

第3章 モデル地域での解決方策の妥当性

第2章では、中国圏域の特性を踏まえて設定した地域分類に即し、中枢中核都市のモデルとして広島市の都心部、地方中小都市のモデルとして津山市を設定した。本章では、この2つのモデル地域について、地域の特性、各市の施策の検討・実施状況などを踏まえ、両市における低炭素・循環型の圏域構造づくりに資する施策を想定し、その効果や課題を検討する。

なお、本モデル地域での解決策の検討は、今後の中国圏域のあり方の検討の参考とするために、中国地方整備局の責任のもと行っているものであり、効果等の分析はあくまでも中国地方整備局独自の試算である。



中国圏域におけるモデル地域（広島市および津山市）の位置図

3.1 中枢中核都市モデル

3.1.1 ケーススタディの位置づけ

2. 6において紹介した「都道府県別エネルギー消費統計」及び「全国市区町村自動車CO₂表示システム」によれば、我が国の総CO₂排出量のうち、都市における各種の社会経済活動が大きく影響する民生部門、運輸部門の排出量は、約半分を占めている。

このため、地球温暖化対策に取り組むに当たっては、機器の性能向上や省エネ機器の導入などの個別・単体の対策のみでは一定の限界があり、土地利用施策、都市交通施策、都市緑化施策などの都市施策の役割が重要と指摘されている。

我が国の都市の実態を見ると、環境負荷という観点から以下のような分野で課題があると考えられる。

1) 交通・都市構造分野

～薄く広がった市街地構造と自動車に依存した都市交通体系～

我が国の都市は、密度の低い市街地が広く広がった都市構造で形成された都市が多く、結果として、交通手段を過度に自動車に依存せざるを得ず、移動距離も長距離化する傾向があり、CO₂排出量の増大に繋がっていると考えられる。

2) エネルギー分野

～都心部等における非効率なエネルギー利用～

一定の集積が見られる地区・街区においても、個別建物毎に冷暖房が行われるとともに、地区内あるいは近隣地区に賦存する低未利用エネルギーや、再生可能エネルギーが十分活用されていないなど、面的なエネルギー利用の効率化が十分に図られておらず、CO₂排出量の増大に繋がっていると考えられる。

3) みどり分野

～都市における熱環境の悪化（ヒートアイランド現象）～

都市内に緑が十分確保されていないとともに、冷房、自動車からの人工廃熱、舗装等による地表面の覆蓋や建築物等による風の道の阻害などが要因となり、都心部等でヒートアイランド現象、ひいては夏期の冷房によるエネルギー消費の増大が発生していると考えられる。

中国圏の各都市においても上述の状況は例外ではなく、例えば都市交通について言えば、全国に比べても自動車分担率が高いなどの状況にあり、各都市の特性に応じた都市環境施策を明らかにし、その導入を促進することが必要である。

本ケーススタディは、中国圏における中枢中核都市のモデル地区として、広島市都心部を設定し広島市が構想・検討中の施策の効果を検証しつつ、中国圏の他都市への適用可能性等について検討を行うものである。

3.1.2 広島市における実施・検討・構想中の都市環境施策

本項においては、検討の前段として、広島市における実施・検討・構想中の都市環境施策について体系化を行う。

1) 広島市における現状

広島市は、広島県の西南部にある県庁所在地であり、面積 905.25km²、総人口約 117 万人の中国圏最大の都市である。中国自動車道、国道 2 号、54 号などの多数の道路、国道 JR 山陽新幹線、山陽本線、可部線、芸備線等の広域鉄道、広島電鉄、アストラムラインといった市域内の鉄軌道が走っている。中国圏最大の業務商業地区を有しており、中国圏における国の出先機関・事務所も多く立地している。河川、水に恵まれており、太田川河口の三角州上に広島平野が形成されており、その平野部に都市が形成されている。

しかし、郊外の宅地開発が急速に進み、市街地が大きく拡大したことにより、移動交通の負荷が増加し、自動車に依存した交通実態となっている。また、都心部では、昭和 20 年代から 40 年代にかけての戦災復興土地区画整理事業期に建築され、更新されていない老朽化した建物が多数ある。

一方、平和記念公園、中央公園、比治山公園等の緑地を有しているが、水辺、緑の連結が不十分であり、都心部では夏季における都心部のヒートアイランド現象が進行し、快適性が低下している。

2) 広島市において実施・検討・構想中の施策

(1) 都市交通施策

郊外部における無秩序な開発の抑制や公共交通の利便性の高い都心部等への諸機能の集積などの市街地構造の改編にあわせ、公共交通の利便性の向上や、利用環境の向上などの利用促進等を図る施策。

①公共交通の利便性向上に資する施策

公共交通の整備や機能向上などによる公共交通の利便性の向上を通じて、自動車等から公共交通への移手段の転換を促進する施策。

- －路面電車の LRT 化
- －トランジットモールの導入に向けた検討
- －水上交通の拡充
- －環境に優しい自動車専用レーンの導入に向けた検討
- －次世代自動車を活用した観光資源の開発

②公共交通の利用促進に資する施策

公共交通の利便性の認識や公共交通を重視する市民意識の醸成などの各種取組により、公共交通の利用を促す施策。

- －マイカー乗るまあデーの推進（自動車から公共交通への利用転換の促進）
- －LRT 都市サミットの開催
- －都心部における循環バス運行社会実験の実施

③徒歩・自転車交通の快適性向上に資する施策

徒歩・自転車交通環境の向上による短距離移動を中心とした自動車交通から徒歩・自転車交通への転換や、公共交通との親和性の高い歩行者環境の向上による公共交通利用環境の向上などを推進する施策。

- －トランジットモールの導入に向けた検討（再掲）
- －路面標示による自転車と歩行者の視覚的分離
- －自転車走行環境整備計画の策定
- －駐輪場の整備
- －一日駐輪制度の実施
- －次世代自動車を活用した観光資源の開発（再掲）

(2) 面的エネルギー利用効率向上施策

各種の都市機能が集積し、民生部門（業務）のエネルギー消費量が多い都心部等において、地区・街区レベルでの面的対策など、エネルギーの利用効率を高める施策。

①エネルギー面的利用を推進する施策

地区内に賦存する低未利用エネルギー等を活用しつつ、エネルギーの個別利用から地域冷暖房や建物間熱融通などの面的利用に転換することにより、エネルギー消費量を大幅に削減する施策。

- －都心部における面的温暖化対策の実施
- －地域の自然資本の活用（エネルギー）

②地区全体での省CO₂型の建築物への転換を誘導する施策

老朽化ビルなど、エネルギー効率が悪い建築物の建替え等に当たり、エネルギー面的利用の促進や省CO₂型の建築物など、環境に配慮した建築物の建築を誘導することにより、エネルギー消費量を大幅に削減する施策。

- －建築物環境配慮制度（広島市地球温暖化対策等の推進に関する条例）
- －都心部におけるネット・ゼロ・エネルギー・ビルの実現に向けた誘導

③公共施設のエネルギー利用効率向上に資する施策

各種の公共施設における省エネ機器の導入や再生可能エネルギーの活用などにより、エネルギー消費量を削減する施策。

- －道路照明灯省エネ化推進事業

(3) みどり・ヒートアイランド施策

民有地緑化の推進などの都市内緑被率の向上や、風の道の創出などの、吸収源となる緑量の増大やヒートアイランド現象の緩和を推進する施策。

- －屋上等緑化促進事業（屋上等緑化の普及啓発）
- －緑化推進制度（広島市地球温暖化対策等の推進に関する条例）

- 一 民有地緑化推進事業補助
- 一 風の通り道の確保

3.1.3 分野別に見た各種施策の考察・評価と他都市への適用可能性

本項においては、分野ごとに各施策の具体的内容について想定される組み合わせ効果などを見据えつつその有効性、効果等を検証・考察するとともに、他都市への適用可能性等について検討を行う。

ケーススタディーの対象範囲としては、「ひろしま都心ビジョン」（広島市、平成17年2月）を参考に、図3.1-1に示す広島都心部とした。ただし、交通・都市構造分野の検討においては、この都心部に流入・流出する交通という観点から、より広域の移動も含めた広島都市圏での検討を行っている。



資料：「ひろしま都心ビジョン」（広島市、平成17年2月）

図 3.1-1 広島市の都心部

1) 都市交通分野

(1) 施策の概要

都市交通分野における広島市の施策の概要について、以下のとおり整理を行った。

①公共交通の利便性向上に資する施策	実施・検討状況
<p>◇路面電車のLRT化</p> <p>ー都市の活性化や都市生活の快適化に貢献する交通及び都市の魅力づくりに貢献する交通を実現するため、都市の主要な公共交通システムとなる「路面電車のLRT化」を推進する。</p> <p>【例】電車軌道敷の緑化、超低床車両(LRV)の導入、電車優先信号の設置など</p>	<p>実施中</p> <ul style="list-style-type: none"> ・広島都市圏LRT整備計画(案)(平成22年2月策定)に記載 ・広島カーボンマイナス70(平成21年11月策定)4「今後の地球温暖化対策」に記載
<p>◇トランジットモールの導入に向けた検討</p> <p>ー中心部のメインストリート等において、一般車両の通行を制限し、歩行者や自転車、公共交通機関に開放するトランジットモールの導入について、検討を行う。</p>	<p>構想中</p> <ul style="list-style-type: none"> ・広島カーボンマイナス70(平成21年11月策定)4「今後の地球温暖化対策」に記載 ・ひろしま都市ビジョン(平成17年2月策定)IV「魅力ある都市づくりの基本方向と主要な取組の方針」の2「主要な取組の方針」に記載
<p>◇水上交通の拡充</p> <p>ー河川空間を活用した水上交通の拡充を図る。例えば、水上タクシーの運行の拡充により、郊外から交通結節点までの公共交通のサービスレベルの向上を促進し、環境負荷の少ない交通体系を確立することが考えられる。</p> <p>【例】雁木を活用した水上タクシーステーションを基町環境護岸に設置し、水上タクシーの発着地点とする。</p>	<p>構想中</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ひろしま都市ビジョン(平成17年2月策定)IV「魅力ある都市づくりの基本方向と主要な取組の方針」の3「地域特性格の取組みの方針」に記載 ・「水の都ひろしま」推進計画(平成15年10月策定、平成21年3月改定)に記載
<p>◇環境に優しい自動車専用レーンの導入に向けた検討</p> <p>ーハイブリッドカー、2人乗り以上の相乗り車両やバスなどの公共交通機関といった環境負荷の小さい自動車だけが走行できる「環境にやさしい自動車専用レーン」の導入について、検討を行う。</p>	<p>構想中</p> <ul style="list-style-type: none"> ・広島カーボンマイナス70(平成21年11月策定)4「今後の地球温暖化対策」に記載
<p>◇次世代自動車を活用した観光資源の開発</p> <p>ー水素自動車や電気自動車などの次世代自動車を活用した都心部を巡る観光用の循環バスを中心に、路面電車等の公共交通機関とのスマートの連携、都心部における電動アシストサイクルを含む自転車レンタル制度の本格導入などを組み合わせた、低炭素化と都市の魅力づくりを兼ね備えた観光資源を開発する。</p>	<p>構想中</p> <ul style="list-style-type: none"> ・広島カーボンマイナス70(平成21年11月策定)4「今後の地球温暖化対策」に記載

②公共交通の利用促進に資する施策	実施・検討状況
<p>◇マイカー乗るまァデーの推進</p> <p>ー自動車から公共交通機関への利用転換を図る。</p> <p>平成 17 年度から、ノーマイカーデー運動として 9 月 22 日、23 日に実施し、平成 18 年 7 月からは、毎月 22 日を「マイカー乗るまァデー」と称し、平成 20 年 7 月から「マイカー乗るまァデー」を毎月 2・12・22 日に拡大している。なるべく自動車の利用を控え、徒歩や自転車、公共交通機関を利用するなど、環境に優しい交通行動を実践することを広く市民に働きかける取組。</p>	<p>実施中</p> <ul style="list-style-type: none"> ・広島カーボンマイナス 70（平成 21 年 11 月策定）4「今後の地球温暖化対策」に記載 ・2005 年 9 月以降実施。 ・現在、毎月 2・12・22 日実施。
<p>◇L R T 都市サミットの開催</p> <p>ー路面電車の L R T 化を進めている各都市の賛同を得て、「L R T 化の推進とその利用促進を通じて、地球環境にやさしい都市づくりを考える」をテーマとしたサミットを開催する。</p> <p>平成 21 年 10 月 30 日（金）・31 日（土）に開催</p> <p>次回、平成 23 年に富山市で開催予定</p> <p>実施中</p> <ul style="list-style-type: none"> ・広島カーボンマイナス 70（平成 21 年 11 月策定）4「今後の地球温暖化対策」に記載 ・平成 21 年 10 月 30 日・31 日実施。 ・平成 21 年 5 月 21 日・22 日に実施予定。 	
<p>◇都心部における循環バス運行社会実験の実施</p> <p>ーマイカーから公共交通への利用転換の促進を環境負荷の低減をめざし、わかりやすく使いやすいバスサービスのあり方を検討するため、平成 21 年 10 月～12 月の 3 ヶ月間、社会実験を実施。</p> <p>実施中</p> <ul style="list-style-type: none"> ・新たな交通ビジョン（平成 16 年 6 月策定）に記載 ・2009 年 10 月～12 月の 3 ヶ月実施。 	
③徒歩・自転車交通の快適性向上に資する施策	実施・検討状況
<p>◇トランジットモールの導入に向けた検討</p> <p>ー公共交通機関の利用促進</p> <p>中心部のメインストリートなどにおいて、一般車両の通行を制限し、歩行者や自転車、公共交通機関に開放するトランジットモールの導入について、検討を行う。</p>	<p>構想中</p> <ul style="list-style-type: none"> ・広島カーボンマイナス 70（平成 21 年 11 月策定）4「今後の地球温暖化対策」に記載
<p>◇路面標示による自転車と歩行者の視覚的分離</p> <p>ー安全で快適な自転車・歩行者空間を確保する。</p> <p>市中心部の幅の広い歩道を対象に、路面標示等により歩行者と自転車を分離</p> <ul style="list-style-type: none"> ・整備検討路線 延長 25.1km <p>【例】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・歩道整備（都心部全体で視覚的分離を進める） 	<p>実施中</p> <ul style="list-style-type: none"> ・広島カーボンマイナス 70（平成 21 年 11 月策定）4「今後の地球温暖化対策」に記載

③徒歩・自転車交通の快適性向上に資する施策	実施・検討状況
<p>◇自転車走行環境整備計画の策定</p> <p>－自転車都市ひろしまの推進を目指すため、自転車走行空間整備計画を策定し、計画的に自転車走行環境を整備する。</p> <p>自転車のワークショップ、自転車版交通センサス及び自転車通行帯の整備効果を検証する社会実験を実施し、自転車走行空間整備計画を策定する。</p>	<p>計画中</p> <p>・新たな交通ビジョン（平成16年6月策定）に記載</p>
<p>◇駐輪場の整備</p> <p>－受け皿となる駐輪場を整備することにより、放置自転車等の台数を減らし、安全で快適な交通環境の確保を図る。</p> <p>紙屋町・八丁堀地区や駅周辺など、放置自転車対策の必要性の高い地域から、順次、駐輪場を整備する。</p> <p>【例】・路上駐車場の駐輪場への転用</p>	<p>実施中</p> <p>・新たな交通ビジョン（平成16年6月策定）に記載</p>
<p>◇1日駐輪制度の実施</p> <p>－1営業日内であれば、複数個所の駐輪場を一回分の料金で利用できるようにすることで、駐輪場の利用促進を図る。</p> <p>－1営業日内で最初に利用した駐輪場で受け取る領収書を提示すれば、その日に限り、他の駐輪場を含め、再度駐輪場を利用する場合の一時利用料金を免除する。</p>	<p>実施中</p> <p>・新たな交通ビジョン（平成16年6月策定）に記載</p> <p>平成20年4月1日から実施。</p>
<p>◇次世代自動車を活用した観光資源の開発</p> <p>－水素自動車や電気自動車などの次世代自動車を活用した都心部をめぐる観光用の循環バスを中心に、路面電車等の公共交通機関とのスマートの連携、都心部における電動アシストサイクルを含む自転車レンタル制度の本格導入などを組み合わせた、低炭素と都市の魅力づくりを兼ね備えた観光資源を開発する。</p>	<p>構想中</p> <p>・ひろしま都市ビジョン（平成17年2月策定）IV「魅力ある都市づくりの基本方向と主要な取組の方針」の3「地域特性別の取組の方針」に記載</p>

(2) 施策の検証・考察

路面電車に代表されるように、一定程度の公共交通ストックが形成されている広島市において、社会実験の実施などのソフト施策と併せて、LRT化などの公共交通システムの高度化、専用レーンの設置、トランジットモールの導入などの魅力、定時性の向上や交通モードの拡充などの施策を総合的に講ずることは、効率的、効果的な取組としてその有効性が認識される。

加えて、トランジットモール化などの歩行者環境の向上施策は、公共交通機関から目的地までの移動抵抗を低減させ、公共交通の利用を促進するものとして期待される。また、こうした歩行者環境の整備は、都心部における歩行者流動の増大をもたらし、結果として都心部における都市機能の集積を促し、都市の魅力や市民の利便性を高めることはもとより、環境面でも、移動距離の短縮や公共交通分担率の向上などの相乗的な効果が得られることも期待される。

また、都心部が太田川の三角州に展開し、大きな高低差のない平坦な地形となっていることから、短距離移動等における自動車交通から自転車交通への転換は有効な取組と考えられる。

(3) 施策による効果の試算

7. 検討の狙い

都市圏の中心として各種都市機能が集積している中心都市の都心部では、周辺地域から出勤・通学・買物・業務等の様々な目的による人の流れが集中している。なかでも、自動車交通は、移動距離あたりのCO₂排出量が多い。

このため、ここでは、広島都市圏内から都心部に流入する、あるいは都心部から広島都市圏へ流出する交通流動に対して、自動車交通から公共交通等への転換を促進する施策を講じて、自動車交通量の削減が図られた場合に、CO₂排出量がどの程度削減されるかの目安を把握するため、試算を行うものとする。

