッツバーグの事例においては、まず市民が行政を動かし、行政が規制を使って企業を動かしたが、加えてその企業の努力を市民が高く評価するといったことが起きた。原因企業をバッシングするのではなく、前向きな努力については原因企業であってもその取組を高く評価し、一緒に地域を再生させる雰囲気をつくりだすことが重要である。

また、ピッツバーグやチャタヌーガ、北九州市などの事例をみると、公害で既に疲弊した地域には、公害病の患者への補償だけではなく、市民主導の復興策に行政が手を貸す形の支援が必要であることがわかる。

以上のように環境汚染被害地域の再生の取り組みは、まず環境汚染被害により高められた市民の環境意識に端を発する。環境汚染を経験した市民は、その状況に苦しみ、自分の街の惨状を悲しみ、その将来を憂うところから始まる。その思いは非常に強いものとなり、街の再生の原動力となる。結果、米国の事例では2つの動きが同時に進行するようになっている。補償に関する動きと街の再生に関する動きである。この2つが明確に分離されて進行するよう、十分に管理されているところが成功の鍵である。街の再生についての議論の場に補償の話が持ち込まれると、その場を取り仕切る議長がその話を抑え、本来の将来に向けた議論に集中するように場を制御する。これによって、原因企業や被害を直接被っていない市民も積極的に将来に向けた議論に集中することができる。環境に対して強い思いを抱くようになった市民は、逆に環境に配慮した街づくりで市の魅力を高めることに貪欲である。

市民の積極的な活動が始まると、様々な魅力が街に生まれる。このことによって「環境汚染」がシンボルであった街に、別のシンボルができてくる。文献 [10]によると、テネシー州淡水水族(図 8)館、アイマックス劇場、リバーパークなどを次々と整備し、その魅力を不動のものとしている。また、環境都市としての特徴を出すために、電気バスの運用を開始し、そのノウハウを使

ってチャタヌーガを電気自動車の街として売り出すことに成功した。また、歴史的な建造物の再生を計画し、地域コミュニティのアイデンティティとして活用した。更には、持ち家を増やす政策を開始する。1986年に設立されたチャタヌーガ・ネイバーフッド・エンタープライズ社は、住民に持ち家を持つための資金を融資するときに、持ち家教育、コミュニティ再生コンサルティング、持ち家のためのカウンセリングを実施している。このことによって、低所得者層の自立心を喚起させ、地域コミュニティをより強いものにするに成功した。こうして1994年にはチャタヌーガは全米で住みやすい17都市の1つに選出されている。



図 8 チャタヌーガ再生の起爆剤になった水族館

2.2. 環境汚染被害地域の未来創生の方法論

2.1節で述べたように、環境汚染地域の再生に成功した街には共通点を見出すことができ、以下のように整理することができる。

2.2.1. 環境汚染による市民意識の変革の活用

街の再生に成功している地域はどこも、市民主導の官民協力 (Public-Private Partnership: PPP)によって街の再生事業を進めている。強い思いのある市民が、企業や行政、一般の市民を巻き込んで街づくりにチャレンジし、様々な事業に取り組んでいる。また、それらの活動はNPO法人などの見える形で運用されており、活動に対する周囲の理解を得やすい。また、自分で活動を始めるほどの強い思いがない市民も、ビジビリティの高い活動に触れることによってその活動に参加したいと思うようになり、結果として街全体を巻き込んだ合意の形成が可能となっている。

2.2.2. 環境汚染に代わるシンボルの構築

環境汚染を受けた地域は、環境汚染がその街のシンボルとなっていることが多い。これは様々な面でマイナスに働き、負のスパイラルを招く。風評被害や差別、住民の自信の喪失などである。このような状況を打開するためには、新たなプラスイメージを持つシンボルの創出が必要である。前節でも述べたが、チャタヌーガでは正に新たなシンボルの創生に成功している。街に暮らす市民の利便性向上も重要であるが、環境汚染は外部からの厳しい目を引いていることを忘れてはならない。良くも悪くも注目を浴びており知名度がある。そこで、新たなプラスイメージのシンボルを作ることができれば、その知名度を活用し、イメージを劇的に変えることが可能である。

2.2.3. 環境汚染やその後の経過による社会変容の活用

大きな環境汚染が起きた場合、その対応が長期化し、地域社会そのものが変容することがある。例えば、多数の患者に対応するための医療の強化などである。このような社会変容は一時的には環境汚染への対応のために必要であるが、それが解決した後は地域にとっては過剰な資源になってしまうことが考えられる。また、過剰にならないまでも、似た地域には存在しなかった特徴となり、その地域の強みとして捉えられる可能性がある。そこで、それらの本来存在しなかった社会変容を強みとして活用していく方策を検討することにより、他の地域との差別化を図ることができ、再生の道筋とすることができる。

2.3. 水俣市への適用

本節では、2.2節で述べた「環境汚染被害地域の未来創生の方法論」をどのように水俣に適用するのかについて議論する。

2.3.1. 環境汚染による市民意識の変革の活用

水俣市も他の例にもれず、環境汚染によって市民の環境に対する意識が非常に高くなった。

水俣市に水俣市の産業廃棄物最終処分場問題が建設されようとした際、市民は断固として反対し、その建設を阻止した。当時の水俣市長は、「この度、水俣市長崎に産業廃棄物最終処分場の建設を計画していた事業者が、事業の中止を決定しました。この撤退表明は、水俣市民をはじめ多くの方々が長年待ち望んだことです。これもひとえに市民をはじめ、ご支援、ご協力いただいた皆さんのお陰であり、水俣を守らなくてはいけない、次世代に良い環境を残さなくてはいけないという、水俣を思う方々の力が結集され、大きな力となって事業者を撤退に追い込んだ成果だと思います。関係者の皆さんに心から感謝申し上げます。」 [11]との声明を発表している。

また、現在水俣におけるゴミの分別数は2017年4月1日現在、20種となっており、全国でも最多規模の分類数を誇っている。この規模の分類も環境に対する意識の表れで、市のホームページでは「これらは水俣病を教訓とした環境復元行動及び環境美化活動を経てきた住民の協力、なかでも各地区のリサイクル推進員らによる分別指導を継続してきた成果であり、現在の『水俣方式』の分別収集が確立されました。」 [12]と謳っており、やはり環境汚染被害を経験したからこそこのような分類がなされるようになったことを示している。

水俣市の環境に対する想いは、外部からの認知度も十分にある。環境首都創造NGO全国ネットワーク（旧 環境首都コンテスト全国ネットワーク）のコンテストにおいて、水俣市は唯一「日本の環境首都」の称号を受けた自治体であり、また、2008年には国の環境モデル都市の指定も受けている。

このように現在の水俣は環境に対する高い意識があり、このことを活用した街づくりが地域再生への1つの道筋となる。

水俣市の環境意識の高さを活用するためには、徹底した環境街づくりを行う必要がある。水俣病は海の環境汚染によって引き起こされたものであるため、水俣は海のイメージが強いが、山林から海まで一揃いのものが揃っている。このような恵まれた環境を活用し、バイオマス発電や水力発電、風力発電、太陽光発電といった徹底した再生可能エネルギーの街とすることが考えられる。このためには、森林の活用などを積極的に行き、自然を活用した産業を育成していく必要がある。

また、水俣市には環境意識の高い人々が暮らしており、自然とそれを身につける土壌が育っている。一方で、我が国や外国においては、環境汚染被害地域をつくらないためにも、企業の環境経営や市民の環境に配慮した生活を牽引する役割を担う人材の育成は重要な課題である。そこで、水俣市において環境に配慮した活動を牽引できるリーダー的人材を育成することにより、新たな環境汚染被害地域の発生を事前に食い止めることができる。更には、環境に配慮した活動のリーダー格の人材を広く輩出することによって、水俣のイメージ向上に資することができる。

2.3.2. 環境汚染に変わるシンボルの構築

水俣市は、水俣病のイメージを払拭するために、これまで様々な努力をしてきている。「環境首都」や「環境モデル都市」の指定もその一貫である。先に述べたゴミの分別も「水俣方式」と謳っており、水俣病に対抗するシンボルの創生にむかって努力していることが分かる。

しかし、一方で新しいシンボル造りに励んでいるものの、水俣のイメージ向上にはあまり寄与しないものも散見される。現在、水俣市においてはお茶の栽培が盛んであり、紅茶四天王と呼ばれる4件のお茶農家によって良質の紅茶や緑茶が生産されている。これらのお茶は「水俣茶」「みなまた茶」と表記されることもあるが、基本的には個別のブランドをもっており、あまり水俣のイメージを前面に出したものであるとは言えない。また、同様に生食を前提に品種改良されたサラダ玉ねぎ（さら玉ちゃん）も水俣の特産品であるが、こちらも水俣という名前は前面には押し出されていない。どちらも生産者に直接ヒアリングをすると、水俣という土地に非常に愛着をもっており、けして現在の水俣のマイナスイメージのために水俣を名乗っていないわけではない。

さらには、水俣ならではの非常に良い取り組みであるにも関わらず、当の本人たちがそのことに気づいていない例も散見される。例えば、我が国においては低体重出生児を減らすことは急務とされているが、なかなか目標を達成できていない。現在、低体重出生児の割合は全国で約10%であるが、国はこれを5%まで減らすことを目標として掲げている。水俣市においても2014年度は全国の平均を上回る13.3%が低体重出生児であった。しかし、「水俣方式」とも言える母子手帳交付時の指導を導入した結果、1年にしてその割合を4.7%まで減らすことに成功している。このようなドラスティックな改善例は他に類をみない。「水俣方式」として普及を図ることにより、水俣の新たなシンボルとできる候補であると考えられる。

新たにこれからシンボルとなれるものを戦略的に開発していくことも考えられる。先に述べた通り、水俣市は環境に対する意識が非常に高い。このこと自体を広報することによって、現在のマイナスイメージを打ち消すことができる。そのためには、環境への配慮を前面に押し出したイベント等を企画し、定期的にマスメディアやインターネットなどを使って人々の目に水俣の文字が触れるようにすることが必要である。

2.3.3. 環境汚染やその後の経過による社会変容の活用

水俣市では環境汚染の後、様々な社会変容がおきた。

まず始めに起きた社会変容は人口減少である。図 9に示すように、水俣市の人口は1955年の国勢調査以降、減少に転じている。特に1965年から1975年の水俣病訴訟が始まった時期の人口減少は顕著である。その後、1975年からしばらく人口減少はないが、1990年あたりを境に再び人口減少が始まっており、2060年には1万人と現在の人口の5分の2程度の人口まで減少することが予想されている。

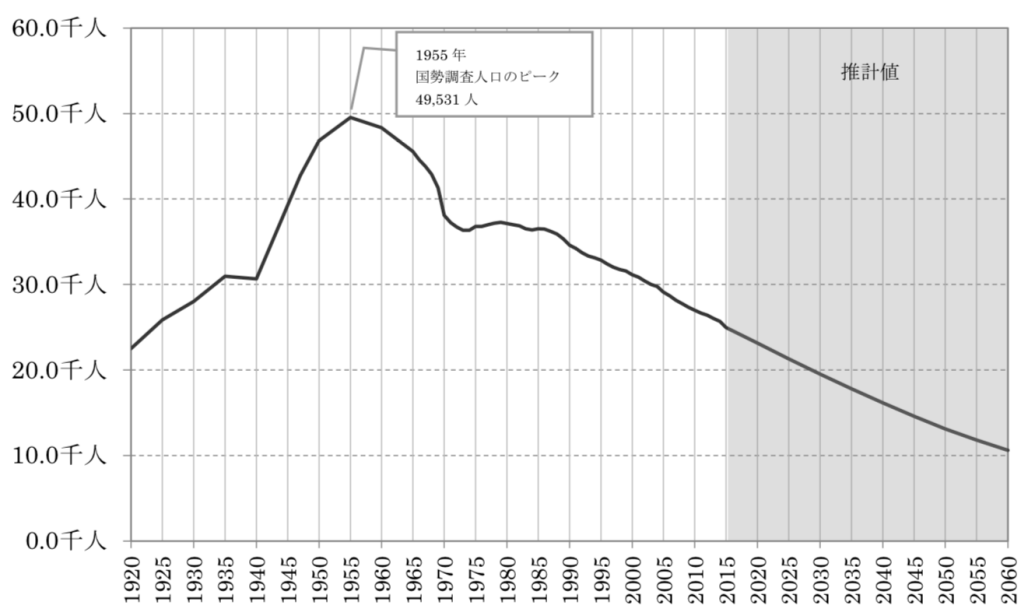
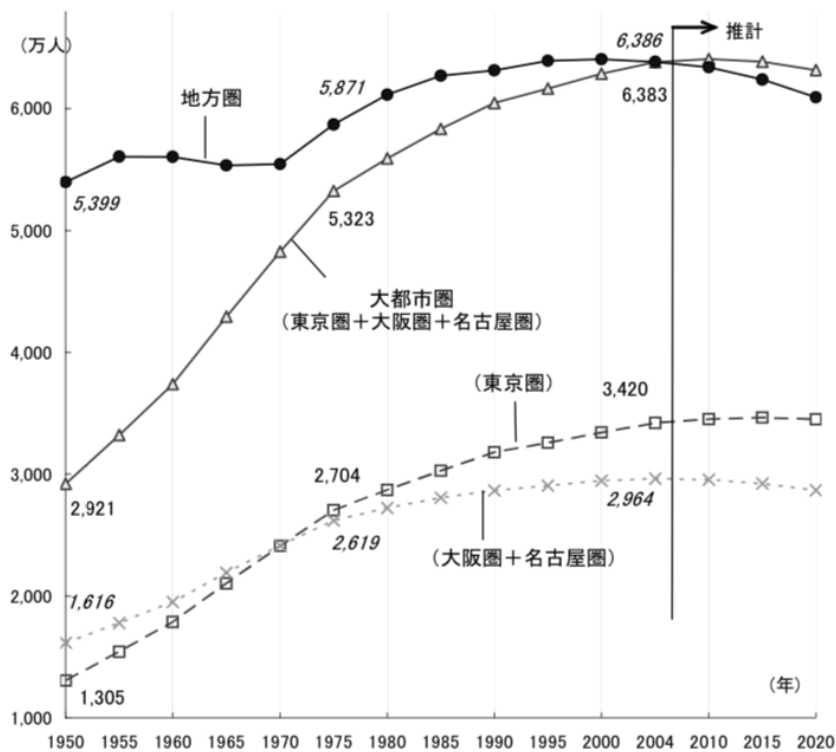


図 9 水俣市の人口推移（[13]より引用）

一方で、日本の地方圏における人口減少が始まったのは、図 10に示すとおり2000年くらいである。水俣市が熊本県においても最南端に位置する自治体であることを鑑みても、1955年頃から始まった人口減少はチッソの事業縮小と一致している。1953年に3,971人いたチッソ水俣工場の従業員は1963年に3,552人に、1972年には1,028人となっている [14]。一方で、1990年頃から始まった人口減少は、全国規模で起きたものである可能性が高い。



(出所) 総務省「国勢調査」、国立社会保障・人口問題研究所「都道府県別将来推計人口」(2002年)などより作成

(注) 東京圏：東京・埼玉・千葉・神奈川、大阪圏：大阪・京都・兵庫・奈良、名古屋圏：愛知・岐阜・三重

図 10 大都市圏と地方圏の人口推移 ([15]より引用)

このような人口減少を経験していることから、水俣市においては教育施設資源が対象者に対し余剰となり、小中高校の統廃合が進んでいる。特に2012年に行われた水俣高校と水俣工業高校の統合は地元には大きな衝撃を与えた。このことは水俣市民意識調査の「問19. 以下の項目に関する満足度についてお答えください。世帯の中に通学する方がいない場合でも、日常の印象からお答えください。」の中で、高校の数に不満を持つ人が顕著に多いことから見て取れる。その結果、教育に危機感をもつという意識レベルの社会変容(市民の間での共通認識)も生まれている。

また、水俣市においては、水俣病の影響もあり、医療資源や介護資源が充実している。

日本医師会が運用する地域医療情報システム (Japan Medical Analysis Platform: JMAP) [16]によると、水俣の10万人当たりの病院数は31.48と、全国平均が6.56であるのに対して、大幅に多い。歯科は全国平均にくらべ少ないものの、薬局の数も全国平均を大幅に上回っており、医療の充実が目を見はるものがある。その上、国立水俣病研究センターという環境省の研究施設もあり、近年は国保水俣市立総合医療センターとの協力体制も整ってきている。このため、地方都市の病院としては異例な高度医療機器の導入が行われている。

介護面でも水俣市は多くの資産を有している。文献 [16]によると、75歳以上1千人あたり施設数は、全国平均が13.38なのに対して、水俣市は17.64と平均を上回る数の介護施設を有している。介護職員数も全国平均を上回っており、充実した介護資源があると言える。

2.3.4. 本研究における具体的アクション

前節までの議論をうけて、本節ではそこから導かれた本研究における具体的なアクションについて述べる。

2.3.4.1. 水俣における先進的事例の普及

水俣における先進的事例として、低出生体重児を減らすことに成功した事例を取り上げる。全国でも低出生体重児を減らすことに成功していない中、水俣市は「水俣モデル」とも言える活動を発案し、1年にして削減目標を達成した。これらの活動を中心として、水俣を元気である街として打ち出していくことで、新たなシンボルとする試みを実施する。

2.3.4.2. 市民意識の変化を活用した人材育成

水俣においては環境に対する市民の高い意識がある。また、先に述べた様に現在は教育に対する危機感が強く、教育を強化する土壌が整っている。そこで、水俣市域の唯一の高校となった県立水俣高校と連携をおこない、次世代をリードする人材の育成に務める。

2.3.4.3. 市民意識の変化を活用した環境産業の育成

水俣の環境に対する市民の高い意識を背景とした環境産業の育成について検討する。本研究を開始した当時、水俣市にバイオマス発電所を建設する計画があった。しかし、燃料の調達や資金集めの面から、現在は立ち消えの状態となっている。しかし、実際の計画を練っている中で、うまく地域の資源の活用とその価値を鑑みれば、必ずしも産業として成り立たないものではないと考える。そこで、山林資源の保全・活用の面から改めて環境産業の育成について検討する。

2.3.4.4. 社会変容の活用

先に述べたように、水俣市は環境汚染被害によって様々な社会変容を余儀なくされた。そこで発想を転換し、変化した社会を資源として活用する可能性について机上検討を行う。

2.3.4.5. 新国富指標による水俣市の評価

環境汚染被害の原因の一端は過剰な経済主義である。現在、企業の多くは利益によってその良し悪しを評価している。一方で、自治体などを考えた場合、そこにある自然資本や人的資本を削ることによって一時的な経済発展を実現しても、将来に負担を残すこととなる。そこで、水俣市の経済を新国富指標によって評価することによって、水俣市の将来像を評価する。