4. 現況把握

4-1 交通ネットワーク体系の整理

次ページに、広島市都心部を中心に形成される道路及び公共交通（鉄道）のネットワーク体系を示した。

広島市においては、東西方向に、山陽自動車道や国道2号、新幹線やJR山陽本線等の広域的な交通軸が形成されている。

一方、道路網や公共交通網が密に形成されている都心部を中心として、道路や公共交通網が、放射状に広がっており、郊外部と都心部との連携に資するものとなっている。

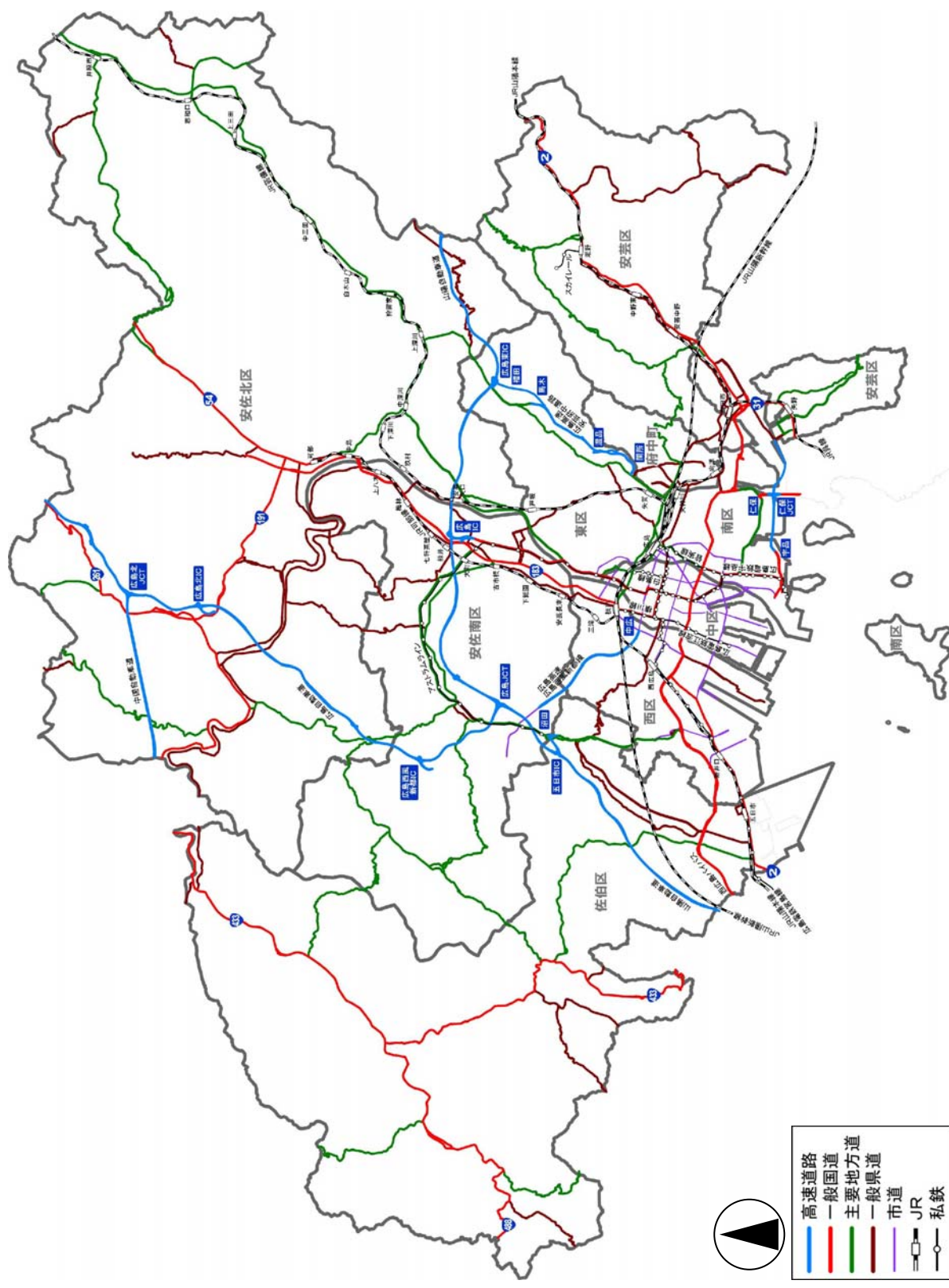


図 3.1-2 広島市の交通体系

4.-2 広島市都心部に集中する自動車交通量

平成 17 年道路交通センサスに基づき、3,000 台/日以上 of 自動車交通流動の状況を、下図のように示した。

この結果、大量の自動車交通流動は、広島市都心部に集中するものとなっており、広島市都心部における高い求心性を示している。

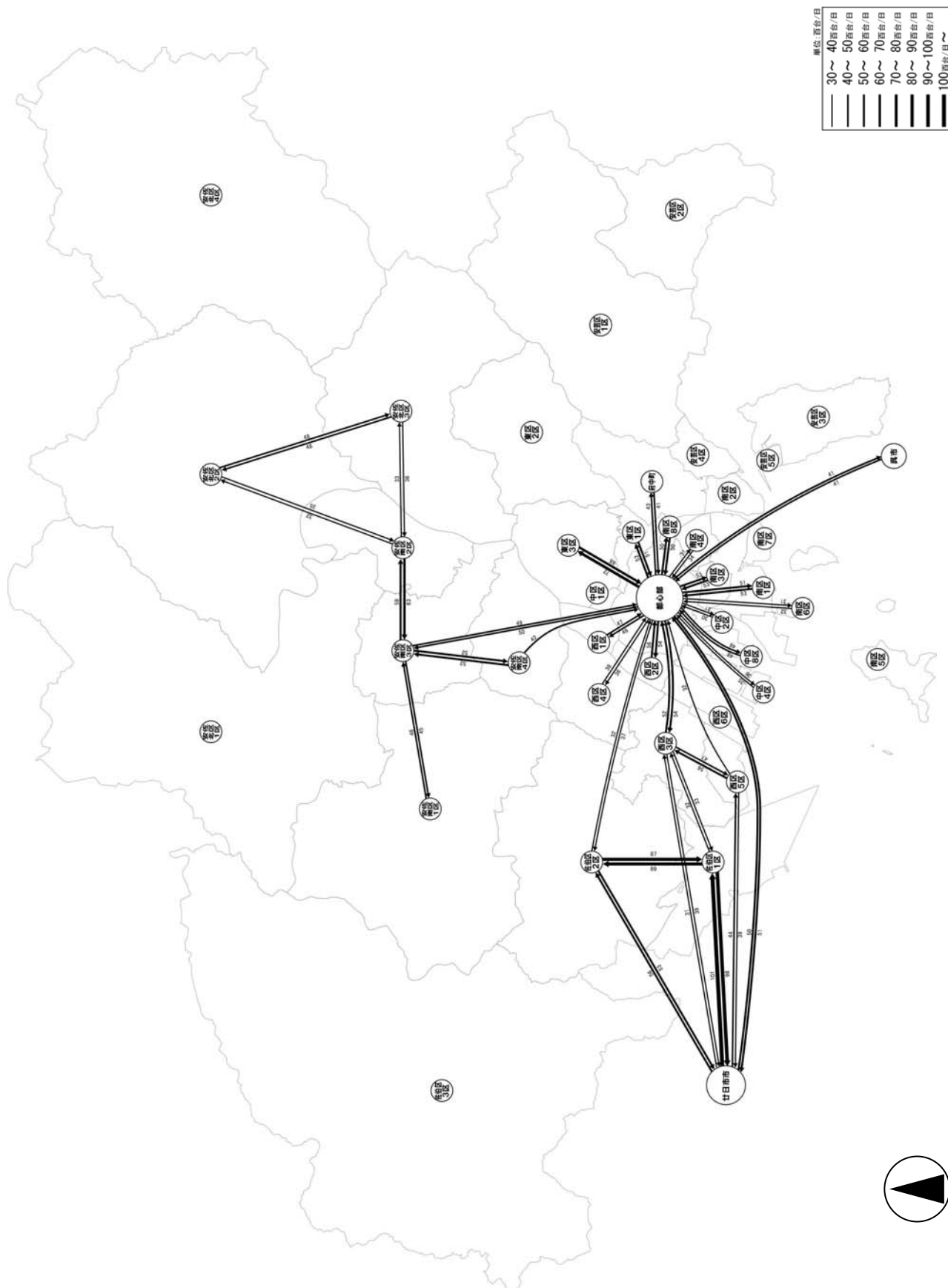
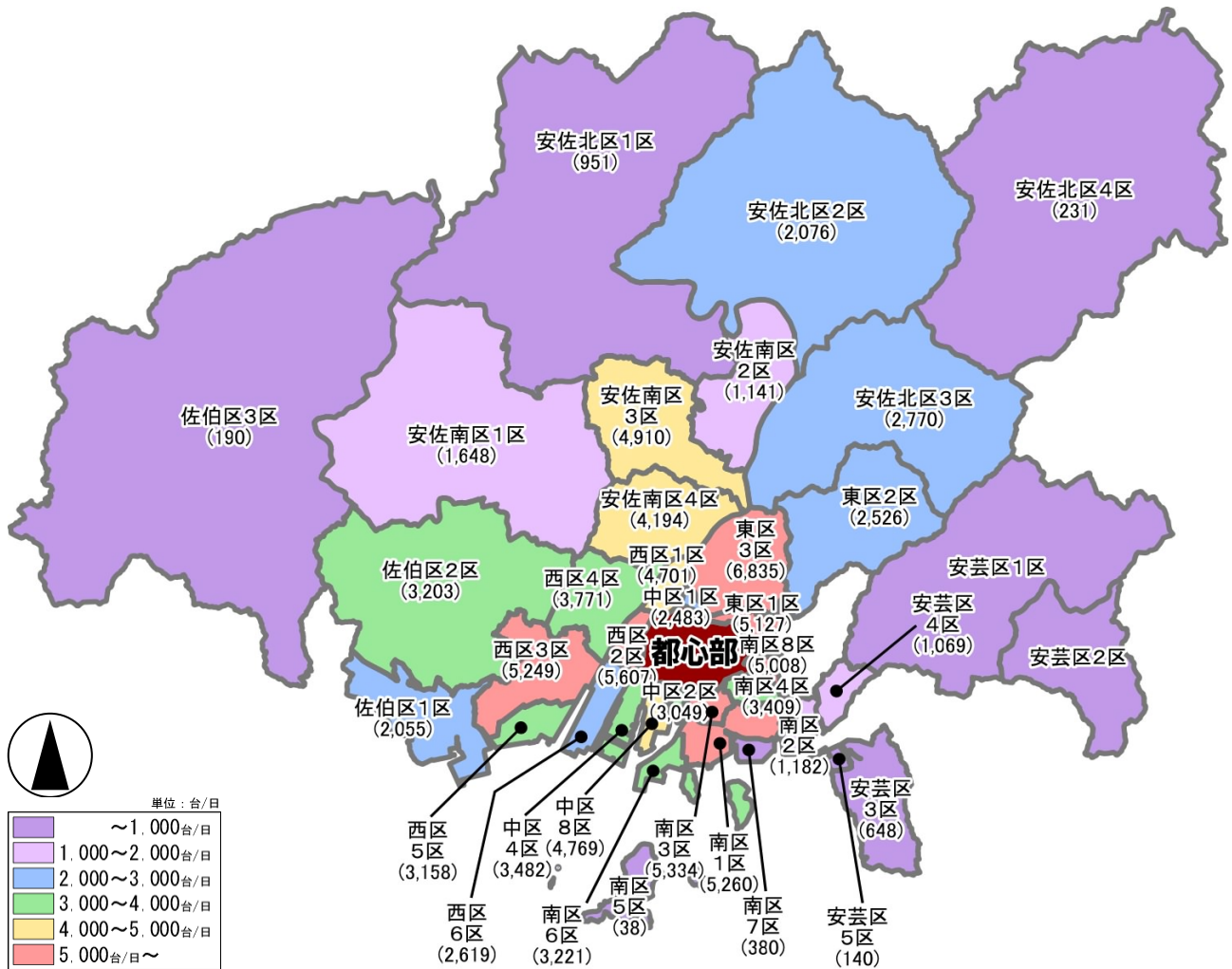


図 3.1-3 自動車交通量の流動状況

資料：平成 17 年道路交通センサス

平成 17 年道路交通センサスに基づき、高い求心性を示している広島市都心部に流入する自動車交通量を示した。

この結果、広島市内を中心に、廿日市市や呉市等からも、自動車交通が流入している状況が確認できる。



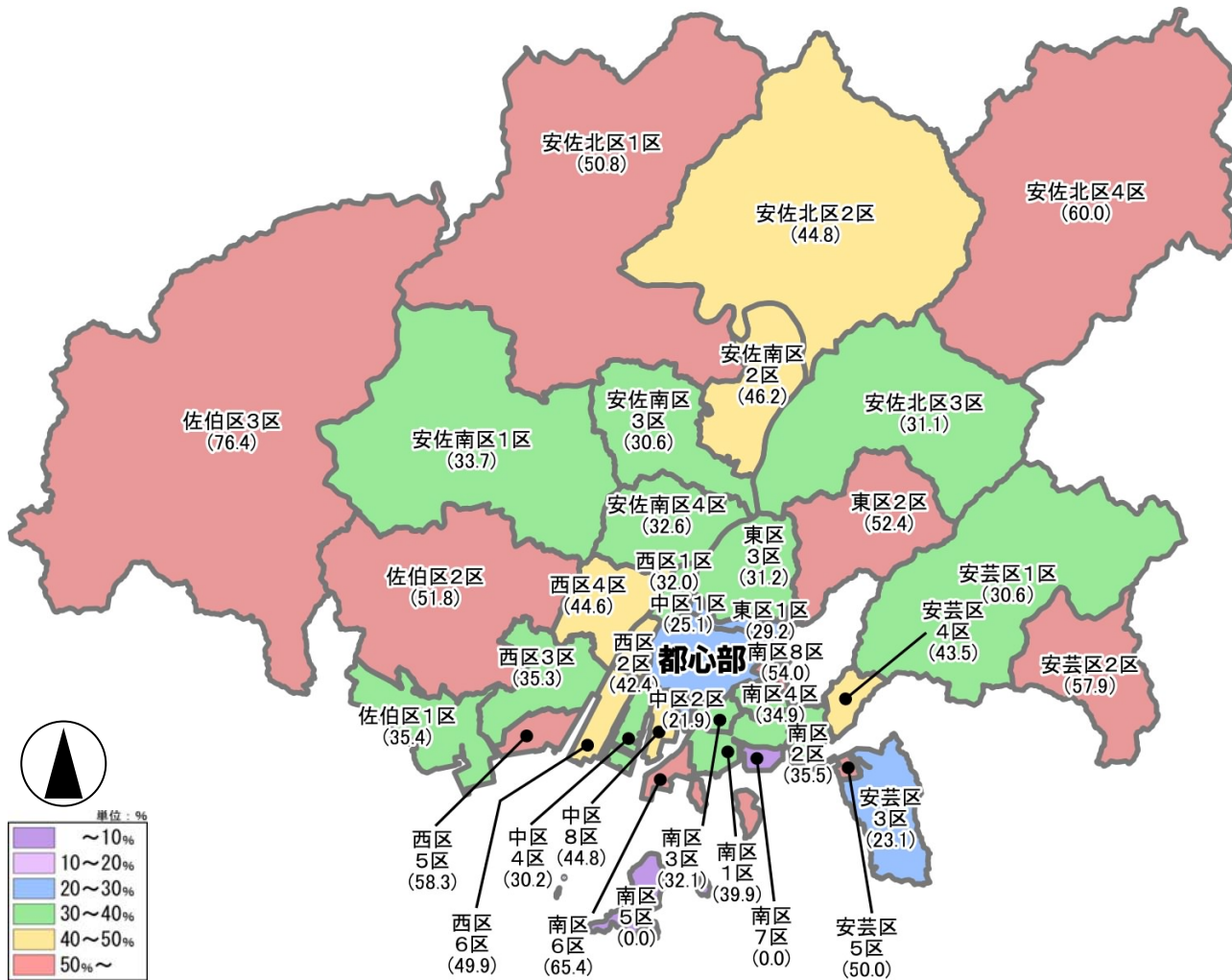
資料：平成 17 年道路交通センサス

図 3.1-4 広島市都心部に流入する自動車交通量の発生ゾーン別状況

4.-3 広島市都心部に集中する交通における自動車交通割合

平成 20 年 12 月に、広島市の市域内の居住者や公共交通利用者等を対象に実施した「交通実態調査」(以下、広島市ミニPT調査)に基づき、広島市都心部に流入する交通における自動車交通の割合(手段分担率)を示した。

この結果、県北部において、自動車分担率が高く、JR山陽本線沿線に位置する県南部において、自動車分担率が低くなっている状況が確認できる。



資料：広島市ミニPT調査

図 3.1-5 広島市都心部に流入する交通における自動車交通の割合

ウ. 効果の試算

ウ-1 効果の試算の考え方

広島市都心部関連の自動車移動量は約 1,274 千人トリップで、全移動手段に占める分担率は約 45%となっている。(表 3.1-1参照)

自動車交通から公共交通に転換する効果を概観するため、ここでは、広島都市圏内と都心部の間において流出する自動車交通に対して公共交通に転換させる割合(転換率)を 10%、20%、30%と変化させた場合のCO₂排出削減量について試算を行うものとする。

すなわち、広島都市圏における都心部関連自動車交通量(OD交通量)について、その減少率を、10%、20%、30%と変化させた場合の効果を試算するものである。(図 3.1-7参照)

また、効果の試算にあたっては、交通量の減少と、それによる交通渋滞等の解消に係る評価を実施するため、平成 17 年のセンサス OD 及び平成 17 年時点の交通量配分ネットワークを用いた交通量配分計算を実施し、その算定結果である路線区間別(リンク別)の交通量及び旅行速度を用いて、路線区間別のCO₂排出量を算定するものとする。

表 3.1-1 広島市都心部関連の交通手段分担率

交通手段	移動量 (人トリップ/日)	割合
JR	196,488	7.0%
アストラムライン	45,957	1.6%
市内電車宮島線	79,027	2.8%
バス	185,790	6.6%
その他	11,952	0.4%
公共交通手段計	519,214	18.5%
自動車	1,273,518	45.3%
バイク	123,326	4.4%
自転車	349,008	12.4%
徒歩	533,923	19.0%
不明	13,049	0.5%
合計(全手段)	2,812,038	100.0%

資料：広島市ミニPT調査



図 3.1-6 広島都市圏の範囲

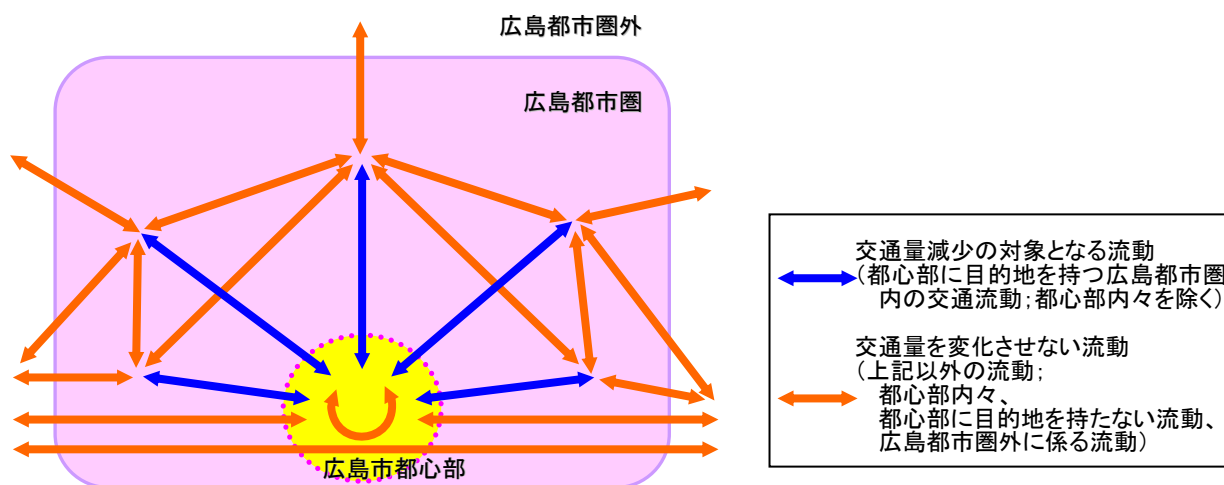


図 3.1-7 試算における交通量減少対象

ウ.-2 CO₂削減効果の試算方法

以上の考え方を踏まえた、CO₂ 排出削減量の試算フローを以下に示す。

なお、本試算は、平成 17 年道路交通センサス OD 及び平成 17 年時点のネットワークにおける交通量配分に基づいて行うため、試算結果は平成 17 年値となる。

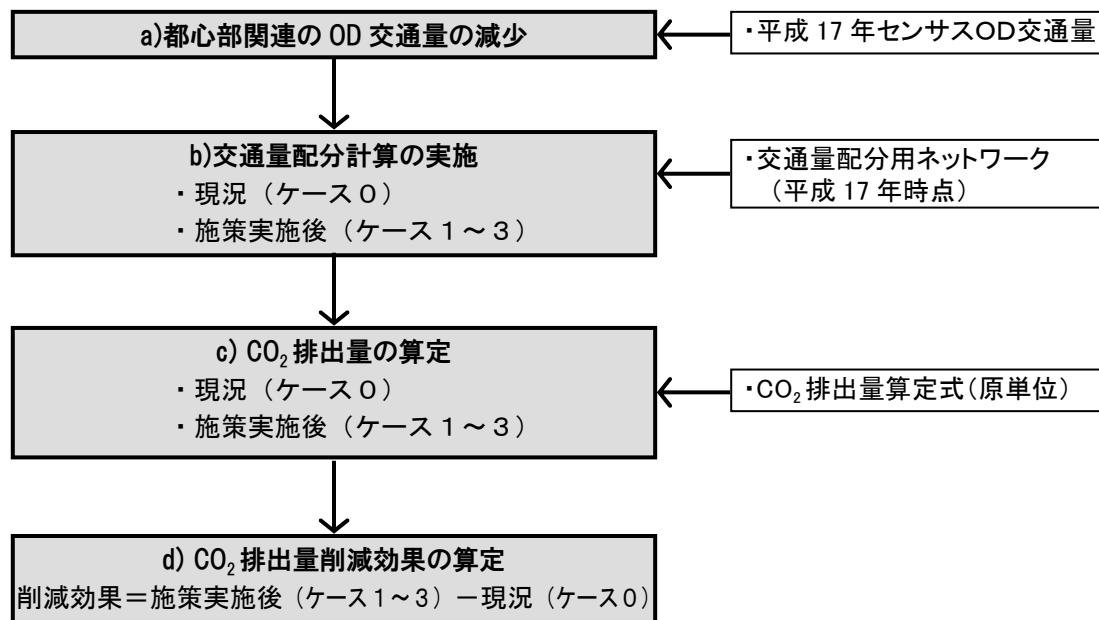


図 3.1-8 CO₂削減効果の試算フロー

試算フローに基づく試算手法について、以下に示す。

ウ.-2-1 都心部関連の OD 交通量の減少

公共交通への転換による都心部関連の OD 交通量について、以下のように減少させる。

ケース 0 ; 現況交通量

ケース 1 ; 転換率 10% (広島都市圏内の広島市都市部関連自動車交通量 (往復) が 10%減少)

ケース 2 ; 転換率 20% (広島都市圏内の広島市都市部関連自動車交通量 (往復) が 20%減少)

ケース 3 ; 転換率 30% (広島都市圏内の広島市都市部関連自動車交通量 (往復) が 30%減少)

表 3.1-2 都心部関連の OD 交通量減少のイメージ

O(出発地) \ D(目的地)		都心部ゾーン			都市圏内ゾーン(都心部以外)			都市圏外ゾーン		
		●ゾーン	●ゾーン	...	●ゾーン	●ゾーン	...	●ゾーン	●ゾーン	...
都心部ゾーン	●ゾーン					減少				
	●ゾーン		変化なし		(▲10%、▲20%、▲30%)				変化なし	
	⋮									
都市圏内ゾーン (都心部以外)	●ゾーン		減少			変化なし			変化なし	
	●ゾーン	(▲10%、▲20%、▲30%)								
	⋮									
都市圏外ゾーン	●ゾーン					変化なし			変化なし	
	●ゾーン		変化なし							
	⋮									

ウ.-2-2 交通量配分計算の実施

上記の都心部関連交通を減少させた OD 交通量に基づき、交通量配分計算（ケース 0～3）を実施し、路線区間（リンク）別の交通量及び旅行速度を算定する。

ウ.-2-3 CO₂ 排出量の算定

交通量配分による路線区間（リンク）別の交通量及び旅行速度に基づき、路線区間（リンク）別ごとに CO₂ 排出量を算定する。

この路線区間（リンク）別ごとに CO₂ 排出量を、広島都市圏内、もしくは都心部で総和して、広島都市圏内もしくは都心部内の CO₂ 排出量を算定する。

なお、算定にあたっては、「道路投資の評価に関する指針（案）」（道路投資の評価に関する指針検討委員会 編）における原単位*（下表参照）を用いるものとした。

※「道路投資の評価に関する指針（案）」における排出原単位は、グラム-カーボン単位であるため、グラム-CO₂ 単位に換算。

表 3.1-3 走行速度別の CO₂ 排出量算定式（原単位）

走行速度 (km/h)	CO ₂ 排出量 (g-c/km/日)
0	(99 a ₁ + 237 a ₂)Q
10	(99 a ₁ + 237 a ₂)Q
20	(67 a ₁ + 182 a ₂)Q
30	(54 a ₁ + 155 a ₂)Q
40	(46 a ₁ + 137 a ₂)Q
50	(42 a ₁ + 127 a ₂)Q
60	(40 a ₁ + 122 a ₂)Q
70	(39 a ₁ + 123 a ₂)Q
80	(40 a ₁ + 129 a ₂)Q

注) a₁ : 小型車混入率
a₂ : 大型車混入率
Q : 交通量(台/日)

ウ.-2-4 CO₂ 排出量削減効果の算定

施策実施後（ケース 1～3）における各々の CO₂ 排出量を、現況（ケース 0）の CO₂ 排出量で差し引き、CO₂ 排出量削減効果を算定する。

ウ-3 削減効果の検討

以上の考え方を踏まえて、広島都市圏内の広島市都心部関連交通量（往復）の転換率（減少率）を、現況、10%、20%、30%と変化させた場合のCO₂排出削減量を試算した。

この結果、自動車交通量の転換率（減少率）を10%、20%、30%と変化させた場合、都市圏内の路線全体でみて、CO₂排出量を、各々約15千t-CO₂/年（約0.6%）、約34千t-CO₂/年（約1.4%）、約52千t-CO₂/年（約2.2%）削減できるという結果となった。

都心部に含まれる路線のみに着目して、排出削減をみた場合、各々約3.5%、約7.5%、約10.8%の削減率となっている。

表 3.1-4 都心部関連自動車交通量の削減によるCO₂排出量の削減効果

〔広島都市圏内路線の総計〕

	CO ₂ 排出量 (t-CO ₂ /年)	排出削減量 (t-CO ₂ /年)	排出削減率
ケース0(現況)	2,367,033		
ケース1(▲10%)	2,352,384	▲14,649	▲0.62%
ケース2(▲20%)	2,332,857	▲34,175	▲1.44%
ケース3(▲30%)	2,314,670	▲52,363	▲2.21%

注) 上記は中国地方整備局独自の試算値である。

〔広島市都心部内路線の総計〕

	CO ₂ 排出量 (t-CO ₂ /年)	排出削減量 (t-CO ₂ /年)	排出削減率
ケース0(現況)	112,464		
ケース1(▲10%)	108,563	▲3,902	▲3.47%
ケース2(▲20%)	104,007	▲8,457	▲7.52%
ケース3(▲30%)	100,328	▲12,136	▲10.79%

注) 上記は中国地方整備局独自の試算値である。

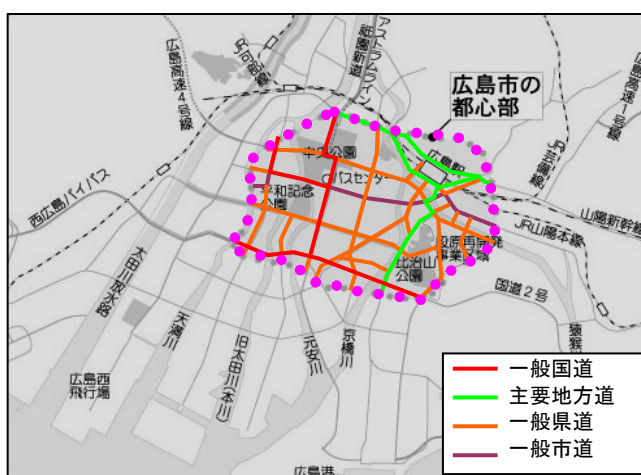


図 3.1-9 広島市都心部内の路線

なお、個別の施策による公共交通への転換効果は一概には分析が困難であるが、参考までに広島都市圏において過去に実施されたモビリティ・マネジメント事例を紹介する。

同モビリティ・マネジメントと今回の試算とでは、実施条件等が全く異なるもので単純比較はできないと考えられる。しかし、同モビリティ・マネジメントの平成18年度実績では、買い物・私用等での自動車利用回数14%減少を達成しており、こうした取組を広島都市圏全体に拡大することで、今回の試算に近いCO₂削減効果が得られることも期待される。ただし、実際に公共交通転換割合を拡大していくにあたっては、さらに強力な施策の推進が必要と考えられる。

参考) 広島都市圏におけるモビリティ・マネジメント実施事例

広島都市圏においては、平成17年度以降、自動車利用を抑制させる方策として、モビリティ・マネジメントが実施されている。

このモビリティ・マネジメントにおいては、年度ごとに変動があるものの、一定の効果が確認されている。

表 3.1-9 広島都市圏におけるモビリティ・マネジメントの実施概要

		平成17年度	平成18年度	平成19年度
実施方法		標準TFP	標準TFP	ワンショットTFP
対象世帯数		約3,700世帯	約6,400世帯	約13,000世帯
自動車の 利用回数の変化	通勤	4%	6%	6%
	買い物・私用	14%	14%	7%

(4) 他都市への適用可能性

中国圏における自動車資料への依存傾向、また中国圏のCO₂排出量の1割を自動車が占めている状況から、自動車交通から公共交通等への転換促進策は中国圏全体の課題と言える。

そのような中で、広島市をはじめとする中枢中核都市では、鉄道、バス、路面電車等の都市内交通等の公共交通機関が今なお比較的充実しており、交通結節機能の強化や路面電車のLRT化、自転車や歩行者の環境整備による利便性向上により、自動車から公共交通へ転換が図られる可能性はあると考えられる。

特に、周辺部から都心部への移動が当該都市の移動全体に占める割合が高いことから、都心部への移動に対して既存の公共交通機関を活かした施策を講じることは効率的、効果的である。また、公共交通への転換は、自動車利用が減少し、都心部の渋滞緩和による低炭素まちづくりに寄与するとともに、歩行者の増加等による賑わい創出も期待される。

2) エネルギー分野

(1) 施策の概要

エネルギー分野における広島市の施策の概要について、以下のとおり整理を行った。

①エネルギー面的利用を推進する施策	実施・検討状況
<p>◇都心部における面的温暖化対策の実施</p> <p>ー都心部において、地域冷暖房などを導入し、エネルギーの面的な利用を促進する。 地域熱供給事業や集中プラント型だけでなく、病院・ホテルとオフィスビルなどの建物間のエネルギーの融通を含む。</p>	<p>構想中</p> <p>・広島カーボンマイナス 70（平成 21 年 11 月策定）4「今後の地球温暖化対策」に記載</p>
<p>◇地域の自然資本の活用（エネルギー）</p> <p>ー河川や城濠、地下水脈などを利用した高効率ヒートポンプ技術や、地熱等の地域の自然資本を活用したエネルギー技術を、都心部において面的に導入する。</p>	<p>構想中</p> <p>・広島カーボンマイナス 70（平成 21 年 11 月策定）4「今後の地球温暖化対策」に記載</p>
②地区全体での環境配慮型建築物への転換を誘導する施策	
<p>◇建築物環境配慮制度(広島市地球温暖化対策等の推進に関する条例)</p> <p>ー建築主の建築物の環境品質・性能の理解を深めるとともに、温室効果ガスの排出抑制を図る等環境への配慮事項について、建築主が作成した建築物環境計画書を市が公表することにより、自主的な取組を促し、環境に配慮した建築物の普及を図る。</p> <p>一定規模以上(床面積 2,000 m²) 建築物の新築及び増改築を行う建築主に対して、環境性能の評価を記載した建築物環境計画書の提出等を義務付け、市で公表する。</p>	<p>計画中</p> <p>・建築物環境計画書作成の手引き（平成 21 年 7 月策定）に記載</p>
<p>◇都心部におけるネット・ゼロ・エネルギー・ビルの実現に向けた誘導</p> <p>ー都心部における新築建築物について、一次エネルギー消費量が概ねゼロとなるネット・ゼロ・エネルギー・ビル（ZEB）の実現に向けた誘導を行う。</p>	<p>構想中</p>
③公共施設のエネルギー利用効率向上に資する施策	
<p>◇道路照明灯省エネ化推進事業</p> <p>ー道路照明灯ランプを省エネタイプのランプに交換し、電気料金の軽減と二酸化炭素排出量の削減を図る。</p> <p>道路照明灯の水銀ランプの球切れ時に合わせて、消費電力の少ない省エネタイプのランプに交換する。</p>	<p>実施中</p> <p>・広島市地球温暖化対策地域推進計画（平成 15 年 5 月策定）に記載</p>

(2) 施策の検証・考察

広島都心部は、相当の集積を有している地区であるが、地域冷暖房システムが導入されているエリアは 1 地区（延床面積：131,400m²）であり、面的なエネルギー対策は、十分に進んでいない。

また、都心部における実態を見ると、築 30 年以上の建築物も多く、総じて土地利用におけるエネルギー効率が低い反面、今後、順次建替えが進むと想定される。さらに、河川、地下水、下水道などの温度差エネルギーや、清掃工場及び工場からの廃熱など、低未利用エネルギーが多く賦存しているところである。

こうした状況に鑑みると、建築物の新築・建替えを行うに際し、環境配慮を誘導することに併せ、低未利用エネルギー等を活用した面的エネルギー対策を講ずることは、都心部におけるエネルギー効率を高める施策として期待される。

(3) 想定される施策の効果

7. モデル検討の考え方

第2章で整理したように、中国圏の民生業務部門の二酸化炭素排出量は、現況（2007年）において、1990年比で、約50%増加している。これは、全国の同部門における伸び率44%よりもやや大きい値であり、この部門での温室効果ガスの削減は、大きな課題である。

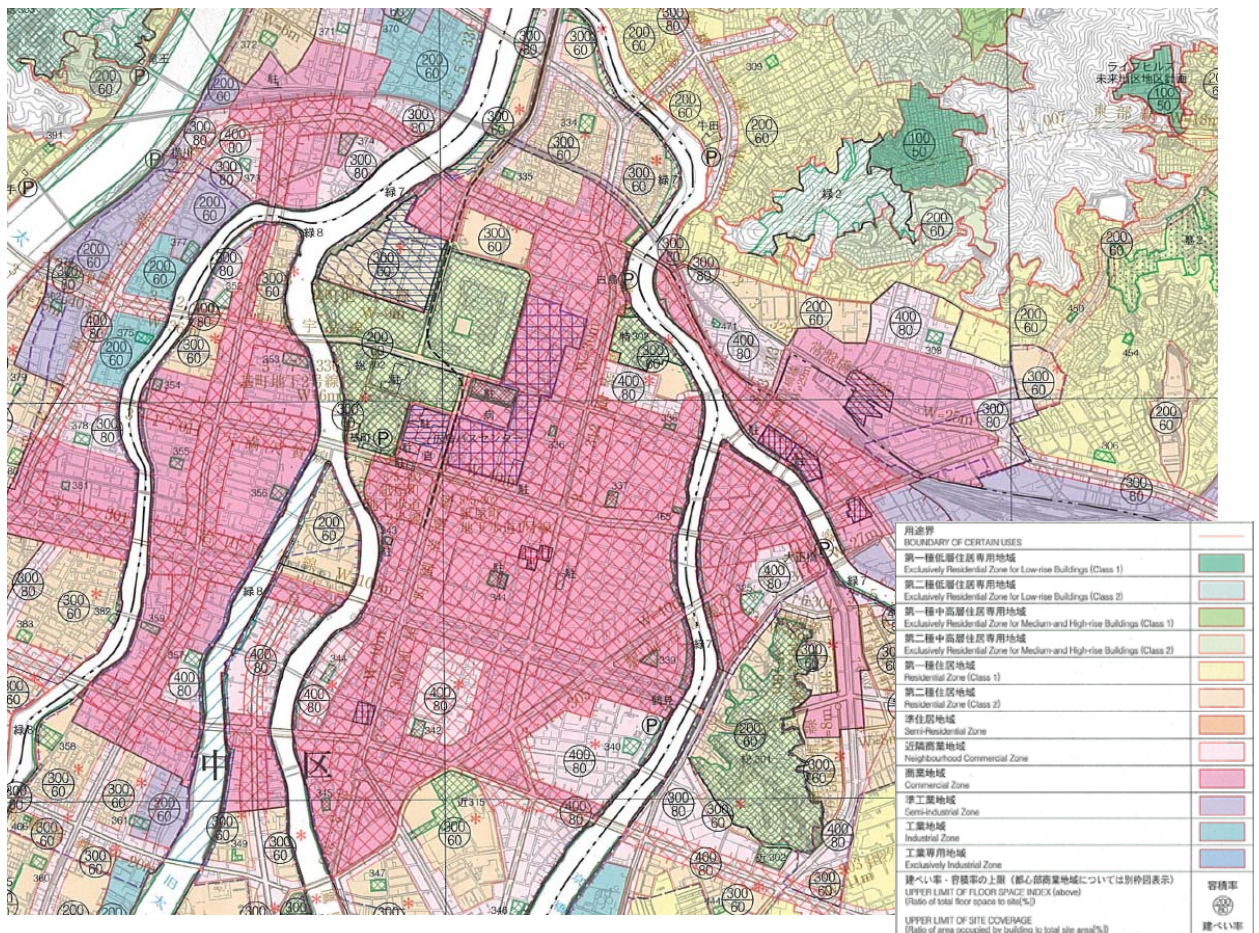
そういったなかで、中枢中核都市のような大規模な都市における中心市街地は、土地利用が集積しており、総合的、集中的に省エネ対策を推進する余地を持つと考えられる。

本検討では、個別の建築物における省エネ対策の一例としてトップランナー機器の導入を、また、土地利用の集積を利用した建物相互の連携による効率向上の例としてエネルギーの面的利用（地域冷暖房）を挙げ、その効果を試算、評価するとともに、課題の整理を行う。

1. 現況把握

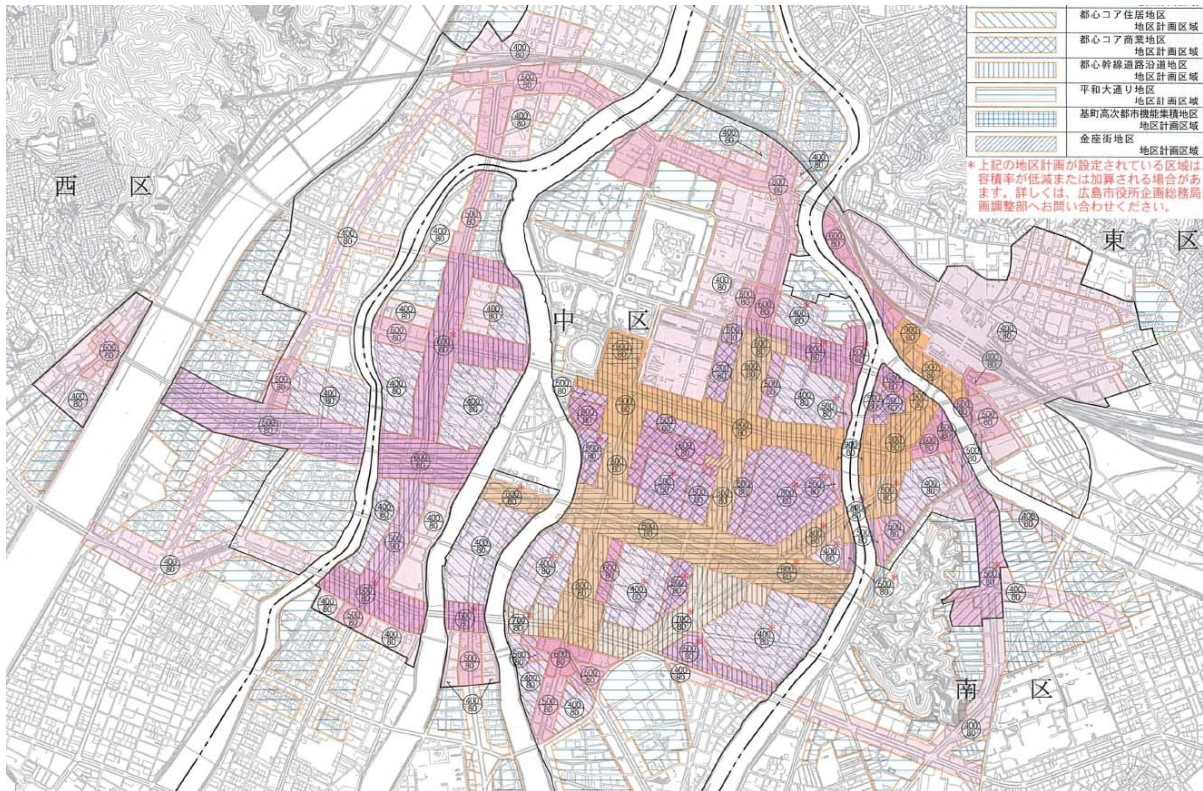
1-1 広島市の都心部における土地利用の現況

広島市の都心部における都市計画の用途地域、容積率、建坪率等の指定状況は、図3.1-10に示すとおりである。都心部のほとんどが商業地域に指定されている。容積率は400~600%の間で設定されているところが多く、一番の中心街である紙屋町地区を含む相生通り沿いなどが900%、そのほか、平和大通り沿いなど主要通り沿いで、800%となっている箇所がある。



資料：「広島市都市計画総括図（西面）平成20年10月1日現在」

図 3.1-10 広島市の都心部における用途地域及び容積率・建坪率（商業地域を除く）



資料：「広島市都市計画総括図（西面）平成 20 年 10 月 1 日現在」

図 3.1-11 広島市の都心部における商業地域の容積率・建坪率

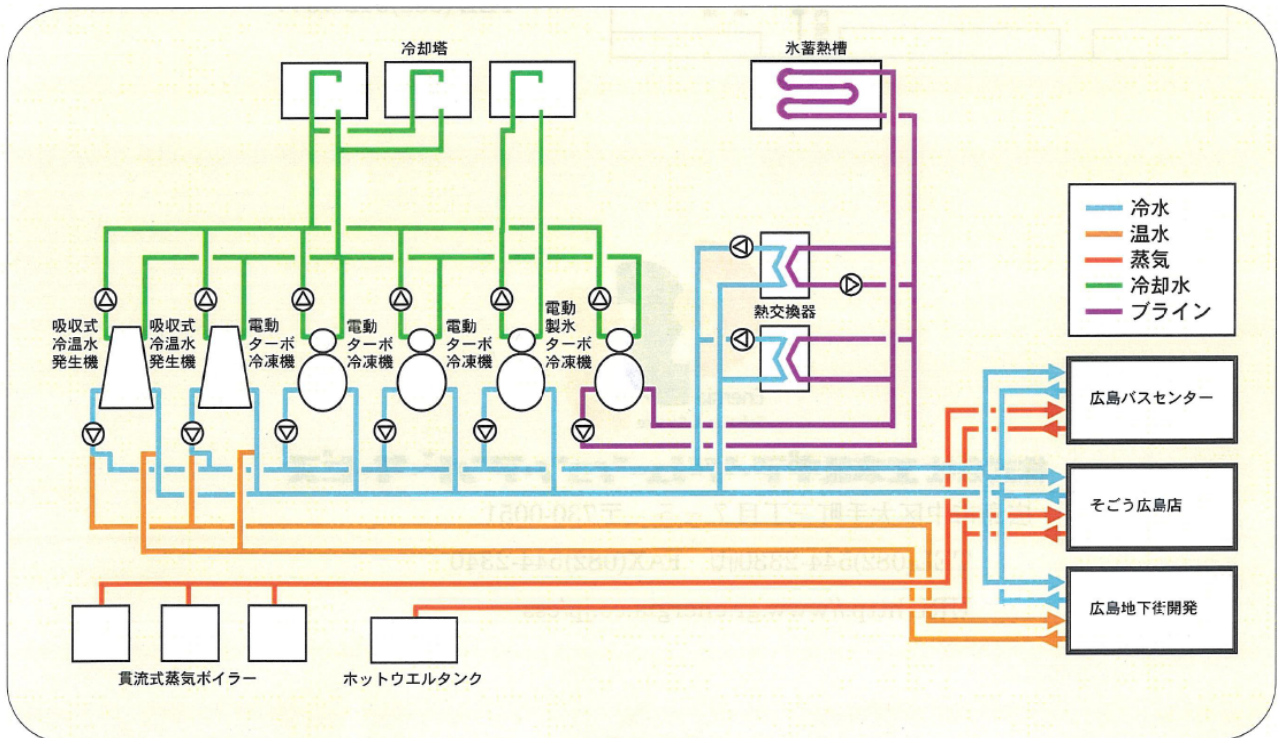
4.-2 広島市の都心部におけるエネルギーの面的利用の状況

広島市の都心部におけるエネルギーの面的利用の状況としては、紙屋町地区において、地域冷暖房事業が実施されている。以下、その概要について整理を行った。

表 3.1-5 紙屋町地区熱供給事業概要

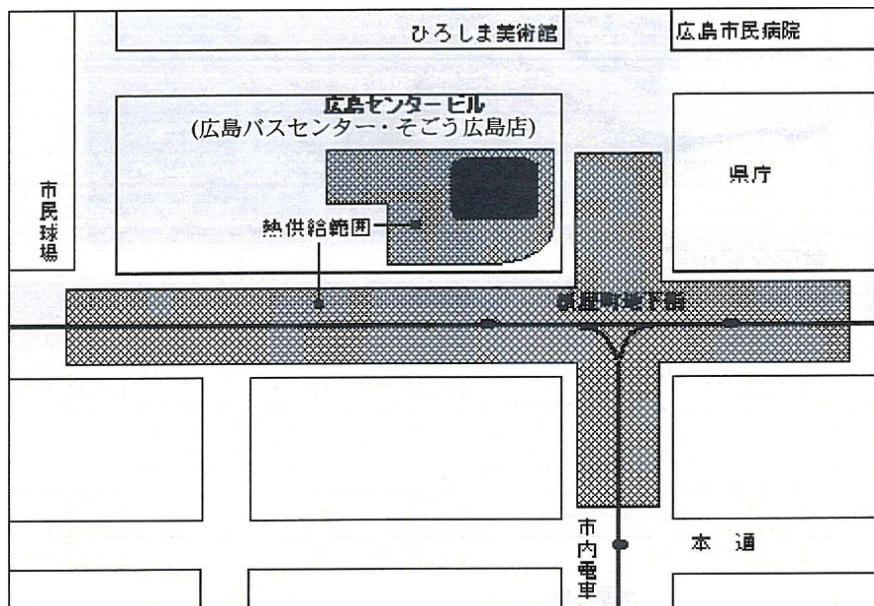
項目	内容
事業者	・(株)エネルギー・ソリューション・アンド・サービス
供給先、熱媒、延床面積	・広島センタービル：広島バスセンター、冷水・蒸気、46,970m ² そごう広島店、冷水・蒸気、59,500m ²
	・紙屋町地下街(シャレオ)：広島地下街開発、冷水・温水、24,930m ²
熱源プラントにおける主要機器	・電動ターボ冷凍機・電動製氷ターボ冷凍機・給水式冷温水発生機・貫流式蒸気ボイラ・氷蓄熱槽