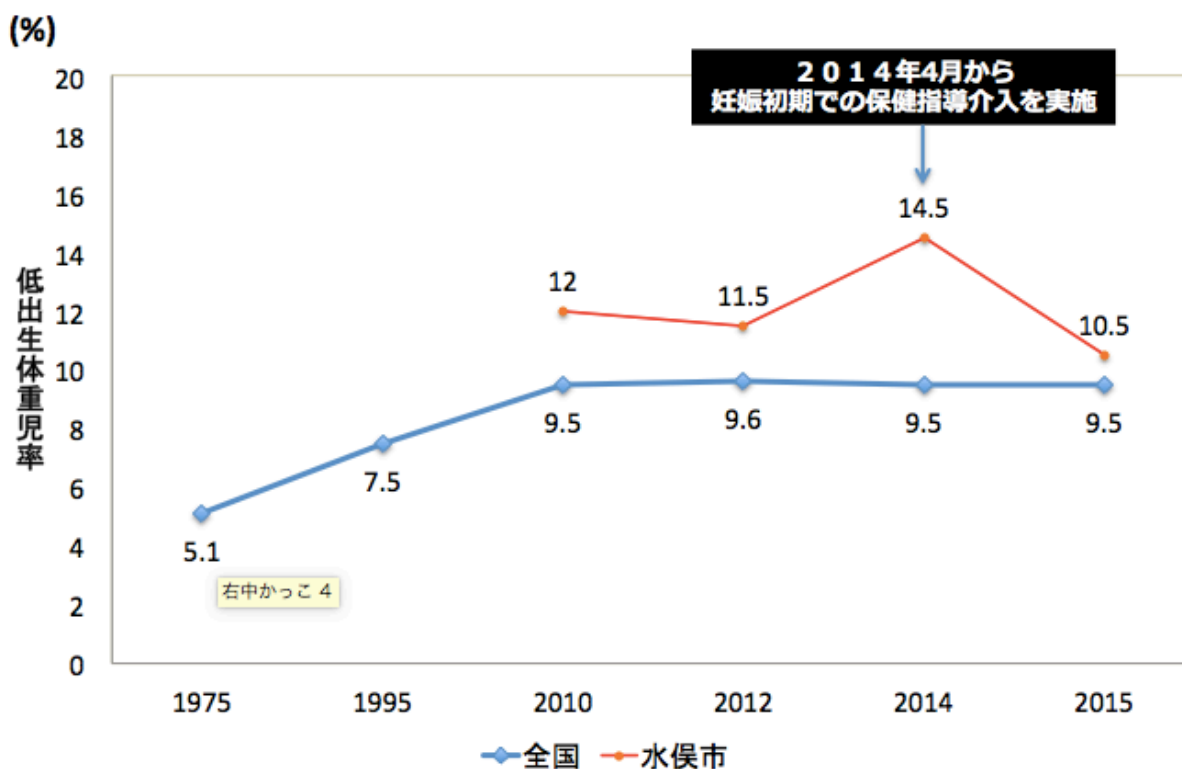
3. 「未来創生への方法論」を受けた水俣市における活動と調査

3.1. 水俣における先進的事例の普及

妊娠時期の健康課題の抽出と持続可能な健康増進運用モデルを構築、普及を図ることによって、環境汚染被害地域の風評被害を軽減する。

3.1.1. 妊娠時期の健康課題の抽出

我が国における妊娠時期の健康課題の一つとして、やせ型妊婦と低出生体重児（出生体重2,500g未満）の増加があげられる。日本の低出生体重児の割合は、1975年度には5.1%であったのが、1995年度には7.5%、2010年度には9.6%、2012年度9.6%と増加している。一方、2015年度に我々が行った調査にて、水俣保健所（担当部署:水俣市役所福祉環境部 健康高齢課 健康推進係）の低出生体重児の割合は、2010年度12.0%、2012年度11.5%、2014年度には14.5%と右上がり増加している。



全国データ出典：厚生労働省「人口動態統計」

図 11 全国と水俣市の低出生体重児率

低出生体重児は、出生後の予後や死亡率のみならず、将来の生活習慣病発症に関連する（Developmental Origins of Health and Disease: DOHaD）ことが最近の研究で明らかになっている。さらに国民栄養調査からは BMI が18.5 未満のやせ型体型の女性が過去 20 年で 2 倍に増加し、低出生体重児の割合とも関連していることも明らかになっており、乳幼児・児童の肥満傾向児の

割合が全国平均を上回っていることが2017年度の調査でも明らかとなった。我が国では、やせ型の女性の予防と妊娠中の食事摂取に関する科学的根拠が求められている。一方、水俣市では低出生体重児と小児期の肥満、成人期の脂質異常の増加が問題となっており、環境モデル都市でより健康に豊かな生活を送るための健康支援策を早急に検討する必要があると考えられた。

低出生体重児と予後に関しては下記のような知見が得られている。

低出生体重児は、出生後の予後や死亡率のみならず、将来の生活習慣病発症のリスクを高めるとされ（Developmental Origins of Health and Disease: DOHaD）、近年の系統的レビューの結果からは、低出生体重児の将来の二型糖尿病のリスクは、標準出生体重で出生した児と比較し OR 1.32 [1.06, 1.64] [17] [18]、メタボリック症候群のリスクは、OR 2.53 [1.57, 4.08] [19]と高かった。

胎児期の栄養制限が、出生後脂肪を蓄積しやすくするという仮説があるが、やせ型（BMI18.5未満）の女性は過去20年で倍に増加している上、現在でも体重増加制限を厳しく行っているところがあり、また妊娠中の体重増加の推奨は10kg未満など画一的に行われているのが実態である [20]。

森崎らによると、厚生労働省雇用均等・児童家庭局において、10年ごとに実施されている乳幼児身体発育調査を用いて、単胎妊娠であった16,238症例の調査票をシミュレーション分析した結果、やせ妊婦（妊娠前BMI18.5kg/m²未満）が全員2kg太った場合、早産は0.3%減少し、平均出生体重は26g増加した。また、妊娠前BMIが1減ることは母体年齢が10上がることに同じくらい、児の体重を減らしてしまうものであることが示唆された [21]。

過去の報告からも、低出生体重児出生を予防するために効果のある妊娠中の栄養管理および介入が重要であることは明らかであり、水俣市は全国に比較し、低出生体重児が多いことが課題である。本研究では、この課題を解決する水俣市としての保健指導介入の取り組みや水俣市保健センターの保健師さんの意識についてヒアリング調査した。

3.1.2. 「子宮は生命の最初の環境である」ことを考えた保健指導介入事例とその応用

低出生体重児出生を予防するために水俣市が実施している保健指導介入の取り組みや水俣市保健センターの保健師さんの意識についてヒアリング調査し、その応用について検討した。

本研究により、水俣市民は、過去の公害経験から、市民の多くが環境に対する並々ならぬ思いを抱いており「環境を汚すことは未来の命である胎児を汚染することになる」という胎児性水俣病患者からのメッセージを親身に受け止め、一人一人が公害のない環境づくりを考え実践している印象を受けた。その中で、我々が実施した2015年度の保健師へのインタビューにおいて以下のことが聞き取れた。

- ・ 過去の失敗と経験から「未来のいのちである胎児を宿す子宮は最初の環境である」ことを教訓に、保健業務を行っている。

- ・ 「胎児性水俣病の子をもった母親たちは「私が食べた魚の水銀がこの子に移ったに違いない」と、医者たちの「毒物は胎盤を通らない」通説と対立した過去がある。
- ・ 公害当時、胎児性水俣病患者の母親たちの意見は正しく、母親達が訴える「胎盤はもはや毒物から胎児を護ってくれない」ことが明らかとなった。
- ・ 「未来のいのちである胎児を宿す子宮は最初の環境である」という意識を持ち、健康支援・保健活動に日々、励んでいる。

これら思いを抱く保健師が存在する水俣保健センターでは、全国平均に比較し約5%も高い低出生体重児を予防する対策として、2014年4月から母子手帳交付時に水俣市で出産するすべての妊娠女性を対象に、保健師が約1時間かけて行う保健指導介入を実施した。

水俣市の母子保健指導内容

妊産婦が健康な児を生み育てるために規則正しい食生活を送り、 時期や体格に合わせた栄養必要量を考えた食事が実践できるように支援する		
	～2014年3月 母親学級	2014年4月～ 母子手帳交付時 (妊娠10週前後)
形式	保健師による集団指導	保健師による個別指導
時間	1時間	30分-1時間
場所	保健センター	保健センター
出産数	2014年度 173件	2015年度 171件
低出生体重児割合	14.5%	10.5%
配布資料（体重グラフ）	×	◎
配布資料（胎児期成人病発症・貧血発症チャート）	×	◎

なお、母子保健指導は、2014年4月から2018年2月現在も以下のツール等を用いて継続して行われている。この資料作成元は、水俣市ではなく「保健活動を考える自主的研究会」（熊谷勝子代表）であることが2017年度の調査で明らかとなった。「保健活動を考える自主的研究会」は、全国の保健師・管理栄養士約2000人が所属する自主的勉強会団体で、水俣市の保健師も、勤務時間外で保健活動のことを勉強し、そこで得た知識や資料を自分達の現場でどう応用できるか検討し、実践している。

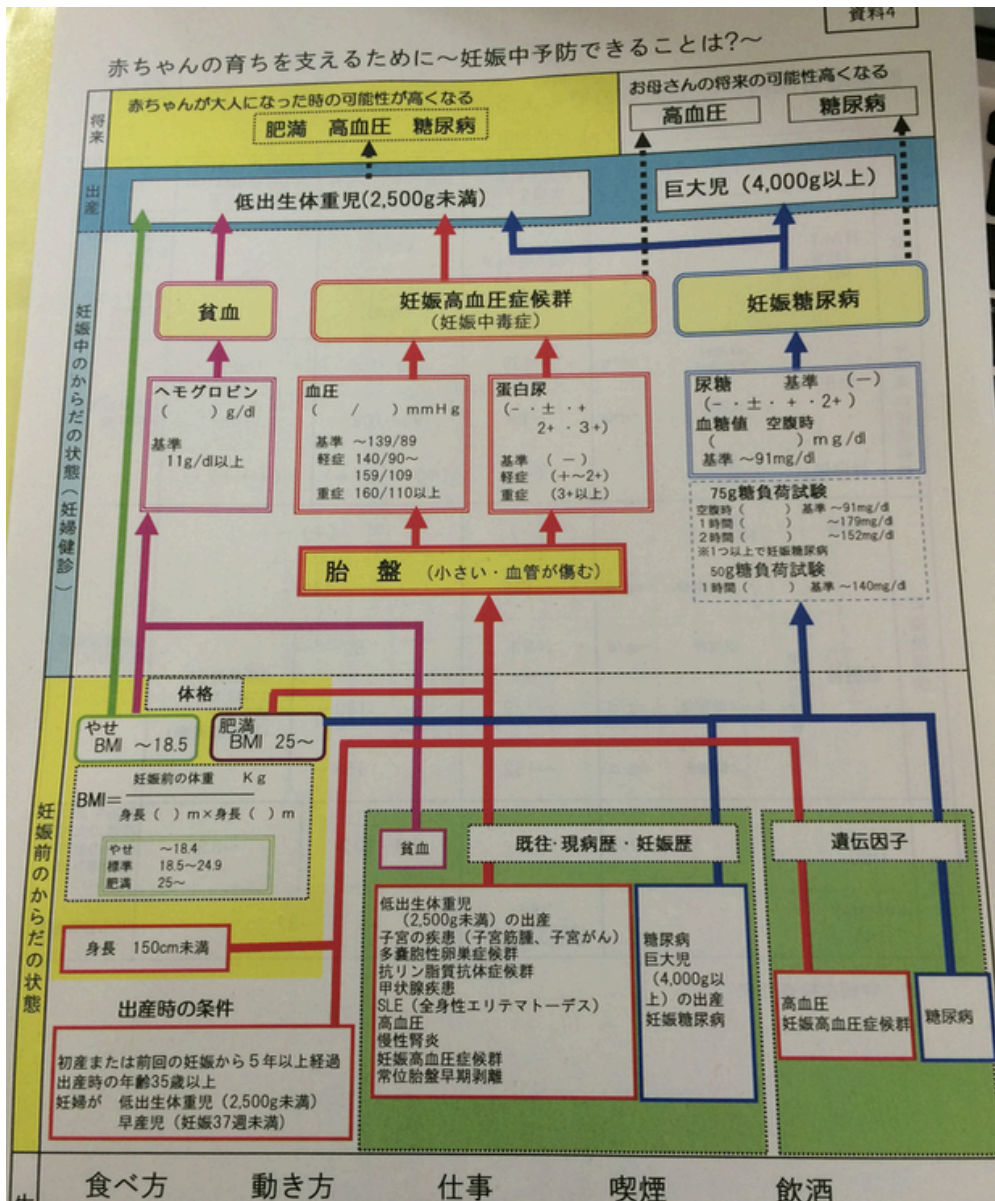


図 12 水俣市母子保健介入指導ツール (一部)

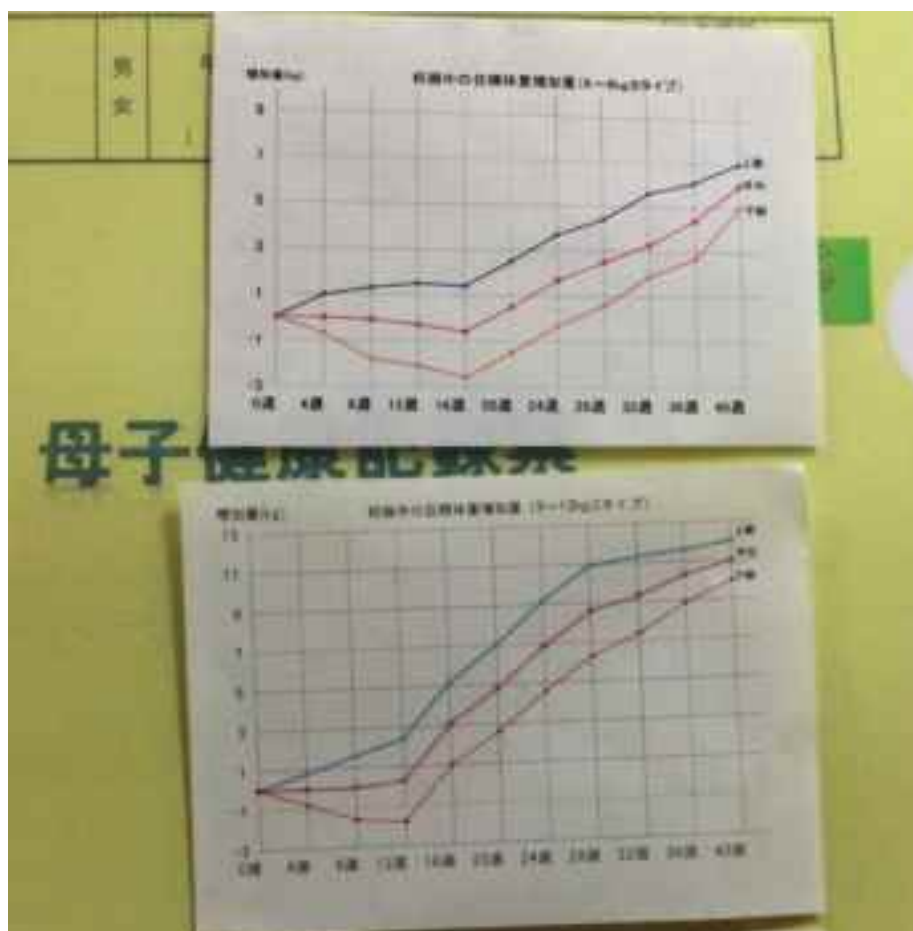


図 13 水俣市母子保健介入指導ツール（一部）

2014年度から行っている妊娠初期の保健介入指導は、これらツールを用いて、30分は保健師から、妊娠経過と適正な体重増加量、妊娠中の貧血予防、妊娠中の注意する疾患（高血圧、糖尿病）について、アルコールと喫煙、生活習慣などの保健指導が行われ、その後30分は栄養士から妊娠中の栄養指導が行われている。その結果、2015年度に出産した女性のうち低出生体重児を出生したのは前年度から4%減少し、10.5%であった。しかし、その減少の詳細な要因や影響は未だ明らかになってはいないので、今後水俣市にカルテ開示申請をし、継続的に水俣市の母子カルテデータ（母子健康記録表）の二次解析を行い、介入の効果があつたのか、保健指導の介入の効果と弊害がないかどうかを明らかにしていく予定である。

さらに今後は、現在使われているツールを、水俣市の保健センター保健師、栄養士と共に「未来のいのちである胎児を宿す子宮は最初の環境である」メッセージが込められた食事指導を含む妊産婦保健指導パッケージ「水俣モデル」を開発・構築し、その横展開を図り、環境汚染被害地域の風評被害を軽減したい。

3.1.3. 水俣市から発信する「子どもと女性の健康増進を推進するための健康都市提言」と「環境資源と健康を組み合わせた健康教育モデルの構築」の提案

本研究により、水俣市の保健師は、過去の公害経験から「環境を汚すことは未来の命である胎児を汚染することになる」という胎児性水俣病患者からのメッセージを強く抱き、健康支援を実践していることが3年間のヒアリングで明らかとなった。さらに、水俣市が考える「子宮は生命の最初の環境である」というメッセージは、現在、厚生労働省が進めている「新健康フロンティア戦略」の中でも「女性が生涯を通じて健康で明るく、充実した日々を自立して過ごすためには、女性の様々な健康問題を社会全体で総合的に支援する必要あり、女性の健康に関する普及啓発を推進する」女性の健康づくりとしての国民運動にも必要なメッセージであるとも考えられた。

さらに、水俣市は日本で初めて**婦人会**が結成され、本調査が行われた2018年度に**水俣市地域婦人会創立130周年記念式典**が開かれた。





水俣市地域婦人会、会長・棚橋康子さんは、130年式典にて「130年の歴史は多くの女性の汗と涙を秘めており、先輩への感謝を胸に時代から必要とされる**婦人会**として、しなやかに活動していきたい」と挨拶している。さらに、この婦人会は、水俣の文豪徳富蘇峰の提言「女性よ！新しい時代に乗り遅れないように、もっと勉強を！」に呼応して創立された事も調査で明らかとなった。水俣市が現在抱える女性の健康課題解決には今後、1)「妊産婦の健康改善」、2)「女性健康支援プログラムの検討」、3)「日本初の婦人会女性の活用」を柱とした「子どもと女性の健康増進を推進するための健康都市提言」をすることを提案する。具体的施策については、今後、水俣市と共に考えていく予定である。