資料：「広島市紙屋町熱供給」(株)エネルギー・ソリューション・アンド・サービス



資料：「広島市紙屋町熱併給」(株)エネルギー・ソリューション・アンド・サービス

図 3.1-12 設備概略系統図



資料：「広島市紙屋町熱併給」(株)エネルギー・ソリューション・アンド・サービス

図 3.1-13 熱供給範囲図

4.-3 国内におけるエネルギーの面的利用の考え方、エネルギー源、事例

4.-3-1 エネルギーの面的利用の考え方

「京都議定書目標達成計画」（平成 20 年 3 月 28 日全部改定）では、「低炭素型の都市・地域構造や社会経済システムの形成」の施策の一つとして、エネルギーの面的利用を掲げている。具体的には、表 3.1-6 に示す取組を行うこととしている。

表 3.1-6 京都議定書目標達成計画におけるエネルギーの面的利用に関わる記述

<p>複数の施設・建物への効率的なエネルギーの供給、施設・建物間でのエネルギーの融通、未利用エネルギーの活用等エネルギーの効率的な面的利用は、地域における大きな省CO₂効果を期待し得ることから、地域の特性、推進主体、実現可能性等を考慮しつつ、複数の新エネルギー利用設備を地域・街区や建物へ集中的に導入すること、環境性に優れた地域冷暖房等を積極的に導入・普及すること等を図る。</p> <p>このため、国、地方公共団体、エネルギー供給事業者や地域開発事業者等幅広い関係者が連携し、地球環境や都市環境等の視点からの評価も踏まえた効率的エネルギーが地域において選択されるとともに、建物の利用者等需要者側の理解の向上や協力の促進を図るため、面的な利用の可能性のある地域の提示、先導的モデル事業の実施、情報提供による環境整備の推進等により、街区レベルや地区レベルで複数の建物が連携したエネルギーの面的利用の促進などの面的な対策や、都市計画制度の活用等の施策を引き続き講ずる。</p>

エネルギーの面的利用の類型は、表 3.1-7に示すとおりである。類型①は、熱供給事業法に基づく熱供給であり、事業実施には都市計画決定が伴い、道路の占用について義務占用に準じた取扱がなされる。

表 3.1-7 エネルギーの面的利用の類型（事業形態・規模による分類）

分類	<類型①> 熱供給事業型	<類型②> 集中プラント型	<類型③> 建物間融通型
概要	広域な供給エリアへ大規模エネルギープラント* ¹ から供給	小規模な特定地域内へ集中的なエネルギープラントから供給	近接する建物所有者が協力し、エネルギーの融通、またはエネルギーの共同利用
規模	大	中～小	小
契約等	熱供給事業法に基づく供給規定	供給者・需要家間契約	建物所有者同士の相互契約
供給主体	法に基づく熱供給事業者	契約に基づくエネルギー供給事業者	複数の建物所有者
供給形態	熱事業法に基づく供給義務（供給規定により供給条件を規定） 一部では、電力の供給が行われる事例あり	契約に基づく供給義務（制約は類型①に比べ少ない） 供給条件は契約による	相互契約により取り決め
その他	道路の占用の許可については、義務占用に準じた取扱がなされている	道路の占用の許可については、制度上可能。（道路占用している事例あり）	道路の占用の許可については、制度上可能。* ²

*1：ヒートポンプ、コージェネレーション、ボイラーなどの熱源機器等

*2：現状においては、実施例はほとんどない

資料：資源エネルギー庁 HP：<http://www.enecho.meti.go.jp/policy/dhc/hpver1/page1.html>

4.-3-2 エネルギー源について

エネルギー源については、電気、都市ガス、未利用エネルギー、燃料（重油等）が考えられる。未利用エネルギーの利用については、以下の活用事例がある。

表 3.1-8 未利用エネルギーの活用事例

活用形態	導入地区名	区数
ごみ焼却・工場排熱活用型	札幌市真駒内、いわき市小名浜、日立駅前、千葉ニュータウン都心、東京臨海副都心、光が丘団地、品川八潮団地、大阪市森之宮	8
地下鉄排熱活用型	札幌駅北口再開発、新宿南口西	2
変電所・変圧器排熱活用型	盛岡駅西口、宇都宮市中央、日比谷、銀座2・3丁目、芝浦4丁目、新川、神田駿河台、中之島3丁目、りんくうタウン、西鉄福岡駅再開発	10
廃棄物・再生油熱源活用型	札幌市厚別、北広島団地、北海道花畔団地	3
発電所抽気熱源活用型	和歌山マリーナシティ、西郷	2
中水熱・下水熱等熱活用型	盛岡駅西口（前掲）、千葉問屋町、後楽1丁目、幕張新都心ハイテク・ビジネス、高松市番町、下川端再開発	6 (1)
河川水熱活用型	箱崎、富山駅北、中之島3丁目（前掲）、天満橋1丁目	4 (1)
海水熱活用型	中部国際空港島、大阪南港コスモスクエア、サンポート高松、シーサイドももち	4
地下水熱活用型	高崎市中央、高松市番町（前掲）	2 (1)
合計		41 (3)

注：括弧内は、複数の熱源を利用している地区で内数。

資料：「エネルギーの面的利用導入ガイドブック」（エネルギーの面的利用導入ガイドブック作成研究会、平成17年度）

4.-3-3 他事例について

熱供給事業については、149件が許可されており、そのうち147件が稼働している。中国圏では、紙屋町地区の熱供給事業が唯一の事業となる。

表 3.1-9 熱供給事業の件数（平成21年7月現在）

（ ）内は稼働中の事業者及び地区数

地方	許可事業者数	許可地区数
北海道	10(10)	12(12)
関東（含む東北）	52(51)	89(88)
中部	9(8)	13(12)
近畿（含中国・四国）	12(12)	27(27)
九州	5(5)	8(8)
合計	88(86)	149(147)

資料：(社)日本熱供給事業協会 HP：
<http://www.jdhc.or.jp/area/area01.html>

集中プラント型と建物間融通型については、詳細は把握されていないが、平成17年度時点で、以下のとおり整理がなされている。建物間熱融通に関しては、事例が少ないとされている。

表 3.1-10 集中プラント型と建物間熱融通型における事例の状況

分類	事例の状況
集中プラント型	集中プラント型（地点熱供給）の現状は、正確には把握できていないが、最近、資源エネルギー庁が行ったアンケート調査によると、住宅及び業務・商業施設関係で37地点、学術研究及び医療・福祉施設関係で60地点、大学等教育施設関係で47地点、公共施設で14地点の合計158地点の例が報告されている。この件数は、地域熱供給の地区数を上回り、また、まだ地点熱供給の事例の一部であるとみられ、実際にはさらに多いものと推測されている。
建物間熱融通型	建物間融通型は、海外においては普及しているといわれているが、我が国の現状は実例が少ない。代表事例として挙げられるのは、平成18年4月に開始される予定の神奈川県横浜市における3つの公共施設間の面的利用である。

資料：「エネルギーの面的利用導入ガイドブック」（エネルギーの面的利用導入ガイドブック作成研究会、平成17年度）

ウ. 低炭素都市に向けたシナリオの検討

広島市温暖化対策条例は、事業者に省エネ等の計画や削減目標の設定を求めるものであり、個別の具体的な対策の実施方法について細かく規定しているものではない。基本的に、各建築物等の状況に応じて適切な対策が行われることが求められているものと考えられる。

よって、ここでは、対策の効果の目安をつかむために、個別の業務ビルの対策については、個別建物で実施が可能なトップランナー機器の導入を想定し、また、複数建物間にまたがるエネルギーの面的な利用としては地域冷暖房を導入した場合を想定し、これらの効果を試算することとした。

地域冷暖房は熱源プラントや配管など個々のビルに止まらない比較的大規模な設備の導入が必要であり、そのような機会は、老朽化した既存建築物を市街地再開発事業で立て替える場合などに実施されることが多いこと、また実際に中国圏で実施されている再開発事業例等から、商業地で開発面積を 130,000 m²と設定した。また、広島市の中心市街地においては、市街地が開発されてから数十年が経過しており、老朽化した中小ビルも多くあることなどから、ここでは、比較のケースとして、約 30 年前に竣工した既存の建築物の更新を想定した。

I. 削減効果の推計

I. -1 CO₂削減効果算定の考え方

熱供給事業法における規模要件、類似の開発案件例等を参考に、仮想で、広島市の都心部に開発案件を想定する。法定容積率を設定の上、その容積率をもとに開発規模（実質グロス容積率、延床面積等）を想定する。これに建物用途別エネルギー消費原単位を掛けて、年間の電力と熱の需要を算出する。電力需要については、さらに、電灯、コンセントなど用途別の需要量に按分する。

以上の方法で設定した仮想の開発事業について、地域熱供給のエネルギー効率の向上と、トップランナー機器を導入した際の省エネルギー化による効率を掛け合わせ、CO₂の削減量を試算する。

I. -2 CO₂削減効果の推計方法

以上の考え方を踏まえた、CO₂排出削減量の推計フローを、以下に示す。

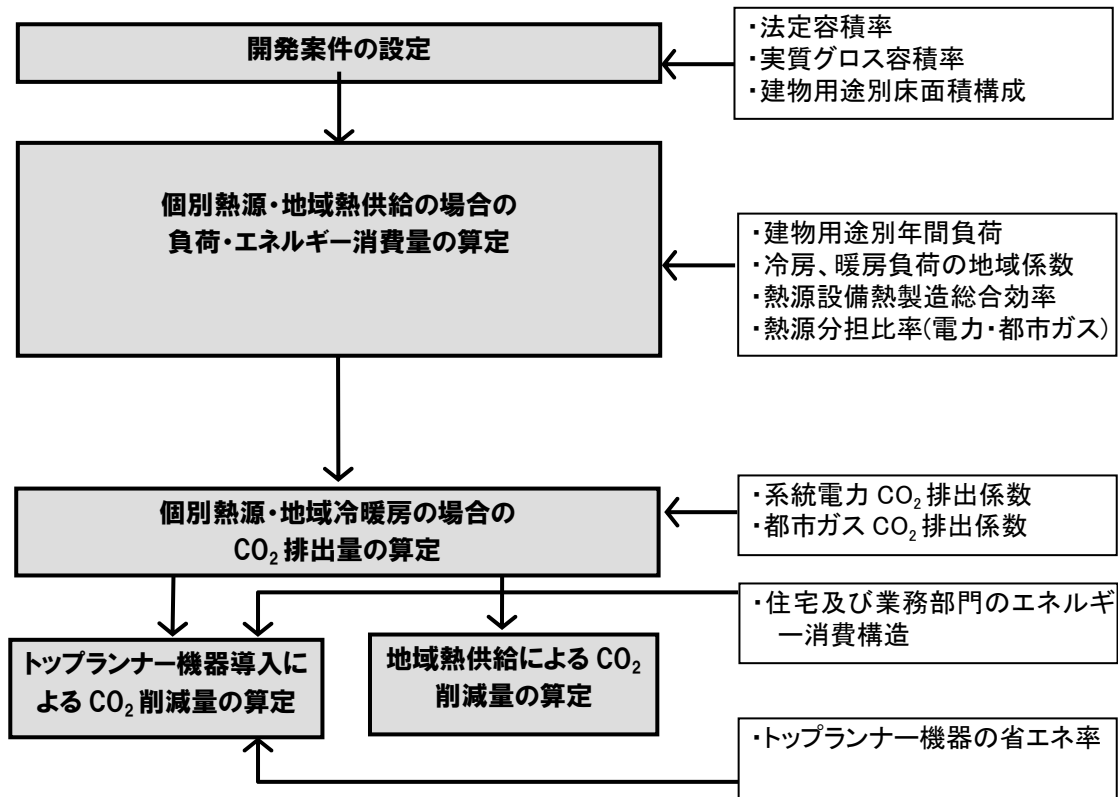


図 3.1-14 CO₂削減効果の推計フロー

<開発案件の設定>

仮想の開発案件について、以下のとおり設定した。

表 3.1-11 仮想の開発案件の概要

項目	条 件
事業の概要	商業施設、業務施設、賃貸・分譲住宅等を一体的に整備する市街地再開発事業を想定する。
開発面積	130,000 (m ²)
用途地域	商業地域、第二種住居地域
容積率	800%を想定

注) 中国圏における開発案件の規模を参考として、開発規模を設定した。

仮想開発案件の建物用途別床面積の算定においては、次の神奈川県の場合による実質グロス容積率、建物用途別床面積構成を用いた。

表 3.1-12 法定容積率別のグロス容積率および用途別床面積の構成（神奈川県の場合）

法定容積率	実質グロス容積率	建物用途別床面積構成[%]							
		住宅	医療	業務	商業	宿泊	娯楽	文化	教育
800%	273.8%	7	1	51	35	4	2	0	0
700%	166.8%	11	2	54	30	1	2	0	0
600%	142.5%	14	1	47	33	3	0	2	0
500%	81.0%	42	2	17	34	5	0	0	0

出典：「プロジェクト2010日本全国区地域冷暖房導入可能性調査研究 平成6年度報告書」日本地域冷暖房協会
資料「平成19年度未利用エネルギー面的活用熱供給適地促進調査等事業報告書」（平成20年3月、日本環境技研株式会社）

上記の神奈川県の場合を参考に実質グロス容積率を 273.8%と設定し、仮想開発案件の建物用途別床面積を次のように算定した。

表 3.1-13 仮想開発案件における建物用途別床面積

法定容積率	実質グロス容積率	建物用途別床面積(m ²)								計
		住宅	医療	業務	商業	宿泊	娯楽	文化	教育	
800%	273.8%	24,916 (7%)	3,559 (1%)	181,529 (51%)	124,579 (35%)	14,238 (4%)	7,119 (2%)	0 (0%)	0 (0%)	355,940 (100%)

<個別熱源・地域熱供給の場合の負荷・エネルギー消費量の算定>

開発案件の建物用途別エネルギー需要は、個別熱源方式の場合と地域熱供給を導入する場合のそれぞれについて、以下の算定式で算定した。

$$\begin{aligned} \text{電力負荷 (GJ/年)} &= \text{用途別床面積 (m}^2\text{)} \times \text{年間負荷 (kWh/m}^2\text{)} \times \text{発熱量 3.6 (MJ/kWh)} \\ &\times \text{地域係数 (\%)} \\ \text{熱負荷 (GJ/年)} &= \text{用途別床面積 (m}^2\text{)} \times \text{年間負荷 (MJ/m}^2\text{)} \times \text{地域係数 (\%)} \\ &\quad / \text{熱源設備熱製造総合効率} \end{aligned}$$

年間負荷及び地域係数は、それぞれ表 3.1-14、表 3.1-15の値を用いた。ただし、娯楽のエネルギー消費原単位はデータがないため商業と同じと仮定した。

表 3.1-14 建物用途別エネルギー消費原単位

用途	年間負荷				
	(kWh/m ²)	(MJ/m ²)			
	電力	冷房	暖房	給湯	熱量計
住宅	21	33.5	83.9	125.6	243.0
業務	156	293.0	129.6	9.4	432.0
商業	226	523.1	146.5	96.1	765.7
宿泊	200	418.7	334.8	334.8	1,088.3
医療	170	334.8	309.6	334.8	979.2

出典：「都市ガスによるコージェネレーションシステム計画・設計と評価」

空気調和衛生工学会（原資料の原単位を 1Mcal/m²=4.186MJ/m²で換算）

資料「低炭素都市づくりガイドライン（素案） <第Ⅲ編 低炭素都市づくり方策の効果分析方法>」（国土交通省都市・地域整備局、平成 21 年 3 月）

表 3.1-15 冷房、暖房負荷の地域係数

	年間熱負荷 (MJ/m ²)	
	冷房	暖房
北海道	0.5	2.4
東北	0.7	1.4
北陸	0.9	
関東	1.0	1.0
東海	1.1	0.9
近畿		
中国		
四国	1.2	0.7
九州		
沖縄	1.5	0.07

出典：「地域冷暖房技術手引き書」（社）日本地域冷暖房協会

資料「低炭素都市づくりガイドライン（素案） <第Ⅲ編 低炭素都市づくり方策の効果分析方法>」（国土交通省都市・地域整備局、平成 21 年 3 月）

仮想開発案件で導入を想定する個別熱源システム及び地域熱供給の総合エネルギー効率を、「平成 19 年度未利用エネルギー面的活用熱供給適地促進調査等事業報告書」（平成 20 年 3 月、日本環境技研株式会社）をもとに表 3.1-16に示すとおりに設定した。

また、比較対象として 30 年前程度に竣工された個別熱源システムを想定した。30 年程度前の個別熱源システムの総合エネルギー効率は、「平成 19 年度未利用エネルギー面的活用熱供給適地促進調査等事業報告書」（平成 20 年 3 月、日本環境技研株式会社）より 1975～1985 年竣工の個別熱源システムの総合エネルギー効率の平均を算出し、0.600 と設定した。

表 3.1-16 仮想開発案件において想定する総合エネルギー効率

	総合エネルギー効率	設定方法
個別熱源システム（約 30 年前に竣工）	0.600	1975～1985 年竣工の個別熱源システムの総合エネルギー効率の平均（33 件）
個別熱源システム（最近）	0.706	最近(1997 年度以降)竣工した個別熱源システムの総合エネルギー効率の平均（38 件）
地域熱供給（最近）	0.823	最近(1997 年度以降)竣工した地域熱供給の総合エネルギー効率の平均（23 件）

資料：「平成 19 年度未利用エネルギー面的活用熱供給適地促進調査等事業報告書」（平成 20 年 3 月、日本環境技研株式会社）

< 個別熱源・地域冷暖房のそれぞれの場合の年間建物消費電力量、年間建物都市ガス消費熱量の算定 >

熱源（冷暖房・給湯）の分担を都市ガス：電力を 7:3 とし、ガス消費量及び電力消費量を算出した。

表 3.1-17 熱源の分担比率

	電力	都市ガス
熱源分担率	3	7

資料「低炭素都市づくりガイドライン（素案） < 第Ⅲ編 低炭素都市づくり方策の効果分析方法 >」（国土交通省都市・地域整備局、平成 21 年 3 月）

< 個別熱源・地域熱供給の場合の CO₂ 排出量の算定 >

算出したガス消費量及び電力消費量にそれぞれ CO₂ 排出係数を乗じて、CO₂ 排出量を算出した。

< トップランナー機器導入の CO₂ 排出量の算定 >

トップランナー機器には、表 3.1-18 に示すものがあり、それらのうち、民生業務部門において一般的に使用されているのは、蛍光灯器具、複写機、電子計算機、磁気ディスク装置、変圧器と考えられた。よって、これらについて、検討の対象とすることとした。

表 3.1-18 トップランナー機器一覧

乗用自動車、貨物自動車、エアコンディショナー、テレビジョン受信機、ビデオテープレコーダー、 <u>蛍光灯器具</u> 、複写機、電子計算機、磁気ディスク装置、電気冷蔵庫、電気冷凍庫、ストーブ、ガス調理機器、ガス温水機器、石油温水機器、電気便座、自動販売機、 <u>変圧器</u> 、ジャー炊飯器、電子レンジ、DVDレコーダー、ルーティング機器、スイッチング機器
--

表 3.1-19 削減量を算定する機器の想定

対 策	内 容
超高効率変圧器	無負荷損、負荷損が低減された超高効率変圧器の導入
高効率照明	インバータ照明、HF インバータ照明、電球形蛍光灯、LED 照明等の高効率照明の導入
省エネ型 OA 機器	コンピュータ、複写機、磁気ディスク装置でトップランナー基準を満たすものを導入

トップランナー機器の導入による CO₂削減効果の算出において、仮想開発案件の電力負荷の用途別比率は、表 3.1-20及び表 3.2-33を用い、以下の式により算出を行った。

建築物年間電力個別用途別負荷 (GJ/年)

= 建築物年間電力負荷 (GJ/年) × 電力用途別比率 (%)

表 3.1-20 業務用ビルにおけるエネルギー消費割合

用途		エネルギー消費割合 (%)	
熱源	熱源機器	26	31.2
	熱源補機	5.2	
熱搬送	水搬送	2.6	12.0
	空気搬送	9.4	
給湯	給湯	0.8	0.8
照明・コンセント	照明	21.3	42.4
	コンセン	21.1	
動力	換気	5	8.6
	給排水	0.8	
	昇降機	2.8	
その他	その他	5.1	5.1
合計		100	100

表 3.1-21 家庭の機器別電力使用比率

	億kWh	%
冷蔵庫	307.3	16.1%
衣類乾燥機	53.4	2.8%
ルームクーラー	202.3	10.6%
冷暖房兼用エアコン	278.7	14.6%
電気カーペット	82.1	4.3%
温水洗浄便座	74.4	3.9%
食器洗浄乾燥機	30.5	1.6%
テレビ	189.0	9.9%
照明用	307.3	16.1%
その他機器	385.6	20.2%
合計	1910.6	100.0%

資料：資源エネルギー庁「電力需給の概要」

資料：(財)省エネルギーセンター「業務用ビルにおける省エネ推進のてびき 2009」

効果の算定については、電力負荷全体に対し、変圧器の高効率化の削減率を掛けた上で、「照明」部分に高効率照明の削減率を、「コンセント」部分にOA機器等のトップランナー機器への置き換えによる削減効果を掛け合わせるものとする。

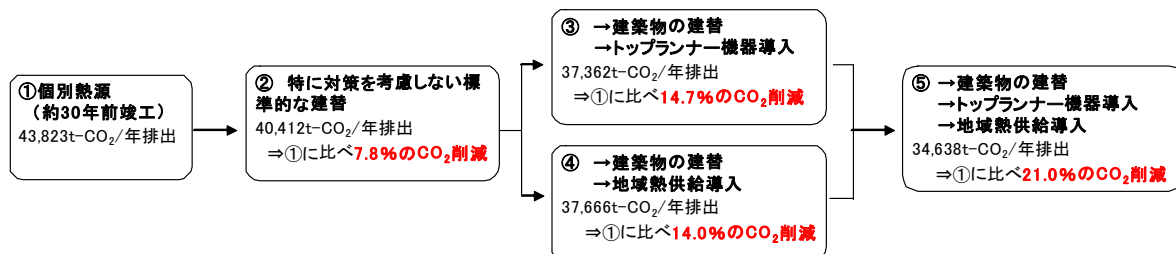
表 3.1-22 トップランナー機器の効果に関わる原単位の検討

<p>高効率照明</p>	<p>下記をもとに従来型照明からの省エネ率を <u>20%</u> と設定する。</p> <ul style="list-style-type: none"> 従来型蛍光灯から Hf 型照明器具への交換 省エネ率 24% (日本照明器具工業会「照明器具リニューアルのすすめ」 http://www.jlassn.or.jp/05pamph/pdf/renewpanf08b.pdf) 従来型蛍光灯器具からインバータ照明器具への交換 省エネ率 10% (環境省「地球温暖化対策地方公共団体実行計画(区域施策編)」マニュアル) 白熱灯から電球形蛍光灯への交換 省エネ率最大 80% (東京都 白熱球一掃作戦 http://www2.kankyo.metro.tokyo.jp/sgw/home-section/hakunetu/hakunetukyuuotaha.htm)
<p>超高効率変圧器</p>	<p>下記をもとに従来型変圧器からの省エネ率を <u>1.8%</u> と設定する。 省エネ率=従来型変圧器非効率×超高効率変圧器の全損失低減率</p> <ul style="list-style-type: none"> 従来型変圧器の効率はおよそ 97% (社)日本ビルディング協会連合会「ビルエネルギー運用管理ガイドライン」 超高効率変圧器は全損失を約 60%低減 (環境省「地球温暖化対策地方公共団体実行計画(区域施策編)」マニュアル)
<p>省エネ型 OA 機器</p>	<p>環境省「地球温暖化対策地方公共団体実行計画(区域施策編)」マニュアル資料編より、2020 年度に従来型機器からトップランナー機器への置換え 省エネ率 <u>12.4%</u> を用いて算出する。</p> <p>※以下は参考情報</p> <ul style="list-style-type: none"> トップランナー基準の導入効果として、電子計算機は 1997 から 2005 年度の間 0.9% エネルギー効率が改善された。 トップランナー基準の導入効果として、磁気ディスク装置は 1997 から 2005 年度の間 1.8% エネルギー効率が改善された。 (財)省エネルギーセンター「トップランナー基準」 http://www.eccj.or.jp/top_runner/index.html) <サーバ型電子計算機のエネルギー消費効率動向>2003 年から 2007 年で、UNIX サーバ(ミッドレンジ)及び IA サーバともに年率 20~30%程度の効率改善が図られてきている。メインフレームは、2003 年から 2007 年にかけて約 60%の効率改善。 <クライアント型電子計算機のエネルギー消費効率動向>2003 年から 2006 年にかけては、デスクトップは 43%の効率改善がなされ、ノート型は高性能・高機能化を図りつつも電力消費を抑えてきた。2006 年から 2007 年へは、省電力技術の大きなテクノロジー変化にともなって、デスクトップ/ノート型ともに約 50%と大きなエネルギー消費効率改善がなされた。 (経済産業省「総合資源エネルギー調査会省エネルギー基準部会電子計算機及び磁気ディスク装置判断基準小委員会(第 1 回)-配付資料」、2009)

I. -3 CO₂削減効果の算定結果

仮想開発において、個別熱源、または地域熱供給の場合の、負荷、エネルギー消費量 CO₂排出量の算定結果を以下に示す。また、比較対象として約 30 年前竣工した個別熱源システムの場合の負荷、エネルギー消費量 CO₂排出量の算定結果も以下に示す。

■約30年前に竣工した業務ビル(個別熱源)と比較した場合



注) 上記は中国地方整備局独自の試算値である。

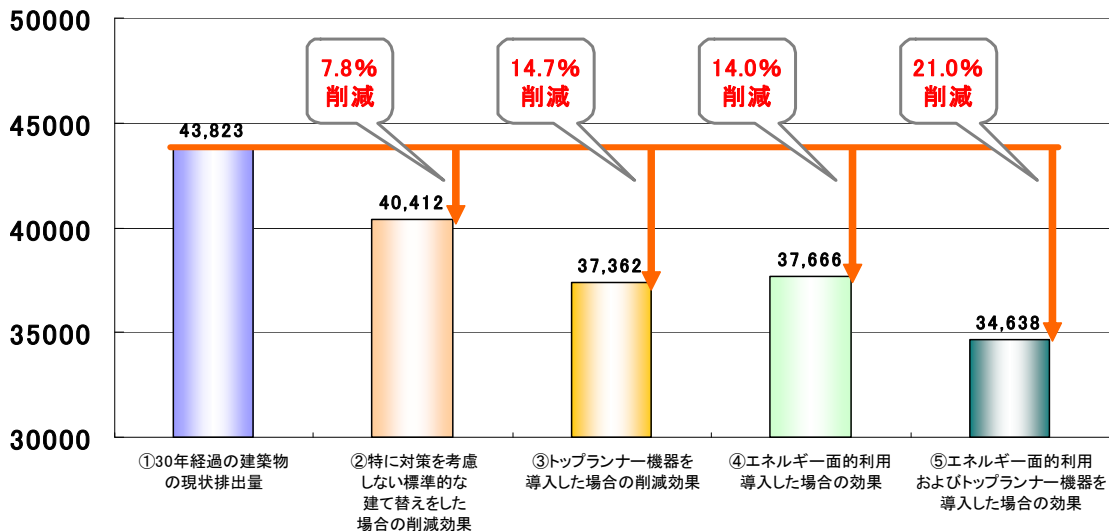
図 3.1-15 地域熱供給・トップランナー機器の対策実施の有無による CO₂ 排出量

約 30 年前 (1970 年代前半) までに竣工された個別熱源システムは、エネルギー効率が悪いとされている。これらの個別熱源システムと比較して、新たに個別熱源を導入した場合、CO₂ 排出量は 7.8%削減され、さらに新たに地域熱供給を導入した場合には 14.0%削減される試算結果となった。

また、超高効率変圧器、高効率照明、省エネ型 OA 機器等のトップランナー機器を導入した場合の CO₂ 排出削減量は次に示すとおりである。熱源が地域熱供給か個別熱源かで電力負荷が異なるため、両方の場合を示している。

仮想開発案件において、熱源 (個別熱源または地域熱供給)、トップランナー機器の導入をそれぞれ実施した場合と実施しない場合の年間 CO₂ 排出量を次に示す。約 30 年前竣工の建築物と比べると、地域熱供給、トップランナー機器の両方を導入した場合、どちらも導入しない場合と比べて、約 21%の CO₂ 排出削減が図られる試算結果となった。

トップランナー機器および面的利用の導入の推進によるCO₂排出削減
 単位：t-CO₂



注) 上記は中国地方整備局独自の試算値である。

図 3.1-16 トップランナー機器導入等による CO₂削減効果

オ. 地域冷暖房の導入可能性に関わる事業者ヒアリング

導入に関わる課題等について、地域冷暖房を導入している事業者にヒアリングを行った。

- ・ 熱供給事業法に基づく熱供給事業とするためには、加熱能力で 21GJ/h 以上の熱供給能力が必要だが、規模としては、地方の官公庁ビル程度の規模では難しい。
- ・ 熱供給事業は、計画時に全て設備を整備しておく必要があり、あとから追加的に導管を整備することは難しくなり、電気のような融通性はない。また、計画時と比べ、運用時に省エネが進み、当初設計したスペック以下の供給量となってしまう傾向がある。
- ・ 一方、熱供給事業法に基づく熱供給事業法を行うメリットとしては、道路占用が義務占用の扱いとなることが挙げられる。熱供給事業法の対象外の小規模な計画となった場合に、地域冷暖房を入れるメリットが低減するかどうか一概には言えないが、道路の占用にかかるコストは割高となり、公道をまたがない計画とせざるをえないのかもしれない。

カ. 分析の総括（考察）

オフィスビルなどの建築物を建て替える際に、トップランナー機器の導入など、最新の効率の建築物とすることは、民生業務部門のエネルギー効率を大きく向上させる。また、エネルギーの面的利用は、特に、土地利用の集積する都心部において、有効な取組であることが確認できた。

導入に関わる課題を踏まえると、エネルギーの面的利用に関わる事業を今後推進していくためには、熱供給事業法の規模に満たない事業も含め、中国圏の再開発事業の規模に合った地域熱供給のスキームを構築・実施していく必要がある。

また、効果的な取組とするためには、建築物を新設する段階で、極力最新の省エネルギー・新エネルギーの設備・構造を採用するとともに、それでも発生する負荷について、地域冷暖房といったエネルギーの面的利用の取組を進めること、そのエネルギー源としては、極力未利用

エネルギーなどの新たな化石燃料の消費を伴わない仕組みとすることが求められる。

(4) 他都市への適用可能性

第2章で整理したように、中国圏の民生業務部門のCO₂排出量は全国よりも高い伸び率を示しており、同部門のエネルギー消費量低減は、都市の規模にかかわらず、中国圏全体としての課題と言える。

建物の建て替えに際して、トップランナー機器の導入による建物の省エネルギー化は都市の特性にかかわらず広く適用可能である。都市全体として省エネルギー化による低炭素まちづくりを推進するためには、事業者の積極的な導入を促進する施策が必要である。

一方で、エネルギーの面的利用を図る地域冷暖房等の導入は、まとまった規模の街区の再編が必要となるため、どの都市でも効果的な取組とは言い難い。まとまった商業・業務の集積地が形成されている中枢中核都市において、老朽化した既存街区で市街地再開発等を実施する際に適用の可能性が高い。

実態として、中国圏で地域冷暖房等の導入は事例が少ないことから、エネルギーの面的利用を促進し、低炭素まちづくりとして一定の効果を発現するためには、事業者にとって導入のインセンティブとなる施策、官民協働による事業推進が必要と考えられる。

3) みどり分野

(1) 施策の概要

みどり分野における広島市の施策の概要について、以下のとおり整理を行った。

①都市緑化を推進する施策	実施・検討状況
<p>◇屋上緑化推進事業（屋上等緑化の普及啓発）</p> <p>－より多くの市民に緑化に取り組んでもうらうことを目的に作成した「民有地緑化ガイド」により、緑化の普及啓発を図る。市街地の大部分を占める民有地の緑化を促進していく必要があるが、地上部の限られた空間だけでなく、建築物の屋上や壁面を含めた民有地の緑化が有効</p>	<p>実施中</p> <ul style="list-style-type: none"> ・民有地緑化ガイドライン（平成20年10月策定）に記載
<p>◇緑化推進制度（広島市地球温暖化対策等の推進に関する条例）</p> <p>－条例で、一定規模以上の建築物の新築などを行おうとする建築主に対して緑化を義務づける。（建築物の壁面緑化などの緑化率の算定に独自の方法を導入）</p>	<p>計画中</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地球温暖化対策等の推進に関する条例（平成21年3月策定） ・平成22年4月条例施行
<p>◇民有地緑化推進事業補助</p> <p>－条例により緑化が義務付けられる割合以上の緑化を行う建築主に対して補助を行い、民有地の緑化を推進する。</p> <p>「地球温暖化対策等の推進にかかわる条例」の緑化の推進に係る規定の施行は、平成22年4月であるが、条例施行に先立ち将来義務付けられる割合以上の緑化を行う建築主に対して、50万円を限度に工事費の1/2を補助。</p>	<p>実施中</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地球温暖化対策等の推進に関する条例（平成21年3月策定）
②風の通り道を確保する施策	
<p>◇ヒートアイランド対策</p> <p>－旧球場跡地の緑被、路面電車の軌道緑化等による都市内冷源からの冷気のにじみ出し効果や、風の通り道の確保等によるヒートアイランド対策を行う。</p>	<p>構想中</p> <ul style="list-style-type: none"> ・広島カーボンマイナス70（平成21年11月策定）4「今後の地球温暖化対策」に記載

(2) 施策の検証・考察

ヒートアイランド現象は、①土地利用（緑地の減少やコンクリート、アスファルトなどの人工地表面の増加）、②建築物（空の見える割合（天空率）の減少や地表面摩擦の増加）、③人工排熱（建築物、交通）によって引き起こされると考えられ、また、風通しが悪いと温度上昇が増加するといわれている。

ヒートアイランド現象によるエネルギー消費への影響としては、都市の気温が上昇することにより夏季の冷房エネルギー消費が増加し、ピーク電力を押し上げるが、通年での評価は地域によって異なるとされている。このため、ヒートアイランド現象の緩和施策は、低炭素型都市づくりに効果が高い取組とは一概にいえぬ。

しかしながら、エネルギー効率の高いコンパクトな都市の形成を推進するうえでは、都市熱環境の改善による快適な生活空間の確保が必要である。この点において、ヒートアイランド現象の緩和施策は低炭素型都市づくりに寄与する重要な取組のひとつであるといえる。

広島市都心部は、用途地域の大半が商業地域であることから、①人工地表面が多く、②容積率の高い建築物が密集しており、③交通量が多く渋滞が頻繁に発生している。さらに、河川沿いに高い建物が連続しているため、市街地内への風の通り道は十分確保されていないと考えられる。このため、広島市都心部ではヒートアイランド現象が発生していると考えられ、既往研究では都心部と海岸部で最大5～6℃の気温差が確認されている。

このような状況において、都市緑化の推進は、地表面被覆の改善を図り、ヒートアイランド現象を緩和する施策として一定の効果が期待される。特に民有地緑化の推進は、都心部では公共施設として新規の公園緑地の確保は困難であることから、効率的な緑地確保の施策として有効である。

また、風の通り道確保については、広島都心部は瀬戸内海に近接し、周辺に豊かな河川空間が存していることから、地域特性を活かした都市環境の改善施策として効果が期待される。しかしながら、風の通り道確保のために民間建築物のまとまった建て替え等の市街地再編を行うことは短期的には困難である。したがって、公共公益施設の再整備・再配置等において先行的に風の通り道確保を図り、その効果を検証することは有効な取組と考えられる。

中長期的には、都市緑化と風の通り道確保を一体的に推進することで、都心部において水と緑のネットワークを形成し、都市機能の集約化によるエネルギー効率の向上と快適な都市環境の形成を両立する都市構造への転換が期待される。

(3) 想定される施策の効果（緑地空間、通風空間創出によるヒートアイランド対策）

施策の推進により期待される効果として、既往研究等により次の3点について検討を行う。

①にじみ出し効果

②緑化効果

③通風空間創出効果

7. モデル検討の考え方

ヒートアイランド現象とは、空調機器や自動車などから排出される人工廃熱の増加や、道路舗装、建築物などの増加による地表面の人工化によって都心部の気温が郊外に比べて高くなる現象である。

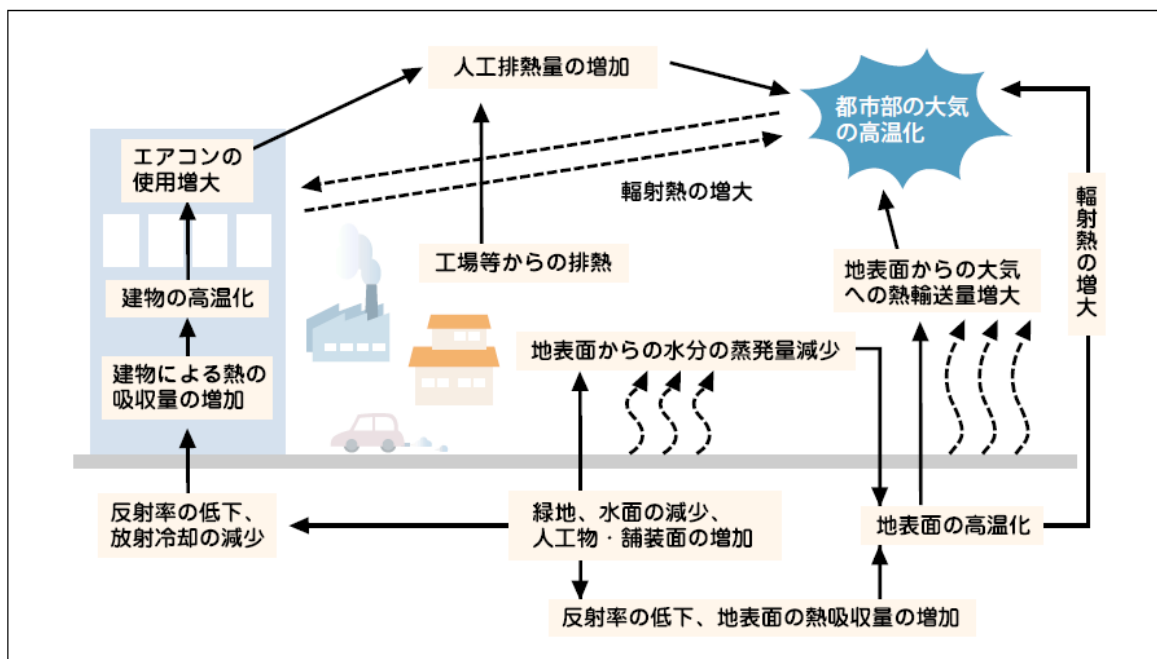


図 3.1-17 ヒートアイランド現象発生の仕組み

資料：ヒートアイランド現象パンフレット（環境省環境管理局大気生活環境室）

URL：http://www.env.go.jp/air/life/heat_island/panf02.pdf

夏季にヒートアイランド現象が生じると、建築物の冷房需要が大きくなり、それによってまたヒートアイランド現象の要因の一つである人工排熱が増加するという悪循環が生じてしまう。また、緑化はヒートアイランド現象の緩和、温暖化対策の両方を兼ねると考えられている。これらの意味において、ヒートアイランド現象の対策と温暖化対策は関連していると考えられている。

本検討では、緑地空間、通風空間創出によるヒートアイランド対策に着目し、その対策の効果について検討を行う。

4. 現況把握

4-1 ヒートアイランド現象の要因、影響

先述のとおり、一般的に、ヒートアイランド現象は、①土地利用（緑地の現象やコンクリート、アスファルトなどの人工地表面の増加）、②建築物（空の見える割合（天空率）の減少や地表面摩擦の増加）、③人工排熱（建築物、交通）によって引き起こされると考えられており、また、都市内の風通しが悪いと影響が悪化すると考えられている。これらの要因のなかでも、日中は①土地利用の寄与が高く、夜間は、②建築物による寄与が高いと考えられている。^{注)}

ヒートアイランド現象の影響については、次ページの表 3.1-23のとおりである。

注) 資料：「関東地方における夏季のヒートアイランド現象について」（気象庁報道発表資料、平成18年3月31日）

表 3.1-23 ヒートアイランド現象の影響

分類	影響の内容
健康影響	<ul style="list-style-type: none"> ・熱中症の増加の可能性がある ・睡眠障害の増加の可能性がある
生態系への影響	<ul style="list-style-type: none"> ・気温の上昇の影響を受け植物の開花日の早まりや紅葉・落葉日が遅れる傾向がある。 ・生育適温以上の気温に上昇した場合の高温ストレスにより野菜等の成長の阻害等直接的な影響があると考えられる。 ・気温上昇により秋から冬季の気温が十分に低下しない場合、果樹の萌芽、開花時期が遅くなったり、不揃いになったりすることで、果樹等の栽培、収穫に影響が生じることが懸念される。
気象・大気質への影響	<ul style="list-style-type: none"> ・大気汚染濃度の上昇
エネルギー消費	<ul style="list-style-type: none"> ・これまでのエネルギー消費と気温の関連を調べた事例では、都市の気温が上昇することにより夏季の冷房エネルギー消費が増加し、夏季のピーク電力を押し上げることが分かっている。 ・しかし一方で、通年での評価となると、地域によって、また評価する範囲によってその結果が異なっている。 ・産業部門、運輸部門では気温上昇によるエネルギー消費への影響は軽微である。 ・民生部門では、家庭、業務の両方で影響が見られ、夏季には気温上昇によりエネルギー消費の増加、冬季では減少することが示された。通年で評価すると住宅は気温上昇によりエネルギー消費は減少、業務は増加した。特に業務の夏季の気温感応度は大きく、業務建物が集中している都心では気温の影響が顕著になることが懸念された。 ・業務地域では日中、住宅地域では夜間の供給量が最大となることから、業務地域においては日中の対策、住宅地域においては夜間の対策が有効と考えられる。