図 14 「子どもと女性の健康増進を推進するための健康都市提言」の提案

2)女性健康支援プログラムに関する一つの案は、水俣市観光課が2017年度より進めている女性向け観光事業“アクティ部みなまた”＝「環境」と「健康教育」のコラボレーションである。水俣市は、熊本県の南端に位置し、不知火海に面するマリンスポットやトレッキングが楽しめる山、海と山に湧き出す温泉など、気軽にアウトドアが楽しめるスポットが点在しており、水俣市は『熊本県水俣市じゃらん』を通して“アクティ部みなまた”をテーマに、季節ごとにオススメのアクティビティツアーを紹介し、自然豊かな水俣市の魅力を伝えるとともに、水俣市での新たな休日の過ごし方を提案しているものである。

環境モデル都市水俣ヨガ健康プログラム（案）

水俣市民やアクティビティなまた”参加者に対して「ヨガ」をインターフェイスとしたイベントや環境・健康プログラムを検討し提供。

市内にヨガスポットを作り、その場で健康意識の喚起、モチベーション向上を目的としたリコメンド、クーポン、イベント開催等を水俣市と慶應義塾大学と参画企業で実施する。

水俣市民
健康無関心層
とマス



健康無関心層へのヨガをインターフェイスにしたマーケティングアプローチによる態度変容促進
⇒健康需要の掘り起こしと込客

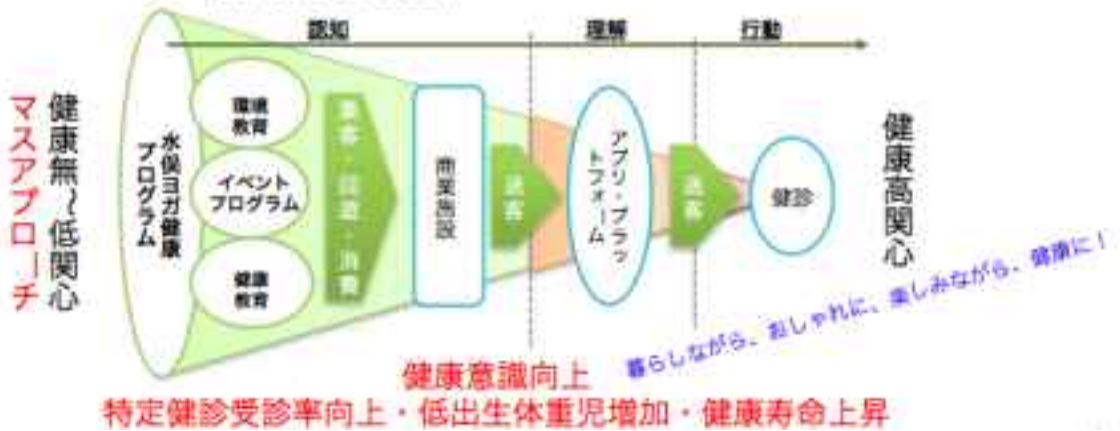


図 15 環境都市水俣ヨガプログラム（案）

女性の健康が維持増進されることは、健康寿命の延伸につながるのみならず、女性の社会参加を後押しし、社会・経済活動の活性化に寄与すると考えられる。「子宮は生命の最初の環境である」ことを考えた保健指導介入を実践している水俣市だからできる子どもや女性の健康支援や保健指導介入・提言は我が国の政策提言に資する価値があると考えられる。

3.2. 市民意識の変化を活用した人材育成

環境政策において環境に関する国民意識の向上は重要であり、その牽引者を環境汚染被害地域で育成することには意義がある。本節では、水俣環境デジタルアートイベントの企画運営をとおして人材育成活動を行った事例について述べる。

3.2.1. 水俣環境デジタルアート

前章で述べたように、環境汚染被害を受けた地域では住民の間で環境に対する意識が高くなる。水俣市も例外ではなく、住民の環境意識は非常に高い。しかし一方で、公式確認から60年以上が経過した水俣市では、既にその意識の高さは住民の間では当たり前のものであり共有されており、自分たちの環境意識が高いという認識がない。若い世代に至っては、他の地域を知らないこともあり、回りの大人たちが環境に配慮しながら生活していることが常識となっている。このことは、当たり前のように環境に配慮した生活ができるという面では素晴らしいことである。しかし一方で、そのような意識の高い街に暮らしているというような住民の自信にはつながらない。

また一方で、環境汚染を防ぐためには環境のモニタリングが重要であるが、環境汚染被害地域においては一度汚染を経験していることからくる行政に対する不信感もあり、行政のモニタリング結果をそのまま受け入れられない現状がある。そこで、市民にも可能な簡易なモニタリングによって大まかな身の回りの環境を把握し、行政によるより精密な計測結果との乖離がないことを知ることで、いわば官民連携した環境モニタリングが可能となると考えられる。

これらの問題を解決すべく、本研究では水俣高校と共同で「水俣環境デジタルアート」を企画した。水俣環境デジタルアートでは、次のようなことを目的とする。

- 市民がモニタリングに参加することにより、環境汚染被害地域において信頼できる官民が連携した環境センシングプラットフォームを作る。
- 環境を計測した結果をデジタルアートとして表現することにより、一般市民にも楽しんでもらえるものとする。
- デジタルアートという話題性を提供することにより新たな水俣のシンボルとし、外の人にも興味を持ってもらい、観光誘致などにつなげていく。
- 環境を継続的に計測することによってデータを蓄積し、環境汚染被害地域の研究フィールドとしての価値を高める。
- 環境デジタルアートの製作を通して、デジタルネイティブと言われる次世代を担える若い人材を育て、特に環境に関するリーダー的存在を排出する。

また、水俣環境デジタルアートの実施に当たっては、できる限り水俣のものを活用することとした。水俣のものを活用することによって、高校生が地元の余り知られていない資源を発掘し、水俣の理解や広報に役立てる狙いがある。

3.2.2. 水俣環境デジタルアートの歩み

水俣環境デジタルアートのプロジェクトは2016年秋に開始した。第1回は、水俣高校と慶應義塾大学湘南藤沢キャンパスを遠隔会議システムで接続し、2016年11月1日にワークショップを開催し

た。この時は、慶應義塾大学の学生がデジタルアートについて高校生に対して説明する回とした。その様子を下記に示す。



第2回のワークショップは2016年12月13日に開催された。この回は水俣高校からの企画提案とし、それまでに水俣高校側で学びの時間をとって、水俣における環境計測の意味、水俣の資源、水俣を盛り上げるための方策などについて予め検討をしてもらった。高校生はこの中で、普段当たり前だと思っていることを他の人にうまく伝えるための方策などについて学んだ。

2017年2月4日および5日には、慶應義塾大学の学生が水俣市に行き、デジタル機器を使ったデータ収集とその表現方法についてワークショップを行った。ワークショップの内容は下記のようなものであった。

2017年2月4日（土）

9:30-10:00	自己紹介とグループ分け
10:00-10:30	本ワークショップの目的と導入
10:30-12:00	デジタル DIY プラットフォームを使ったセンサー情報の収集①
12:00-13:00	昼休み
13:00-14:00	インターネットの仕組み
14:00-15:00	イーサネットケーブルの作成
15:00-17:00	2組のデジタル DIY プラットフォームを使ったセンサー情報の送受信②

2017年2月5日（日）

9:30-12:00	スマート IoT 照明などを使ったデジタルアートの制作③
12:00-13:00	昼休み
13:00-14:00	IoT プラットフォームの紹介
14:00-16:00	夏に向けてのディスカッション
16:00-17:00	ラップアップ

ここで、水俣高校の生徒たちは、実習をとおして環境を計測するための仕組みについて学び、夏に企画されている水俣環境デジタルアートに必要なスキルを身に着つけた。ワークショップの様子を下記に示す。



2月の実習を踏まえ、2017年5月2日と6月13日にもワークショップを実施した。ここでは、実現可能な範囲でのアート作品を検討し、実際に実施するものを決定した。

その上で、2017年8月4日に水俣市もやい館講堂にて水俣環境デジタルアートイベントを開催した。

3.2.3. 水俣環境デジタルアートイベントシステム概要

2017年8月4日に開催した水俣環境デジタルアートイベントについて述べる。それまでの遠隔でのワークショップなどを通して、水俣環境デジタルアートイベントでは、光のアートのコンセプトの下、次のような3つの作品を制作することとなった。

1. 竹あかり

水俣の竹を用いた竹あかりを制作する。竹あかりの中に入れる明かりはLEDろうそくとし、一部はセンサーに連動して色や点滅などの光り方が変化する。光の中をあるくことで、普段感じることをできないセンシングした値を感じることを可能とする。

2. スクラップアート

水俣で廃棄された廃材を使い、影絵を制作する。影をつけるための明かりはプロジェクターを用い、センサーから取得したデータによってプロジェクターで表示させる明かりを変化させる。

3. 影絵

いわゆる影絵であるが、影絵を光らせるための明かりにIoT照明を用い、センサーと連動して色を変化させる。

システムはセンサーユニット、サーバー、アクチュエータユニットから構成される。センサーユニットは図 16の様な構成をしており、気温湿度センサー、PM2.5センサー、騒音センサー、UVセンサー、気圧センサーが搭載される。また、センサーで取得したデータは3Gを介してインターネット経由でサーバに送信される。