資料：「平成16年度ヒートアイランド現象による環境影響に関する調査検討業務報告書」（環境省、平成17年3月）

4-2 広島市の都心部におけるヒートアイランド現象の現状

広島工業大学清田誠良教授は、太田川デルタ上に形成される広島市中心市街地を対象として、ヒートアイランド現象の現状調査、要因分析、対策効果のシミュレーションなどの研究を行っている。

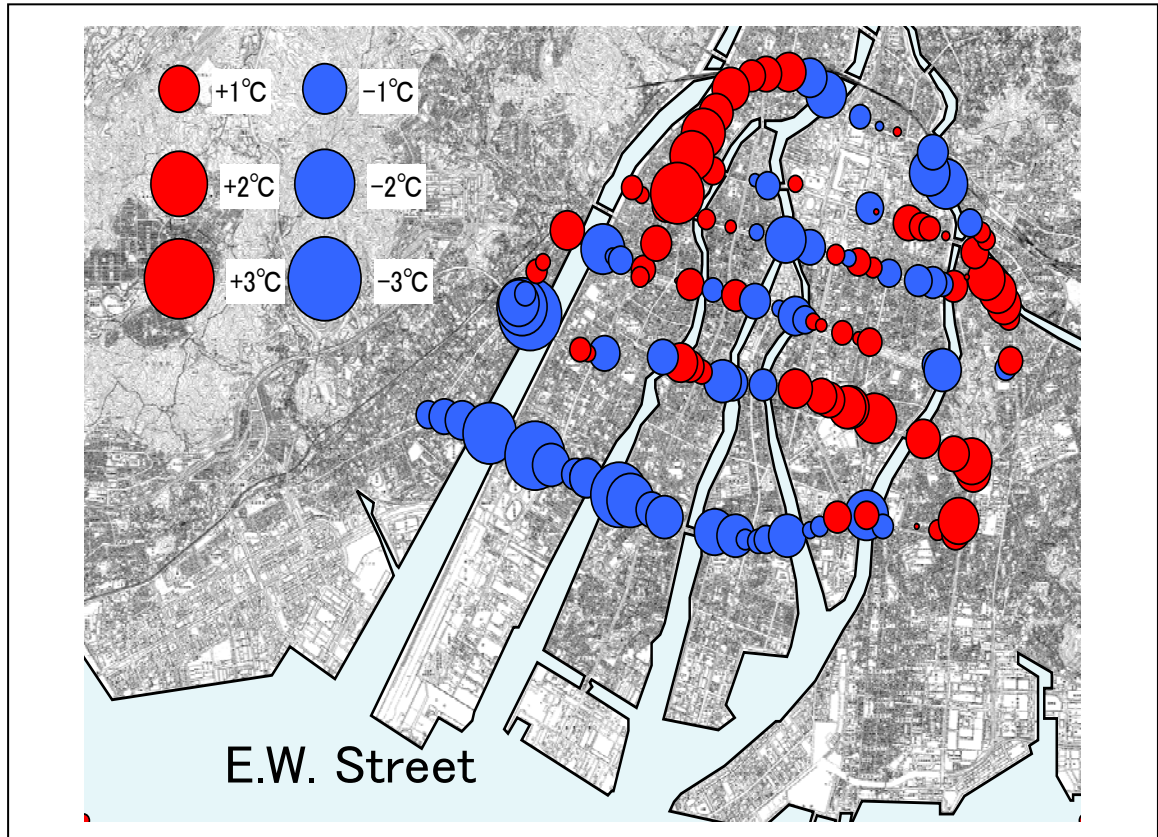
図 3.1-18に示す測定結果は、清田教授が研究室において、広島市の中心部（南北 7km、東西 10km）を対象として、ヒートアイランド現象の現状調査を行った結果である。調査結果は、全測定地点の平均値に対する気温の高低の程度（+3℃～-3℃）で整理されている。

高層建築物が密集する紙屋町・八丁堀地区は風通しの良い江波・吉島地区と比較して最大 6℃程度温度が高いなど、市街地内で気温差が確認されている。表 3.1-25 に示す事項のとおり、内陸部に海風を流入できていないことが、都心部の温度上昇につながっていると考えられている。

表 3.1-24 広島市の中心部を対象としたヒートアイランド現象の実測調査の条件

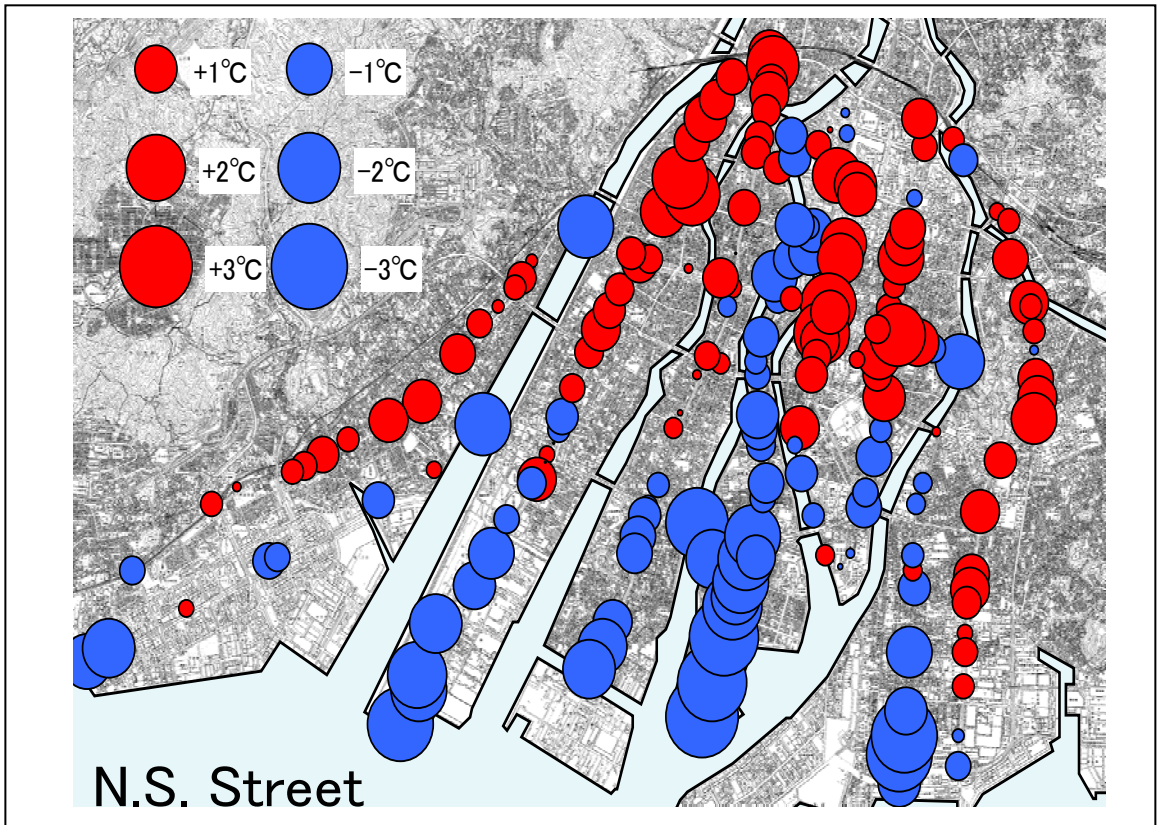
対象範囲	広島市の中心部（南北 7km、東西 10km）
測定日	2006 年 8 月 7 日（東西街路）、8 月 24 日（南北街路） ※いずれの日も広島地方気象台の気象状況によると最高気温が 30℃を越えた真夏日
測定項目	気温、湿度、風向・風速
測定方法	広島市の中心部の東西街路について 5 測定線、南北街路について 6 測定線を設定し、自動車に設置した超音波風速計及び温湿度計により測定を行った。測定は街路上で停止をして実施された。
測定時間帯	午前中より、海風の風向がほぼ安定した時間帯に測定を実施。実測気温は実測が長時間にわたるため、広島地方気象台のデータ（10 分値）を用いて時間補正を行い、14 時の気温として表示されている。

資料：谷口、清田「広島市広域県の気候特性が地域環境に及ぼす影響に関する研究 その 21 街路空間内の気流変動と気温変動の関係」（日本建築学会中国支部研究報告集 第 31 巻）



資料：清田誠良広島工業大学教授提供

図 3.1-18(1) 東西街路気温分布（測定日 2006 年 8 月 7 日）



資料：清田誠良広島工業大学教授提供

図 3.1-17(2) 南北街路気温分布（測定日 2006 年 8 月 24 日）

表 3.1-25 広島市の都心部におけるヒートアイランド現象の状況

- ・ 街路内に冷涼な海風が流入するところでは街路空間の気温は低下する。
- ・ 東西・南北いずれの街路においても気流は街路に対しほぼ平行に流れる。
- ・ 州の幅が狭く河川間の距離が短い箇所では、河川近傍の気温が低下しており、三角州の内部まで連続した低温域が形成される。これは街路を遡上する気流に対して、河川上を遡上する気流が冷涼な空気を供給するためと考えられる。
- ・ 最も大きい州は高層建築物が密集する商業地域であるために、南北街路で冷涼な空気の流入が阻害され、高温域を形成している。
- ・ 東西街路では、特に沿岸部に位置する箇所で比較的強い風速が確認でき、風速は内陸へ行くほど弱くなっている。全体的な傾向として南北街路との交差点、河川上で風向が大きく変化している。これは州両端の河川、南北街路から東西街路への風の流入が原因と考えられる。
- ・ 東西街路においては、海岸線に近い街路と河川近傍において気温が低下する。
- ・ 東西街路に海風が流入することによって街路空間内の温度上昇を緩和させることができる。しかしながら多くの測定点では効果的に海風を街路に流入させることができていない。
- ・ 南北街路では、海岸線に近い測定点で風速は非常に速く、気温は低下する。海岸線から離れるにつれて、風速は減少し、気温は上昇している。これは、海岸付近で街路に流入した冷涼な空気が、昼間に昇温した街路上を遡上する間に高温化し、その空気が内陸部に送られるためと考えられる。

資料：谷口、清田「広島市広域圏の気候特性が地域環境に及ぼす影響に関する研究 その21 街路空間内の気流変動と気温変動の関係」（日本建築学会中国支部研究報告集 第31巻）（平成20年3月）

ウ. 低炭素都市に向けたシナリオの検討

広島市はヒートアイランド対策として緑化推進制度、民有地緑化事業補助などの緑化推進策を進めていることから、ここでは、①大規模緑地を市街地に整備した場合の冷気のにじみ出し効果、②都心部全体を屋上等含め緑化した場合の気温低減効果について清田教授等の研究を取りまとめることとした。

I. 削減効果の推計

I.-1 効果の推計方法

①大規模緑地の冷気にじみ出し効果、②都心部全体の緑化効果、③通風空間創出効果について、既往の調査研究等により、広島市都心部における気温低減の効果について検討を行う。

I.-2 効果の推計

I.-2-1 大規模緑地による冷気にじみ出し効果

大規模緑地による冷気にじみ出し効果について、既往調査を確認した。これによると、新宿御苑（58.3ha）、日比谷公園（16ha）において、晴天・静謐な深夜から早朝に掛けて、冷気にじみ出し効果が実測されている。この影響範囲は、新宿御苑では公園境界から80～90mであり、市街地と比べ2℃ほど低い空気（公園内と同程度の気温）に覆われたとされている。

これを、広島市の市街地に当てはめて考えた場合、広島市の都心部周辺には、平和記念公園、広島中央公園、比治山公園等のまとまった面積の緑地があり、これらの公園緑地の存在効果として冷気にじみ出し効果が生じているものと考えられる。したがって、広島市都心部において、大規模跡地等を活用して10ha程度の緑地を創出することができれば、緑地の周辺部では、一定の効果が見込まれると考えられる。

表 3.1-26 冷気にじみ出しに関する文献の概要

論文名等	成田「緑でどこまで都市は冷やせるのか？」（建築雑誌 123(1583)、2008年12月、日本建築学会）	塩野ら「都市内緑地のヒートアイランド緩和効果の実測」（日本建築学会大会学術講演梗概集(九州)、2007年8月）
調査対象	新宿御苑（58.3ha）	日比谷公園（16ha）及び皇居外苑
調査時期	—	2006年7月14日～9月15日（64日間）
調査結果	晴天・静謐な夜間、都市内の緑地には放射冷却によって形成された冷気が蓄積し、深夜から早朝に掛けてその冷気が四方の周辺市街地に流出する。新宿御苑では、公園境界から80～90mまで冷気が達しており、市街地と比べ2℃ほど低い空気（公園内と同程度の気温）に覆われる。	深夜から早朝にかけて、晴天・静謐な時間帯に冷気にじみ出し現象が生じている。日比谷公園に面した外周道路でも公園内とほぼ同様の気温低下が起こっており、周辺市が位置への影響が確認されたが、影響範囲の特定には至らなかった。

1. -2-2 都心部全体の緑化による効果

都市部において人工地表面を改善するためには、大規模緑地を新規に確保することは困難であることから、民有地における屋上緑化・壁面緑化を推進する取組は有効と考えられる。

そこで、既往研究において行われた広島市の都市域を対象とした緑化対策のシミュレーション結果により緑化による効果を整理する（図 3.1-19 (1)～(3)）。

屋上緑化、公園街路をそれぞれを都市域に導入した場合、また、両方を同時に導入した場合の3ケースについて検討した結果、広島市の都市域全域で建物及び公園・道路で緑化を実施した場合で、海風時には0.25℃程度、陸風時には0.3℃程度、夕風時には0.25℃程度の気温の低減効果が得られている。

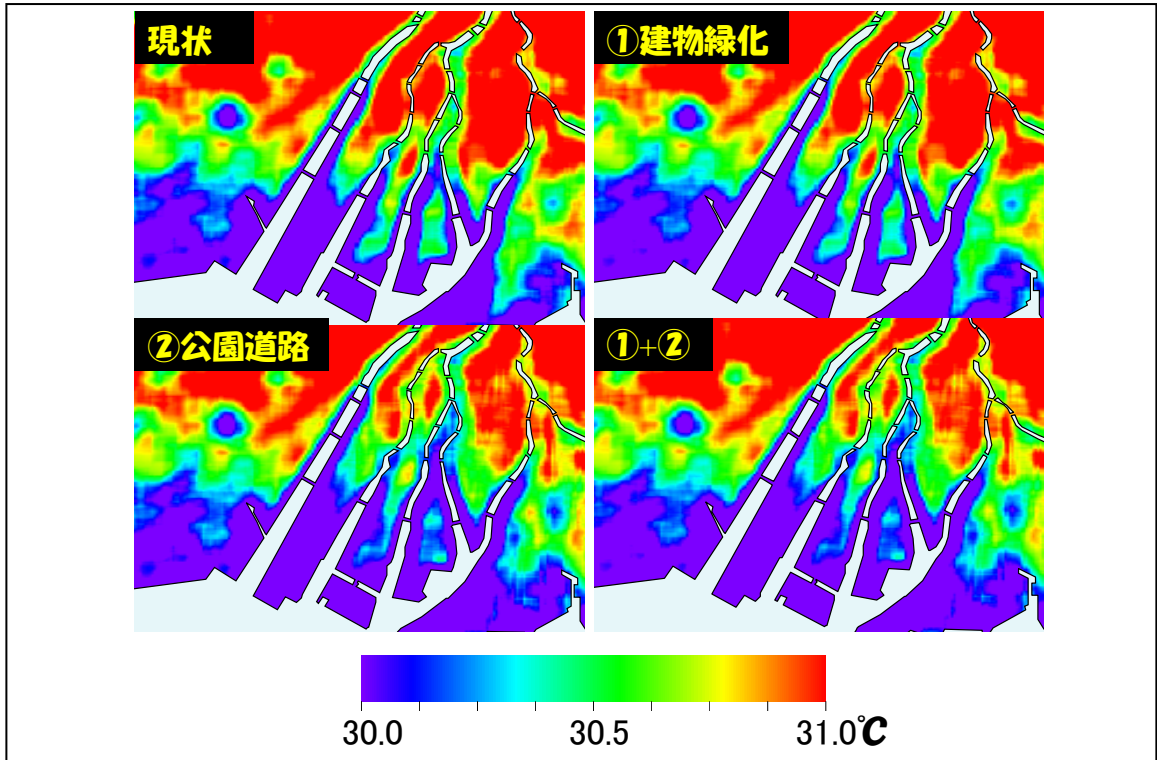
表 3.1-27 緑化対策のシミュレーションの方法

- ・ 広島工業大学清田誠良教授の研究室では、広島市中心市街地の過去の気温、風向・風速等の実測結果と、地表面構成要素（土地利用状況）に関わるメッシュデータ（25m×25m）を用いて、ヒートアイランド現象の各種要因について、重回帰分析を行っている。
- ・ ヒートアイランド現象に影響を及ぼしていると考えられる要因としては、海陸風、地表面構成要素（裸地率、河川率、緑被率、道路率等）、海岸線からの距離などが考えられる。
- ・ そこで、海陸風のパターン（海風時、陸風時、夕風時）ごとに、地表面構成要素等を説明変数、実測値（補正気温）を目的変数とした重回帰分析が行われた。
- ・ ここで、地表面構成要素は、313の気温実測地点について、各測定地点を中心とした半径250mの範囲を評価対象としている。この半径250mという評価範囲は、半径50m～500mまでの評価範囲パターンを試算した上で、重相関係数が極大である0.6を示した範囲が採用されている。
- ・ また、地表面構成要素のデータについては、清田研究室が地図情報や現地確認などを行い、メッシュデータとして整理したものを使用している。
- ・ 重回帰分析の結果は以下のとおりとなっている。裸地率、河川率、緑被率が高いほど、また、海岸からの距離が近いほど気温は低くなる。一方、道路率が高いほど、海岸からの距離が遠いほど気温は高くなる。

	重回帰式
海風時	$(-2.23 \times \text{裸地率}) + (-3.16 \times \text{河川率}) + (-0.09 \times \text{緑被率}) + (+0.25 \times \text{海岸線からの距離}) + 32.23$
陸風時	$(-1.15 \times \text{裸地率}) + (-1.47 \times \text{河川率}) + (-0.57 \times \text{緑被率}) + (+0.33 \times \text{道路率}) + (-0.19 \times \text{海岸線からの距離}) + 29.49$
夕風時	$(-0.65 \times \text{河川率}) + (-0.30 \times \text{緑被率}) + (+3.40 \times \text{道路率}) + (0.02 \times \text{海岸線からの距離}) + 28.25$

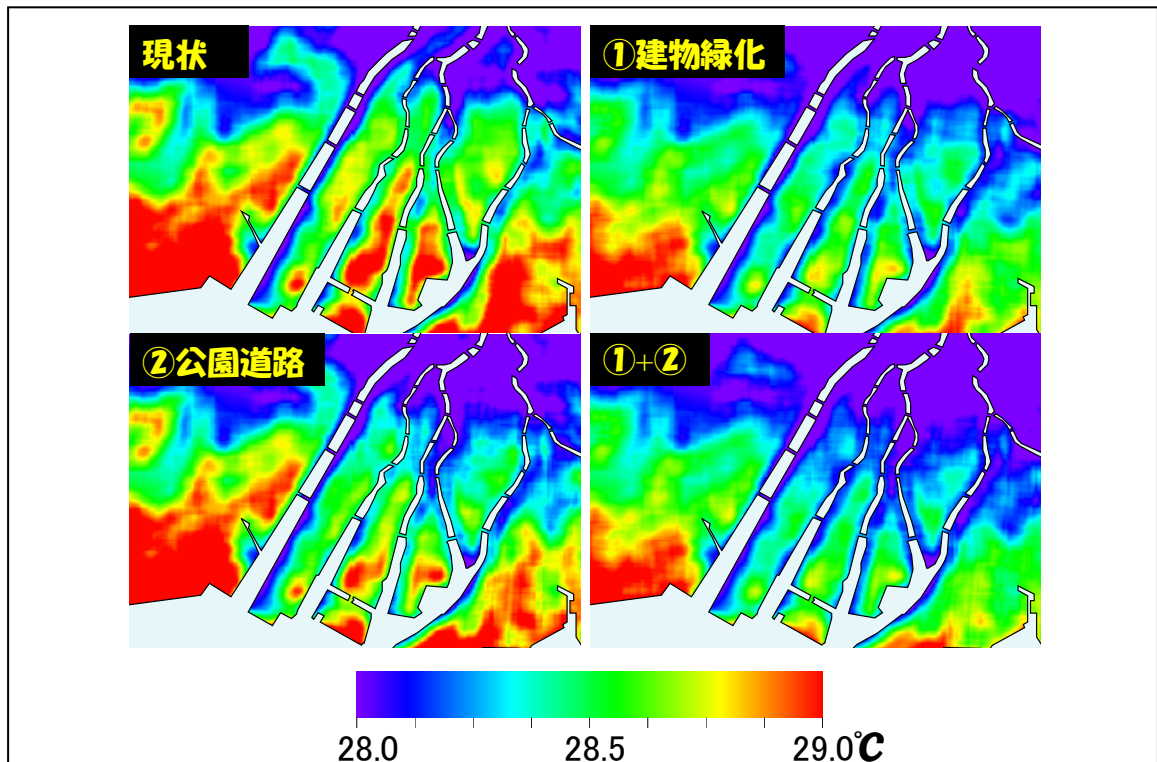
- ・ 図 3.1-19に示す資料は、以上の重回帰式を用いて、①建物緑化、②公園道路、③建物緑化+公園道路の導入の3パターンについて、推計を行ったものである。

資料：清田(忠志)、谷口、清田(誠良)「広島市広域圏の気候特性が地域環境に及ぼす影響に関する研究 その20 夏季の暑熱環境の緩和対策のシミュレーション結果」(日本建築学会大会学術講演梗概集(九州))(平成20年3月)
 清田(忠志)、清田(誠良)、谷口、中村「広島市広域圏の気候特性が地域環境に及ぼす影響に関する研究 その9 夏季の都市域における気温構成要因」(日本建築学会大会学術講演梗概集(近畿))(平成17年9月)



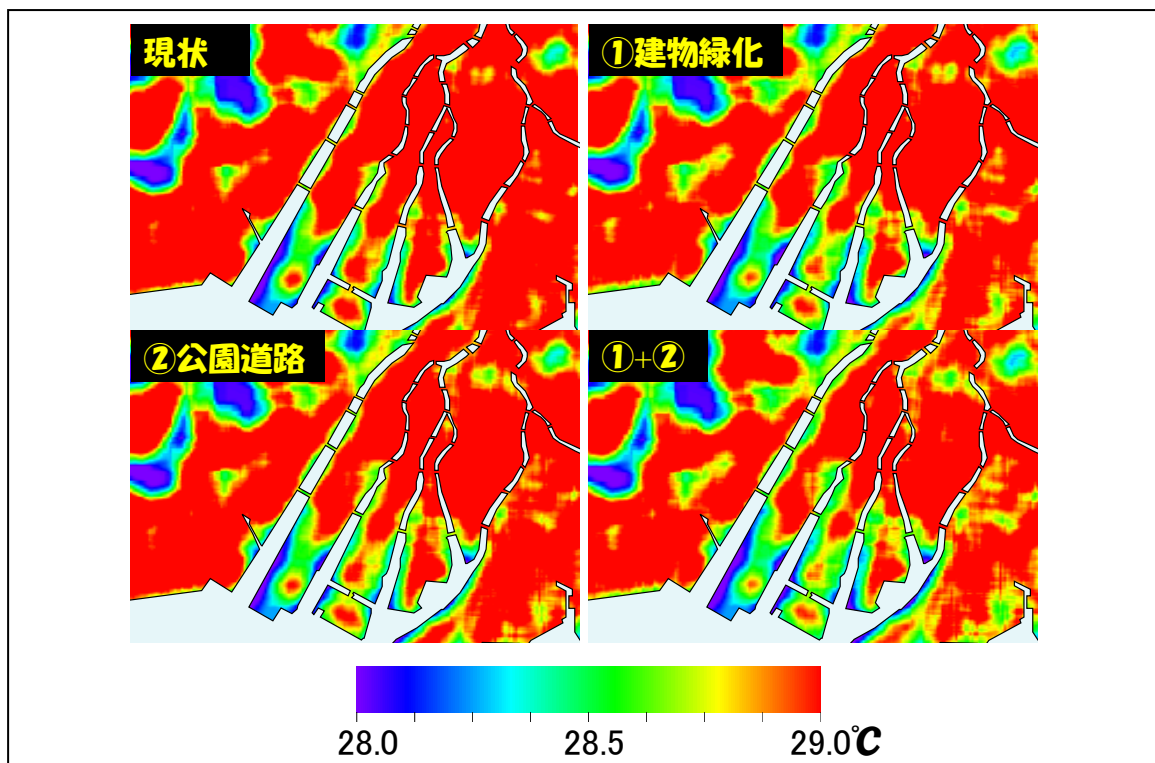
資料：広島工業大学清田誠良教授提供

図 3.1-19 (1) 海風時気温分布



資料：広島工業大学清田誠良教授提供

図 3.1-18 (2) 陸風時気温分布



資料：広島工業大学清田誠良教授提供

図 3.1-18 (3) 夕風時気温分布

表 3.1-28 緑化対策の効果

- ・ 海風時においては、建物緑化による対策では現状と比較して気温分布の差異は見られない。公園道路による対策では気温の低い領域が広がっていることが確認できる。建物緑化および公園道路による対策では、公園道路による対策と同様の傾向がうかがえる。
- ・ 陸風時においては、建物緑化による対策では現状と比較して風上側で緑地の緩和効果が認められる。公園道路による対策でも同様に風上側で陸風の緩和効果が認められる。建物緑化および公園道路による対策では、2つの対策の相乗効果により緩和効果が最も強く表れている。
- ・ 夕風時においては、建物緑化による対策では現状と比較して緑地の緩和効果が認められる。公園道路の対策においても緩和効果が見られ、特に平和公園周辺で緩和効果が確認できる。建物緑化および公園道路による対策では、2つの対策の相乗効果により緩和効果が最も強く表れている。
- ・ 都市中心部周辺において、緑地の緩和効果を考慮した建物緑化による対策および海陸風の緩和効果を考慮した公園道路による対策の2つを合わせた対策がどの時間帯においても現状の平均気温と比較して最も低くなる。その際、海風時に0.25℃程度、陸風時に0.3℃程度、夕風時に0.25℃程度の低下となる。

資料：清田(忠志)、谷口、清田(誠良)「広島市広域圏の気候特性が地域環境に及ぼす影響に関する研究 その20 夏季の暑熱環境の緩和対策のシミュレーション結果」(日本建築学会大会学術講演梗概集(九州))(平成20年3月)

1. -2-3 通風空間創出効果

大規模緑地や街路樹・屋上緑化等、都心部の熱環境の改善を図るための個別対策に加え、都市全体の構造を見直し、周辺の冷気を都心部に取り込むように工夫することで、地域の熱環境の改善につなげることができる。

例えば、臨海部では、温度の低い海風をまちの中に取り込むように、風をなるべく遮らないような建物形状・建物配置とすることで、涼しい海風が地域内に入り込むようにすることが挙げられる。また、臨海部以外でも、海からつながる河川が、海風を地域内に送り込む役割を果たしており、河川からの冷風を地域内に入り込むようにすることが考えられる。また、都心部の大規模緑地等からにじみ出している冷気を、風を利用してできるだけ広範囲に広げるよう、まちの配置等に工夫するも考えられる。

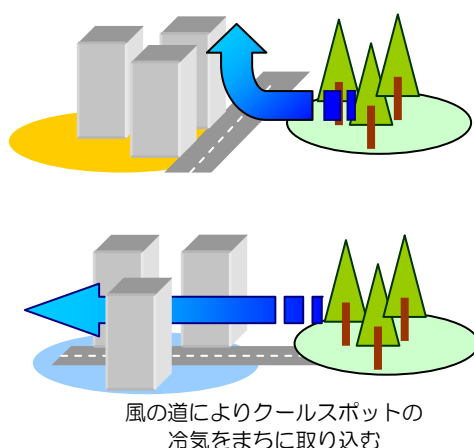


図 3.1-20 風の道による通風空間の確保

ホ. 分析の総括（考察）

ヒートアイランド現象の緩和施策は、直接的な CO₂ 削減ではなく、都市の熱環境改善による快適な生活空間の確保の観点で、低炭素型都市づくりに寄与する重要な取組のひとつであると考えられる。

今回、既往の研究成果を通じて、都市の集積や地表面被覆の人工化が進んだ広島市のような中枢中核都市においても、ヒートアイランド現象緩和施策とその効果として、大規模緑地の整備により冷気のにじみ出し効果が期待できること、屋上緑化や公園街路の導入により 0.3℃程度の気温低減効果が得られること、また、風の道の確保により地域の熱環境の改善につながることが確認できた。

このような対策は、単に地域全体の気温低下を図るというだけでなく、大規模緑地等の歩行者の休息スポット（クールスポット）確保や、緑陰の確保、風の道による酷暑緩和等による歩行環境の改善など、都市域における屋外空間の快適性の向上につながり、自動車から歩行あるいは自転車へと移動手段を転換することを促進する観点からも導入を進めていくことが考えられる。

(4) 他都市への適用可能性

建物の屋上や壁面の緑化は都市の特性に関わらず広く適用可能であるが、ヒートアイランド現象が顕著な都心部や中心市街地ほど、その効果が期待される取組である。都市全体で効果を発現するためには、まとまった緑化面積の確保が必要になるため、事業者への助成あるいは一定規模以上の建築物への義務化等の施策を講じる必要がある。

また、風の通り道確保によるヒートアイランド現象緩和の取組は、瀬戸内海等の海と河川空間を有する都市において適用可能な施策である。しかしながら、民間建築物の移転等の取組は短期的には困難であることから、河川沿いのオープンスペースや道路の再整備を行う際に行政が先導的に実施することが期待される。

3.2 中小都市・中山間地域モデル

地方中小都市・中山間地域のモデル地域として、津山市を対象とした検討を行う。

この地域は、人口減少、少子高齢化が進むなかで、郊外部の集落では生活サービス機能の維持が難しくなり、また一方で、市域の都市生活サービスの拠点となるべき中心市街地機能の衰退も重なっており、結果として生活サービスを受けるための交通流動が非効率になってきている。産業としては、瀬戸内地区ほどの大規模な製造業はなく、一方で、豊富な森林資源を活用した、林業が盛んである点特徴的である。

以上を踏まえ、以下の施策を導入した場合の効果や課題について検討を行うこととした。

- (1) 生活圏の機能分散連携型再建推進策
- (2) 森林管理・保全、林業振興、間伐材・製材端材の木質バイオマスとしての有効利用
- (3) 耕作放棄地を有効利用したエネルギー作物の栽培とそのバイオマスの有効利用

3.2.1 ケーススタディの位置づけ

我が国はその国土構造上、平野外縁部から山間に至る中山間地域を広大に抱えているが、中山間地域においては、一般的に傾斜・小区画農地等により農業生産性が低いことに加え、都市への産業・人口の集中が進む中で、その多くは過疎化、高齢化が進展し、生活の利便性も低下している。

中国圏も例外ではなく、その面積の74%は山地部が占めているが、他圏域とは異なる特徴として、中国圏の山地部は比較的なだらかであり、古代よりたたら製鉄や農林業等が営まれてきた歴史から、中山間地域に多くの小規模な集落が分散していることが挙げられる。こうした背景の下で長年にわたり人口減少が進展したため、世帯数20世帯未満の小規模集落が45.1%(全国平均28.5%)、高齢化率50%以上の高齢化集落が18.1%(全国平均12.7%)と、いずれも全国平均に比べてかなり高く、今後消滅の可能性がある集落が4%程度と予測されるなど、集落機能の消滅が危惧されている。

＊集落に関する数値出典：国土交通省「国土形成計画策定のための集落の状況に関する現況把握調査（2006年時点）」

こうした中山間地域の実態を見ると、環境負荷という観点からは以下のような点が指摘できる。

1) 生活圏構造分野

集落の衰退に加え、各中小都市も中心部の都市機能が衰退し、拠点性が薄れており、結果として周辺部から市街地への移動、あるいは市街地内における移動も自動車に依存せざるをえない状況となっており、エネルギー多消費構造の要因となっている。

2) 産業分野

中山間地域は、広大な森林資源を有し、温室効果ガスの吸収源としての役割、木質バイオマスといった持続的に利用可能な再生資源の供給ポテンシャルも保有しているが、人口減少と高齢化の進展により地域活力が低下し、手入れ不足の森林が増加していることから、そうしたポテンシャルの発揮が果たされていない状況にある。

また、農業は林業と並んで中山間地域の主産業と言えるが、先述の森林経営同様、地域活力の低下により耕作放棄地が増加しており、生産基盤としての土地資源が活かしていない状況にある。

本ケーススタディでは、上述の状況を踏まえ、中国圏における中小都市のモデルとして、岡山県津山市を取り上げ、津山市において構想・検討中の施策の効果を検証しつつ、各都市への適用可能性等について検討を行うものである。

3.2.2 津山市における実施・検討・構想中の都市環境施策

本項においては、検討の前段として、以下のとおり上述の中山間地域における中小都市の施策上の課題に照らして、津山市における取組を体系化してみることにする。

1) 津山市における現状

津山市は、岡山県中北部に位置し、平成 17 年に加茂町・阿波村・勝北町・久米町を編入して、面積 506.36km²、総人口約 10 万 8 千人の岡山県内第 3 の都市である。中国縦貫自動車道、国道 53 号等の道路、JR 姫新線・津山線・因美線等の鉄道が走り、市中心部の病院に加え広範囲に分散する診療所を備えており、高齢化に対応する高齢者支援施設も津山市地域包括支援センターを中心にサブセンターが 7 カ所に配置、行政サービスも合併前の各町村役場が支所として機能する等、地域連携に資する一定のストックを備えている。

しかし、人口減少、少子高齢化が進む中で、郊外部の集落では生活サービス機能の維持が難しくなり、市域の都市生活サービスの拠点となるべき中心市街地機能の衰退も重なっており、結果として生活サービスを受けるための交通流動が非効率になってきている。

一方、産業としては瀬戸内の臨海地区ほどの大規模な製造業はなく、豊富な森林資源を活用した林業が盛んな点が特徴的である。

2) 津山市において実施・検討・構想中の政策

(1) 生活圏構造分野

- ①生活圏の機能再編による交通効率化に資する施策
- ②公共交通の利用促進に資する施策
- ③自動車依存からの脱却に資する施策

(2) 産業分野

- ・森林資源関係
 - ①木質バイオマスの利用推進に資する施策
 - ②自然エネルギー活用の推進に資する施策
- ・資源作物関係
 - ①資源作物の栽培推進に資する施策
 - ②廃食用油の利用推進に資する施策
 - ③クリーンエネルギー自動車の普及を促進する施策

3.2.3 分野別に見た各種施策の考察・評価と他都市への適用可能性

1) 生活圏構造分野

(1) 施策の概要

生活圏構造分野における津山市の施策の概要について、以下のとおり整理を行った。

①生活圏の機能再編による交通効率化に資する施策	実施・検討状況
◇まとまりのある市街地の形成(津山市都市計画マスタープラン) ー道路、公園などの既存の都市施設を活用するとともに、中心市街地に効果的な公共投資を行い、民間企業の開発なども市街地に誘導することにより、コンパクトでまとまりのある市街地の形成を図る。	計画中 ・津山市都市計画マスタープラン（平成20年3月策定）に記載
◇地域生活拠点の確保（津山市都市計画マスタープラン） ー支所や公民館など一定の既存ストックの有効活用を図りつつ、ワンストップサービスの提供やラストワンマイルの整備など、生活圏としてそこで暮らす市民の日常生活に必要なサービス機能の強化・集積を促進することにより、地域生活拠点の確保を図る。	計画中 ・津山市都市計画マスタープラン（平成20年3月策定）に記載
②公共交通の利用促進に資する施策	
◇バス交通の充実 ーごんごバス路線の見直し検討、市街地循環バス路線の検討、高齢者等の交通弱者及び市民の移動手段を確保するための地方路線バスの確保、地域との協働による地域に根ざした新しい交通システムの検討を行う。	実施中 ・津山市都市計画マスタープラン（平成20年3月策定）に記載 ・津山市地域公共交通総合連携計画（平成22年3月策定予定）に記載 ・2010年10月以降順次運行開始予定
③自動車依存からの脱却に資する施策	
◇車の使い方見直しプロジェクト ーエコドライブの実践、徒歩や自転車、公共交通機関の利用など自動車に依存しない交通手段への移行を進める	計画中 ・津山市地球温暖化対策地域推進計画（平成21年3月策定）に記載

(2) 施策の検証・考察

分散型の地域構造のため日常活動による移動を自動車に依存せざるをえない津山市では、まとまりのある市街地の構成、地域における生活拠点を確保することで生活圏を再編し、日常活動の移動目的地を変化させることは、移動効率の面から見て有効と考えられる。

さらに、少子高齢化社会の進展を踏まえた交通弱者の保護の面から見ると、公共交通の充実が必須のもので、その有効性が強く期待される。また、「車の使い方見直しプロジェクト」は過度な自動車依存を緩和し、歩行者や自転車利用者の安全を確保すること、公共交通結節点の利便性を高めることで、交通弱者保護に資することが期待される。

(3) 施策による効果の試算

7. 検討の狙い

人口減少、少子高齢化が進む地方中小都市において、郊外部の中山間地域の集落では生活サービス機能を維持することが難しくなっており、市域の都市生活サービスの拠点となるべき中心市街地機能の衰退も重なり、各種生活サービスの維持確保のために、拡散的、非効率な交通流動、エネルギーの多消費が発生している。

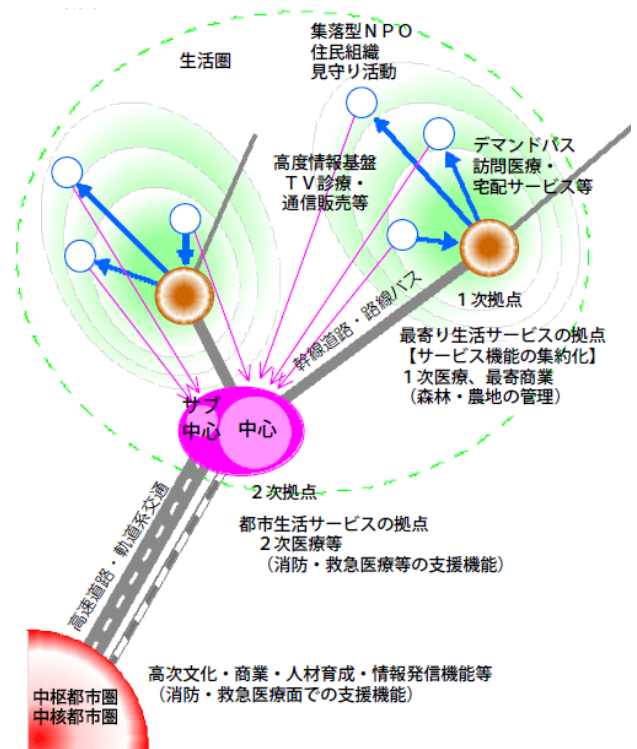
これにより、環境・エネルギー面のみでなく、地域住民の日常生活における利便性に関しても、影響が生じるものとなっている。

このため、集落地の住民においては、乗合タクシーや買い物代行、中心地までの公共交通の確保といった、日常生活を支える移動環境への対応が求められている状況にある。

以上の点から、地方中小都市では、いくつかの集落がまとまって、身近な地域での生活が維持できる最寄りの生活サービス機能を1次拠点に重点配置し、1次生活圏を構成するとともに、中心市街地を2次拠点として都市生活サービス機能集積を図り、各集落・拠点間を結ぶ効率的な移動交通手段を確保し、定住できる生活圏の分散配置と相互連携を実現することが求められる。

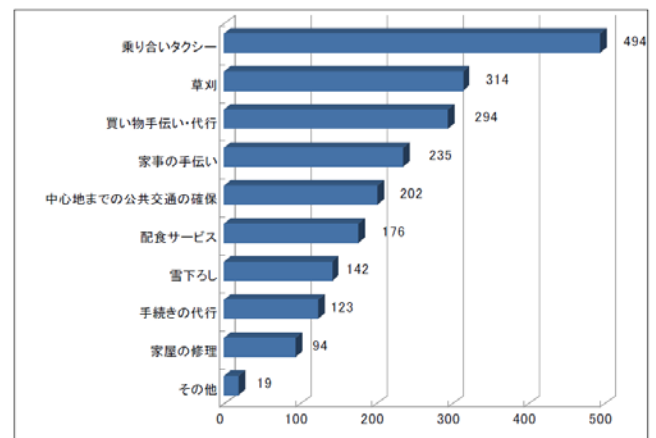
これにより、市民の日常生活に係る自動車移動にあたって、1次生活圏を越えた移動から、距離の短い1次生活圏内の移動への転換を促すこととなるため、低炭素型の生活圏へと再編されるものと捉えることができる。

したがって、ここでは、岡山県津山市をモデルとして、地域拠点に対する生活サービス施設の立地を誘導し、1次生活圏を基礎とする生活圏構造の再編を図った場合に、期待されるCO₂排出量の削減量の試算を行う。



資料：中国圏広域地方計画計画プロジェクト参考資料
〔中国地方整備局〕

図 3.2-1 生活圏のイメージ



資料：生活サービス機能の確保に関する調査
〔中国地方整備局〕

図 3.2-2 将来的に集落において必要となる日常生活

4. 現況把握

4-1 交通ネットワーク体系の整理

次ページに、津山市における公共交通（鉄道）のネットワーク体系を示した。

津山市においては、中国自動車道や国道 53 号、179 号、181 号、429 号等、J R 姫新線や津山線等、市南部を東西方向に横断する交通軸が中心となっているほか、南北に細長く伸びる地形においても J R 因美線等が存在し、地域連携に資する交通体系のストックが確保されている。