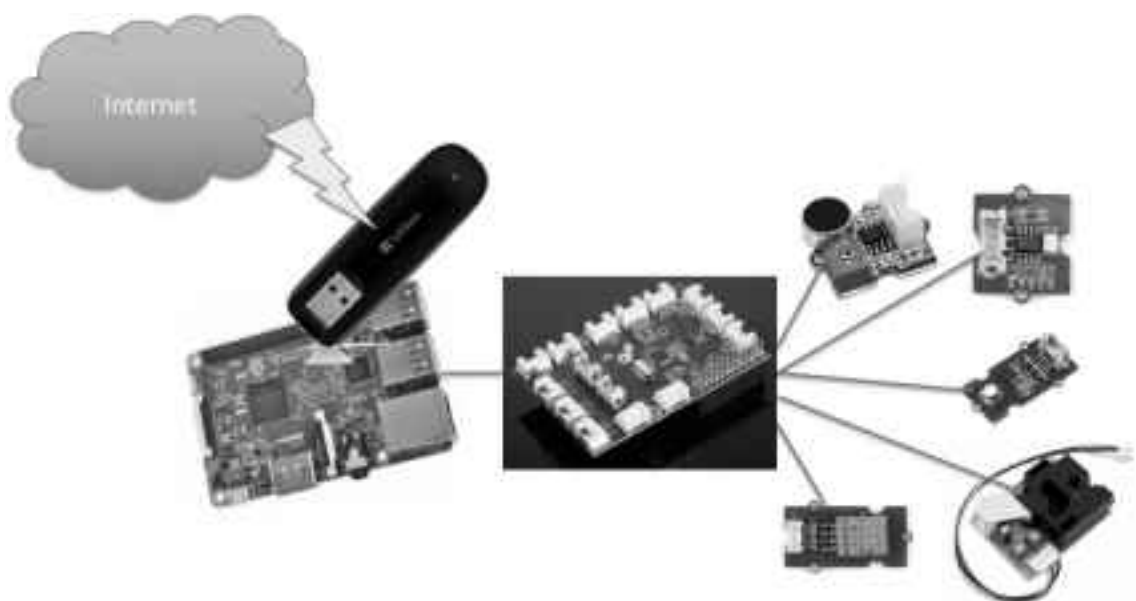


図 16 センサーユニットの構成

実際に設置されたセンサーユニットを図 17に示す。



図 17 実際に設置されたセンサーユニット

また、アクチュエータユニットは3種類用意した。1つめはLEDろうそくユニットである。LEDろうそくユニットは、Arduino互換機で制御されており、サーバからデータを取得し、それに応じてLEDの光り方を変える。LEDろうそくユニットのシステム構成を図 18に示す。

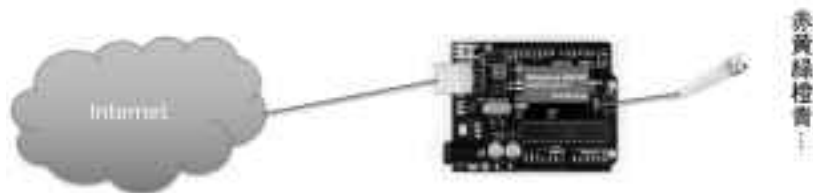


図 18 LED ろうそくユニットの構成

2つ目は、スクラップアート用のユニットである。スクラップアート用ユニットはRaspberry Piで制御されており、LED同様にサーバからデータを取得すると、そのデータに合わせてディスプレイの表示を変化させる。



図 19 スクラップアートユニットの構成

最後のユニットは、影絵に用いるIoT照明ユニットである。IoT照明ユニットの構成も他のアクチュエータユニットと大差はないが、制御用ArduinoからコントロールするのはIoT照明のコントロールユニットであり、そこからBluetoothを用いて実際の制御が行われる。



3.2.4. 水俣環境デジタルアートイベント

前節で説明したシステムを用いて、2017年8月4日に水俣市もやい館講堂で、約30人の水俣高校の高校生と、8人の慶應義塾大学の大学生、12人のASEANの大学の大学生が参加して、水俣環境デジタルアートイベントを実施した。

イベント準備段階では、それぞれの学生を3つのチームに分割し、互いに学びあいながら準備を進めた。準備の様子を次の写真に示す。これは、竹あかりを製作中の生徒、学生たちである。



準備のあと、一般市民を招待して、水俣環境デジタルアートイベントを開催した。その様子を次に示す。





本プロジェクトでは、環境計測やICTなどの技術を学ぶと同時に、環境について高校生から大学院生、日本とアジアという多様なメンバーで考える機会を提供した。教育は成果がでるまでに時間がかかることから、本研究のなかでその成果の評価はできないが、このような活動から環境問題解決を牽引する次世代のリーダーが巣立つことを期待したい。

3.3. 市民意識の変化を活用した環境産業の育成

3.3.1. 水俣市中山間部の土地利用変化と人々の生業

3.3.1.1. 対象地域

水俣市久木野地域は、旧葦北郡久木野村に相当し、1956年の合併により水俣市に編入された。その久木野地区の中でも棚田景観が優れていることで知られる寒川川流域（以後、寒川流域）を対象とし（図 20）、約100年間の土地利用の変化を明らかにした。



図 20 美しい棚田を持つ寒川流域

寒川流域の範囲を決定するために使う尾根線の抽出には、地形指標であるTPI（Topographic Position Index）を使用した。TPIとは、各セルの標高値とその周辺セルの標高値との差と定義され、このTPIが高い値（正）であれば周辺よりも標高が高い尾根部であることがわかり、低い値（負）であれば周辺よりも標高が低い谷底部であることがわかる [22]。

$TPI = DEM - \text{FocalMean (Circle、半径 } R \text{ は任意に設定)}$

本研究では基盤地図情報より5mメッシュのDEMデータを使い、IDWにより作成したラスターを利用した。近傍解析を行い周辺セルの標高平均値を算出し、算術演算を行ってTPIを計算した。こ

のTPIラスタースタイルを地図上に投影しそれをもとに、尾根線を抽出し、研究を行う対象範囲を決定した（図 21）。

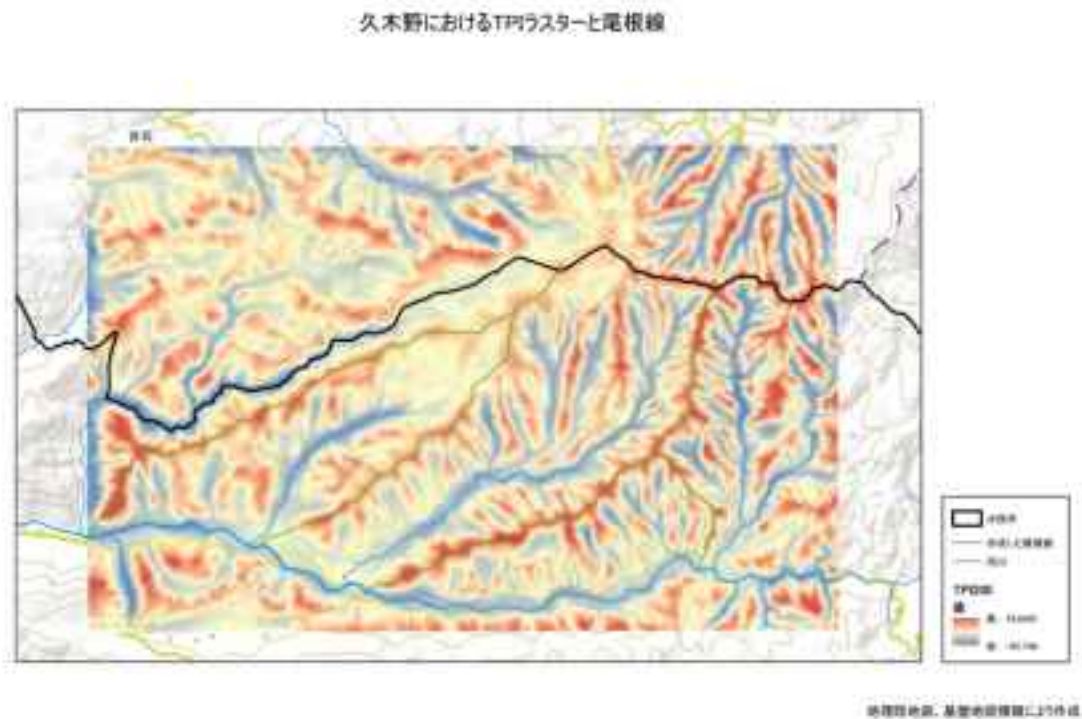


図 21 久木野における TPI ラスタースタイルと尾根線

3.3.1.2. 土地利用図の作成

本研究では、対象地域における大まかな土地利用の変化を見るために、国土地理院発行の旧版地図（1904年発行）、環境省生物多様性センター発行の植生図データ第3回調査（佐敷1/50,000）と第6、7回調査（大関山1/2,500）を使用した。植生図の調査年に関してはそれぞれ1984年、2005年である。

土地利用図の作成においては、土地利用をそれぞれの地図記号、植生などから1.植林地、2.混交林、3.広葉樹林、4.草地・ササ地、5.水田、6.その他の6種類に分類した。

旧版地図に関しては、GIS上で基準点を用いてジオリファレンスを行い、そのうえで地図記号、植生界などをもとに土地利用ポリゴンを作成した。その際、建物が密集して多く存在し、他の地図記号が無い範囲を都市的利用として判断し「その他」に分類した。それ以外に関しては地図記号に準じてそれぞれの土地利用に分類した。

佐敷1/50,000植生図に関しては、植林地（スギ・ヒノキ植林）を「植林地」に、常緑樹林（イスノキウラジロガシ群集）（シイ・カシ萌芽林）を「広葉樹林」に、耕作地（水田雑草群落）を「水田」に、市街地（市街地）、耕作地（畑地雑草群落）をその他に分類した。

大関山1/2,500植生図に関しては、植林地（スギ・ヒノキ・サワラ植林）を「植林地」に、常緑樹林（イスノキウラジロガシ群集）（シイ・カシ二次林）、河辺林（ヤナギ高木群落）を「広

葉樹林」に、耕作地（水田雑草群落）（放棄水田雑草群落）を「水田」に、市街地（市街地）（造成地）（開放水域）、耕作地（畑地雑草群落）、竹林をその他に分類した。

また、2016年2月7日に固定翼型ドローンeBeeを用いて、寒川流域の中でも水田が卓越する下流部において、空撮を行った。得られたデータをPhotoScanにより合成し、オルソ画像を作成した。

2017年8月21日から27日にかけて地域住民を対象にヒアリングを行った。また同時に文献や書籍などでの資料の収集を行った。

3.3.1.3. 結果

作成した土地利用図を図 22、図 23、図 24に示す。



図 22 寒川流域における土地利用図（1904年）

寒川流域における土地利用図(1984)

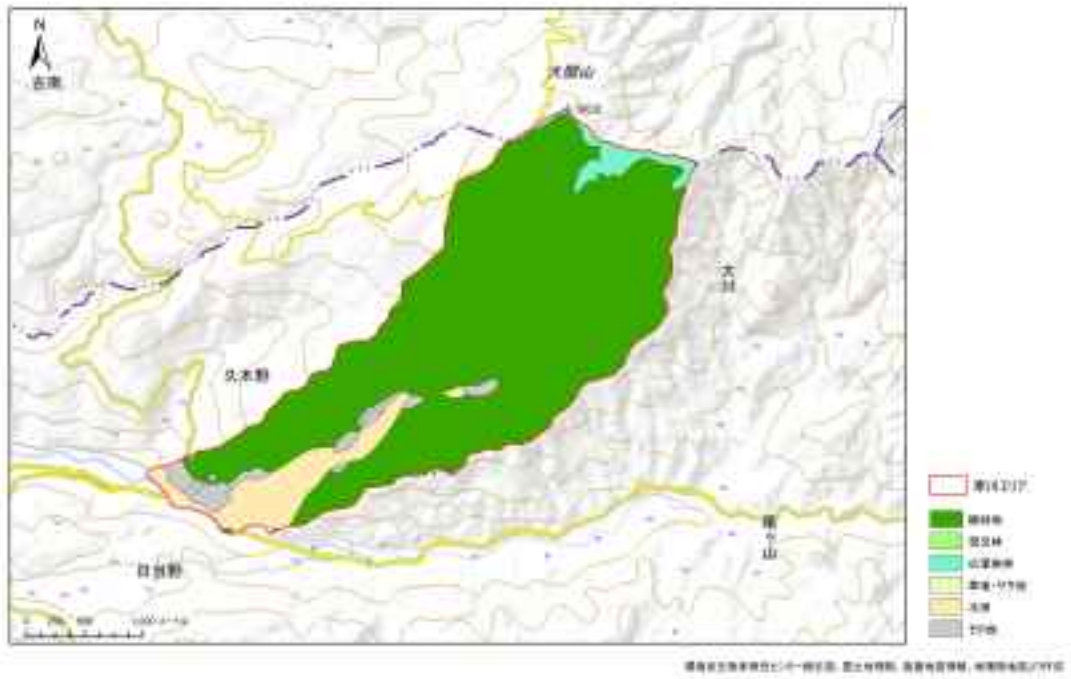


図 23 寒川流域における土地利用図 (1984 年)

寒川流域における土地利用図(2005)

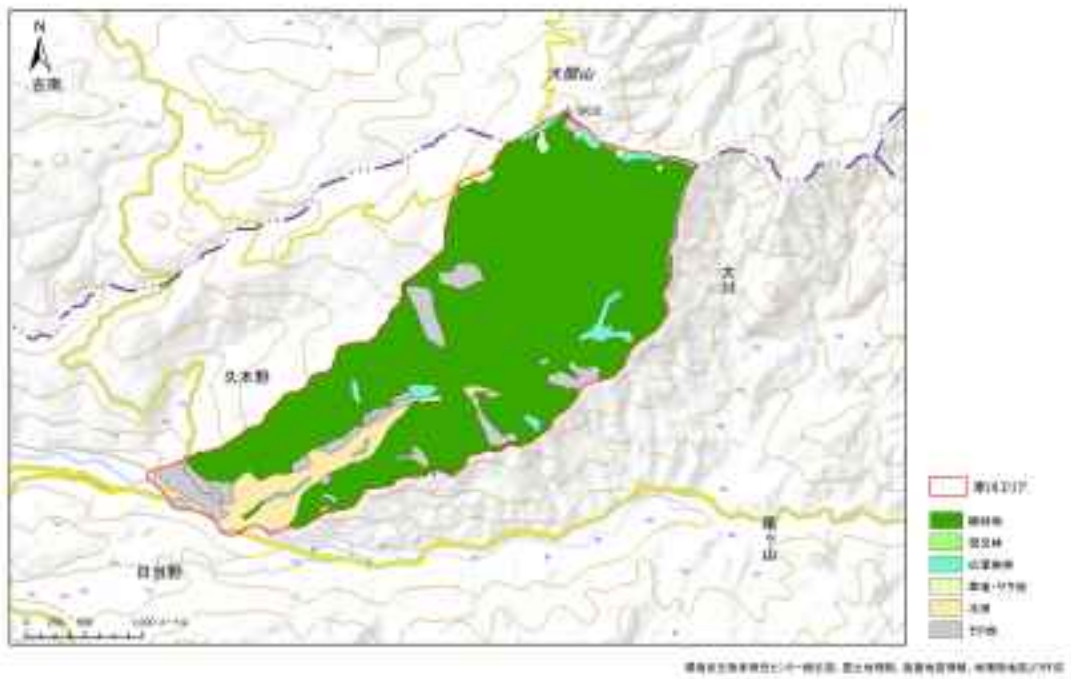


図 24 寒川流域における土地利用図 (2005 年)

1904年には面積のほとんどを占めていた混交林と広葉樹林は1984年にはそのほとんどを植林地にとって変わられてしまっている。これは大正時代から行われていた村有林の人工造林や戦後の拡大造林の影響だと考えられる。そのため自然林と呼ぶことのできる森林は市町村境界の尾根付近にしか残されていない。そして1904年にところどころ見ることのできた草地・ササ地は姿を消し、植林地や水田として利用されている。

土地利用の変化を面積で見ても（図 25）か、面積で見ても混交林と広葉樹林が植林地にとって変わられていることがわかる。また、草地・ササ地が1904年から1984年にかけて消滅した一方で、水田は増加している。

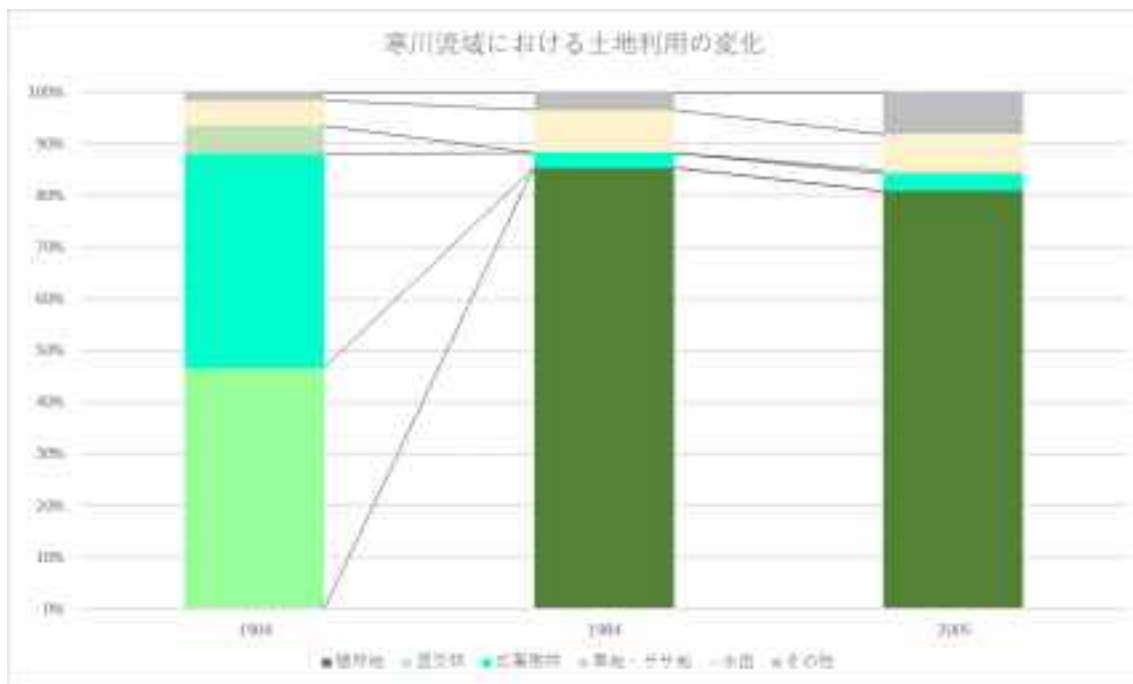


図 25 寒川流域における土地利用の変化

また、1984年から2005年にかけて植林地が減少し、その他が増加している。これはかつて植林された樹木が伐採適齢期を迎え徐々に伐採され始めているのではないかと推測できる。

ヒアリングでは、「久木野村は、大正時代から植林を行っていた。」という話を聞くことができた。この地域が村有林の人口造林を大正時代から行っていたことは新水俣市史 [23]からもわかる。

そして、久木野村の水俣市編入時の文書に「久木野村は二億六千万円の基本財産（山林）を有し年間五百万円程度を恒久的二伐採売却し得るので将来に亘り村財政に関する限り健全財政を維持できる [24]」という記述があり、久木野における人工造林はうまくいったという様子がわかる。

また、山野線が廃止となりどのような久木野が変わったのかということに対して、「それでもう完全に風景が変わってしまった。それまではそこに汽車が行き来していたし、そこに土場があって木材が置いてあった。」という話を聞くことができた。久木野の賑わいの象徴である駅の風

景に土場があることから、村有林の人工造林や戦後の拡大造林などで久木野の林業が安定し、久木野を林業が支えていたことがわかる。

しかし近年の植林地の様子は異なり、「林業は大川林業があるが、個人でやっている人はほとんどいない」、「今は切り後に植林してない」という。日本の林業の低迷に伴い、久木野における林業も低迷にあえいでいることがわかった。



図 26 寒川流域下流部の空中写真

1984年から2005年にかけては水田が増加しているとの結果になったが、2016年に撮影した空中写真を判読すると、水田のうち、山際に位置するもの、面積が小さいもの、北斜面に位置するものの多くは、耕作されていないことがうかがえる。その一部は完全に耕作が放棄されている。寒川流域の棚田はその美しい景観で多くの観光客を集めるようになっているが、景観の維持は容易ではないことが予想される。

また、今回の空撮は、農地を中心に行ったために周辺の植林地については情報が限られているが、北側の植林地では近年の台風被害で多くの風倒木が生じている様子が判読できる。植林地の維持管理の問題がこの狭い範囲の空撮からもうかがえる。

3.3.1.4. 考察

この100年間に於いて、寒川流域の土地利用は劇的に変化してきた。混交林や広葉樹林が植林地へと転換され自然林が姿を消した。草地・ササ地としての利用がされなくなった。これは、ヒアリングにあるようにいわゆる拡大造林以前からこの地域では造林を進めてきたこと、つまり林業が薪炭を中心とした燃料としての林業から資材としての林業に移行したということである。同時に、肥料や飼料、燃料、資材として価値があった草地の役割がなくなり、一部は林地に、一部は農地に転換された。農地の多くは水田として以前より集約的な稲作が行われるようになったことが推察される。いわゆる減反政策以降、日本の稲作も縮小されていくわけであるが、本研究対象地においても1984年から2005年にかけて水田は減少していた。さらに、2016年の空撮画像からも耕作放棄地、休耕地が条件不利地において増加している様子が見えてきた。

戦前は徐々に、戦後の拡大造林で急激に増加したであろう植林地の樹木は伐採適齢期を迎えている。しかしながら林業をあきらめ森を手放したり放置したりする人々が増えている。ヒアリングから、かつて久木野に駅があった時代は賑わいがあったという話をよく聞くことができた。それを支えていた一つである林業はこの100年の久木野の土地利用の中で特に大きな変化をもたらしたものである。そして今抱えている一つの大きな問題でもある。

今回対象とした寒川地域が抱えている人口減少、高齢化に伴う林地と農地の管理低下、放置は、日本全国の農村地域共通の課題である。担い手が減少する中で、これまでと同じ方法で、同じ空間を維持管理することはできない。一方で、造林地と農地の拡大は、人為的な影響が大きく高まった時期があったことも意味する。今回の研究では、100年前の地域の人々の自然資源利用についてあまり明らかにできなかったが、100年前には様々な資源利用が地域内で持続的に行われてきたことが予想される。それらが燃料革命や化学肥料の導入などにより、集約的な林業、農業に転換してきたと考えられる。このような長期的な視点に立てば、過度な人為的な介入が低下することは、自然資源にとって悪いことではなく、むしろポジティブに捉えるべきだろう。逆に、多くの労力が投入できない中で、どのように自然資源と景観を管理するのか、その方法を編み出していかなければならない。

3.3.2. 水俣市域におけるバイオマス発電の可能性

バイオマスなどの地産の再生可能エネルギーを活用する方策についても、東北などの先進地を訪問しつつ、水俣で可能な具体的な取り組み案を検討し、関係者に提案する、いわば参与観察を行っている [25]。これについては、まだその採否の判断が得られていないので、研究成果とするには時期尚早であり具体的な内容は割愛せざるを得ない。しかしながら、出力規模で言えば、1 MW以下の小規模なものであれば、市内の資源で十分賄え、市内の資金循環の流れを作ることにも可能であり、また、チッソの余剰な水力発電電力を、小売り事業者を介して市役所が利用することも大いにフィージビリティがあり、これも資金の地域内での循環に貢献する実行可能な取り組みと思われる。今後の地元の引き続きの観察と、事業化した場合のその成果の測定などが望まれる。

3.4. 社会変容の活用

3.4.1. 医療資源の活用

文献 [16]によると、図 27に示すように、水俣市の医療需要予測は2020年以降、落ち込んで行くことが予想されており、今後医療余りを引き起こす可能性が高い。水俣市はそもそも潤沢な医療資源をもっているが、今後医療需要の減少がおきると、現在の救急医療体制などの維持が難しくなることが予測されている。実際、国の政策においては医療圏の再編がはじまっており、市の医療機関へのヒアリング結果によると水俣市の病院にもその圧力がかかっている。このままでは、全国の医療の再編の流れに流されることとなり、現在の強みである水俣の医療資源そのものが衰退する危機に瀕している。

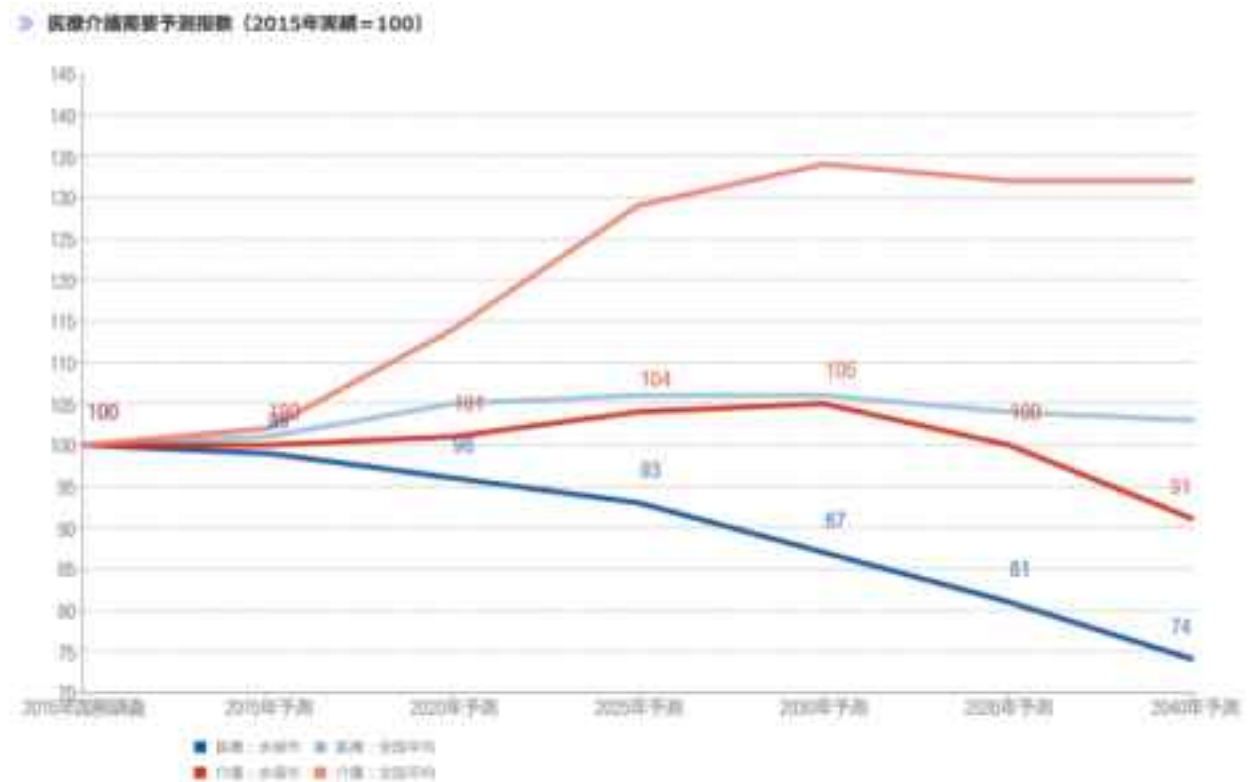


図 27 全国と水俣市の医療介護需要予測指数（ [16]より引用）

数少ない市の強みをみすみす失うわけにはいかない。その為、水俣市は早急に医療を活用した市の再生計画を立案すべきである。充実した医療と自然環境を売りにした街づくりを行い、リタイアしたてのまだ働ける世代を呼び込み、流入人口を増やす施策などが考えられる。これによって、人口減少の速度を低くし、住民が増えることで街の活性化を図ることができる。また、医療の充実によって流入する人口は高齢者が多いと考えられるが、それでも親戚による訪問などを期待することができ、観光業の伸びを期待することもできる。