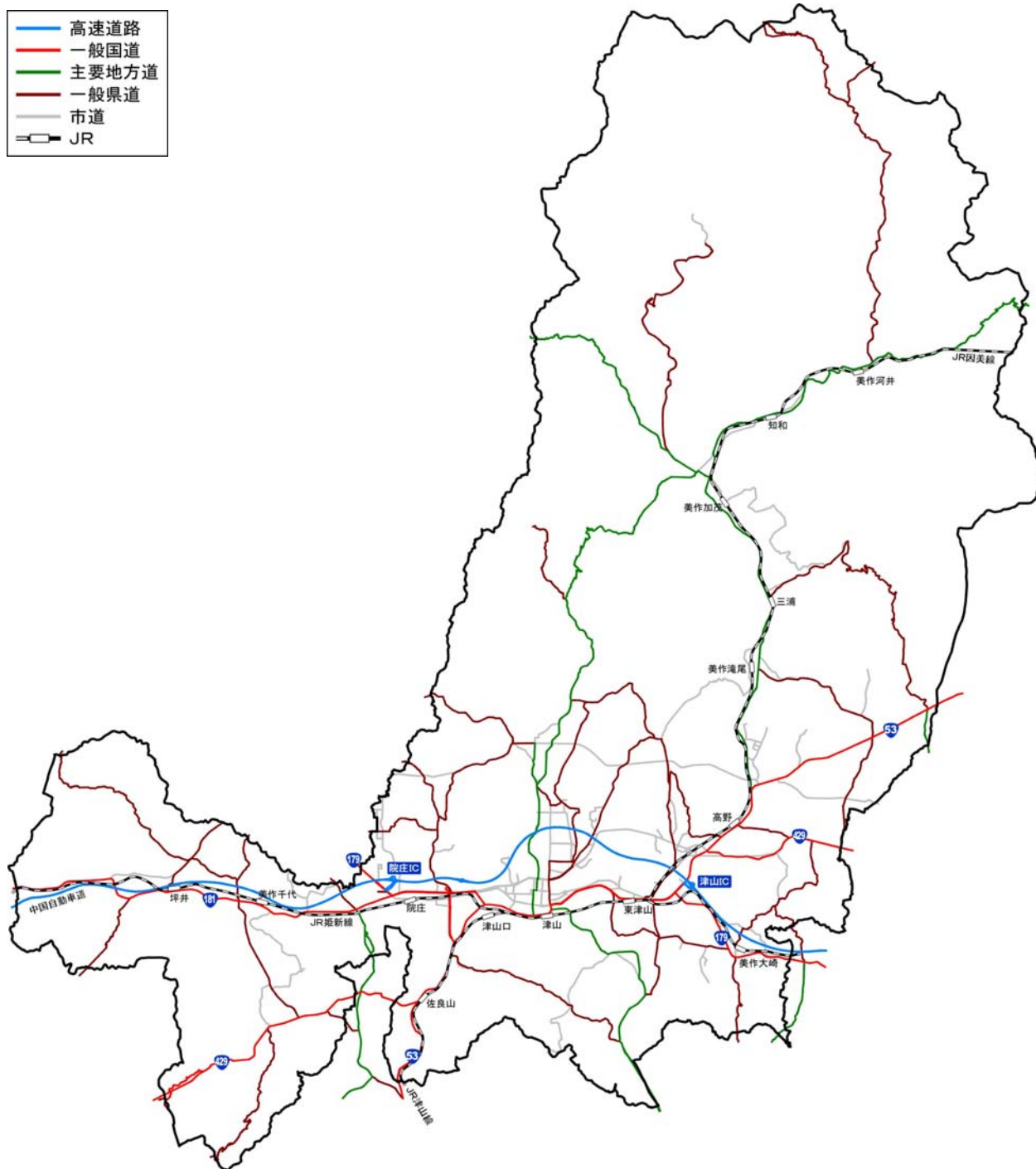
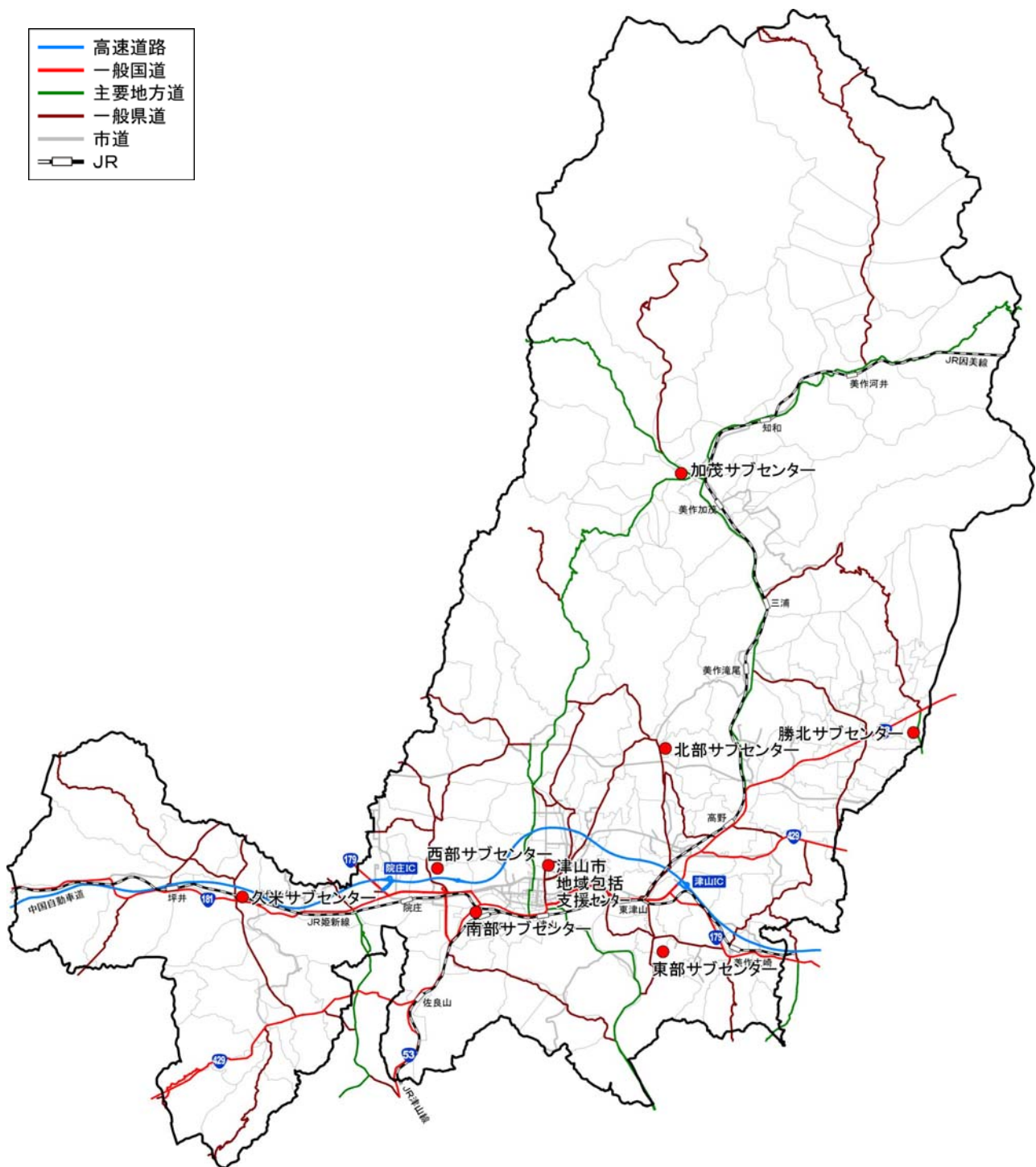


図 3.2-3 津山市の交通体系

4.-2-2 高齢者支援（地域包括支援センター）

地域包括支援センターを中心に保健・医療・福祉関係機関との連携を深め、サブセンターを市内に分散配置することにより、相談体制の整備、ケア体制の充実を図るものとなっている。



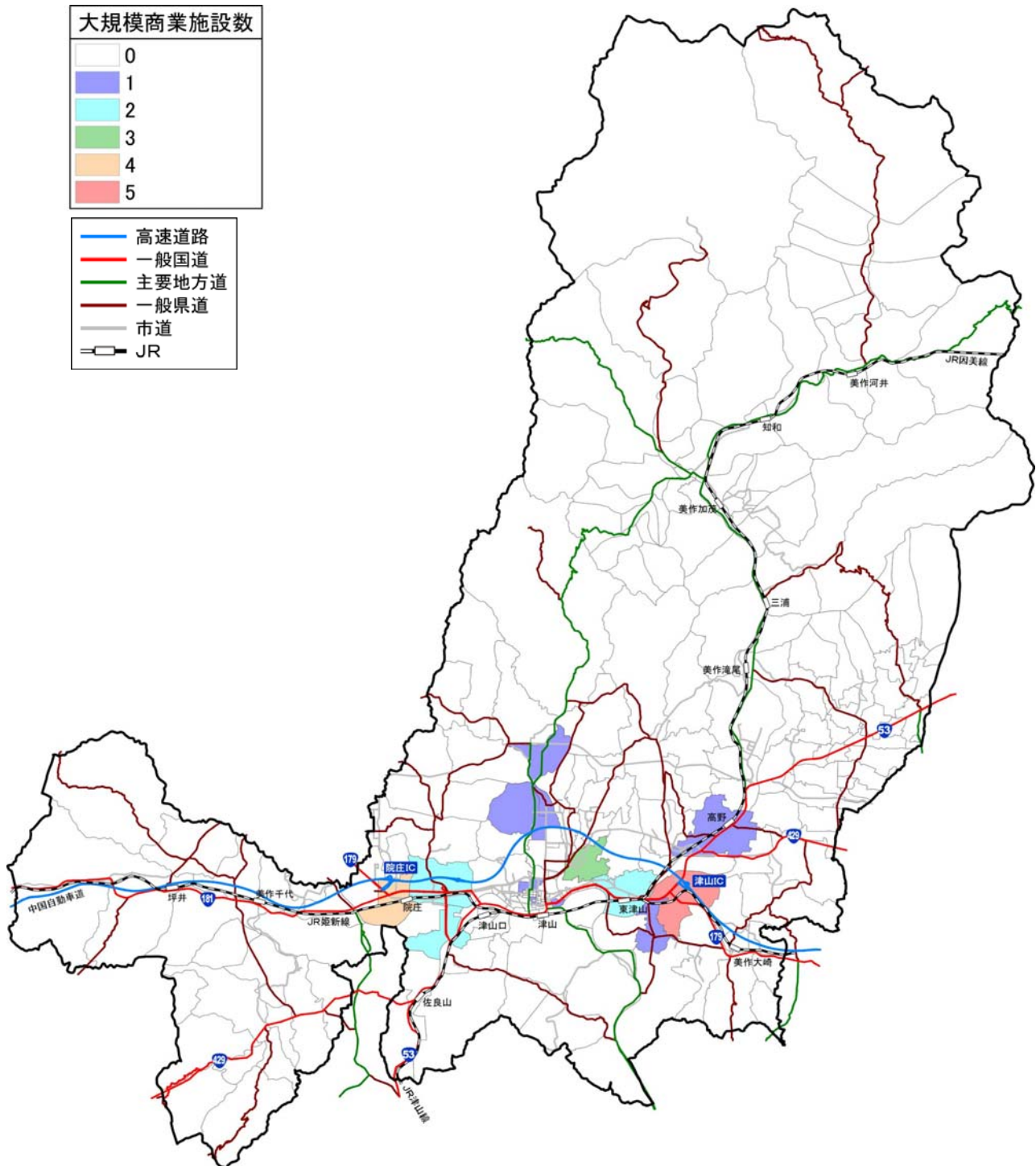
資料：津山市提供資料

図 3.2-5 地域包括支援センターの状況

4.-2-3 買い物サービス機能

津山市における、拠点的な買い物サービスを担う施設として、大規模小売店舗〔1,000㎡以上〕の、町丁目別の分布状況を以下に示す。

これらの施設は市中心部に集中する傾向にあり、市中心部は買い物活動における求心性を高めるものとなっている。

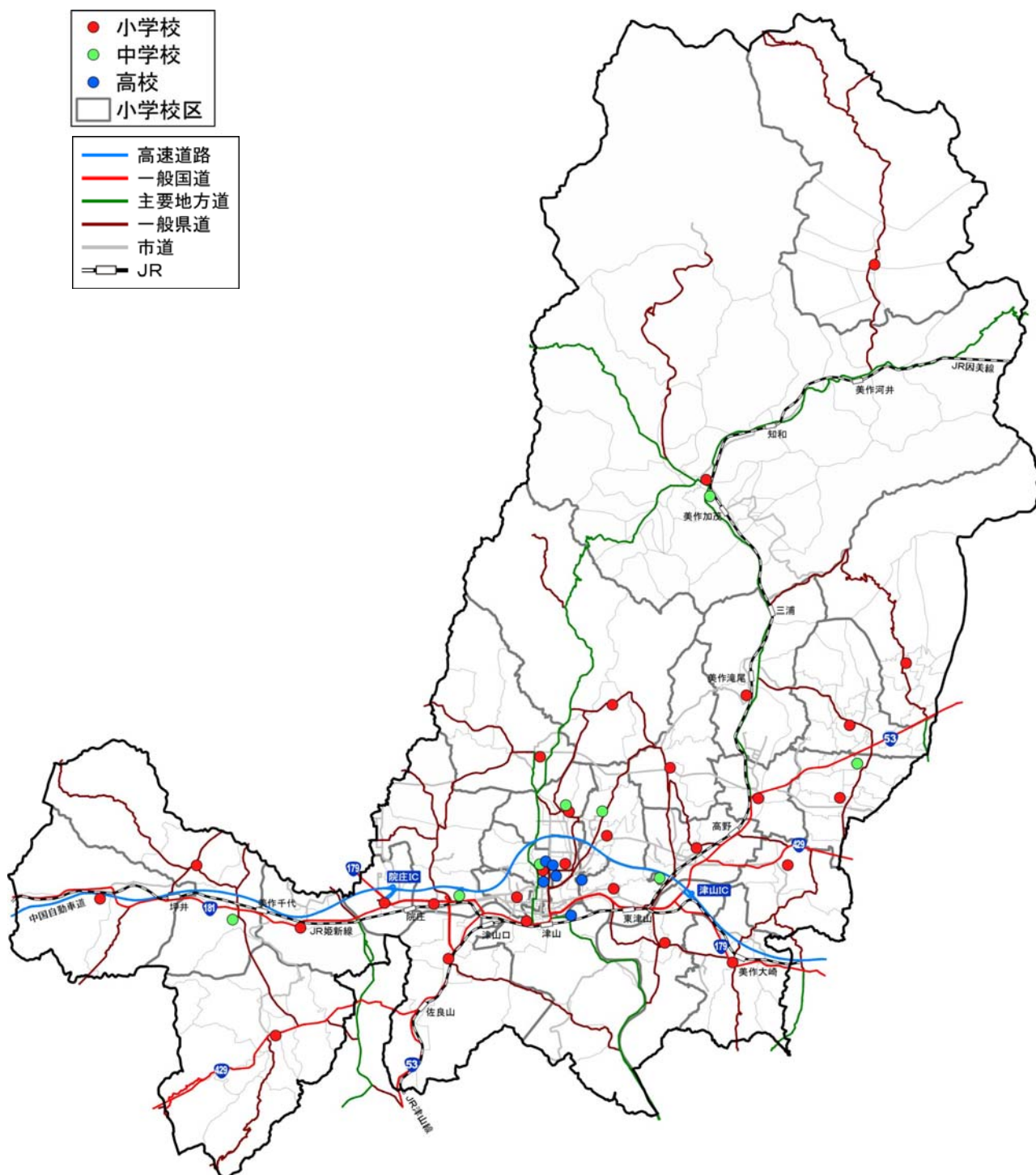


資料：全国大型小売店総覧 2010（東洋経済新報社）

図 3.2-6 買い物施設の状況（町丁目別大規模小売店舗数〔1,000㎡以上〕）

4.-2-4 教育サービス機能

津山市における、教育サービスを担う、小中学校・高校の分布状況を以下に示す。
 小・中学校は、市内に分散配置されているが、高校は市中心部に集中する傾向にある。



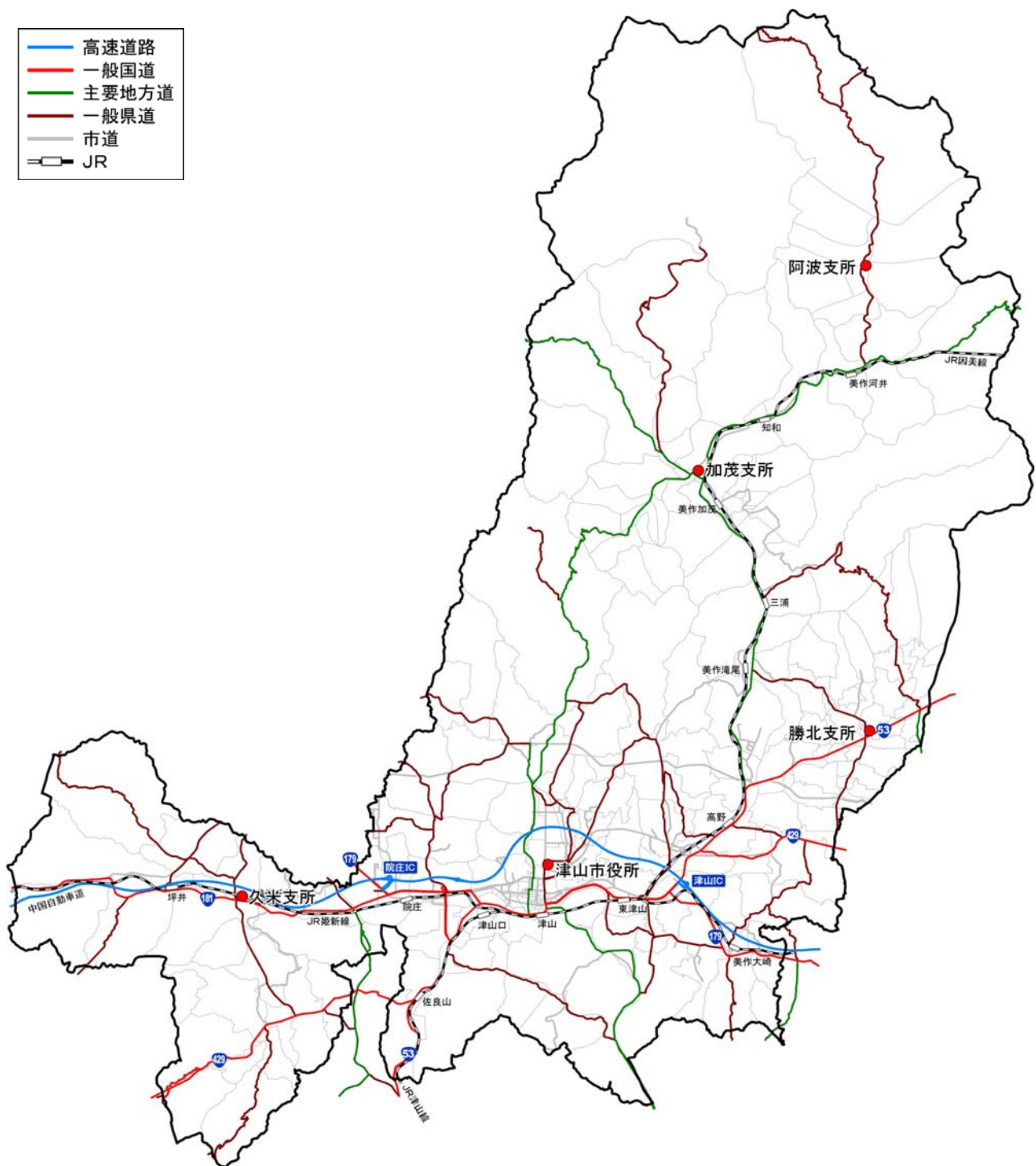
資料：津山市暮らしの便利帳 2009 保存版（発行：津山市）

図 3.2-7 教育施設の状況（小中学校・高校の分布）

4.-2-5 行政サービス機能

行政サービスを担う、市役所や支所の分布状況を以下に示す。

支所は、地域サービスを担う拠点として、市内に分散配置されている。



資料：津山市暮らしの便利帳 2009 保存版（発行：津山市）

図 3.2-8 行政施設の状況（市役所、支所の分布）

ウ. 効果の試算

津山市における市民の日常生活に係る自動車移動は、市外を含め、様々な目的地に分散しているのが現状である。

このような状況にあるなか、中国圏広域地方計画プロジェクトに位置づけられている生活圏の再編の考え方を踏まえて、CO₂排出量の少ない都市構造を形成していくうえで、様々な目的地に分散していた日常生活に係る自動車移動の目的地を、近隣にある1次拠点（1次生活圏内の地域拠点）における最寄生活サービス機能集積により、1次拠点への移動を誘導するとともに、その移動を相乗りや公共交通機関等に転換させていくことが重要となる。

このため、ここでは、市内の各地域から自地域内及び1次拠点以外に向かう流動の一定割合（10%、20%、30%）を1次拠点に向かわせるとともに、1次拠点に向かわせる流動の一定割合（10%、20%、30%）を相乗りや公共交通機関等に転換させた場合の効果について試算を行うものとする。

以上の考え方に基づく、ケース設定は以下の通りで、これらについて、CO₂排出削減量の変化を算出する。

表 3.2-1 低炭素都市に向けたケース設定

ケース	市内移動における 1次拠点移行率 ^{注1)}	1次拠点移動者の 手段転換割合 ^{注2)}
ケース1-1	10%	0%(転換なし)
ケース1-2		10%
ケース1-3		20%
ケース2-1	20%	0%(転換なし)
ケース2-2		10%
ケース2-3		20%
ケース3-1	30%	0%(転換なし)
ケース3-2		10%
ケース3-3		20%

注1) 「市内移動における1次拠点移行率」とは、「市内の各ゾーンから「自ゾーン内及び1次拠点、市外」以外に向かう移動のうち、1次拠点に向かわせる割合」を指す

注2) 「1次拠点移動者の手段転換割合」とは、「市内各地域から1次拠点への移動者（自動車利用）の相乗りや公共交通機関等への転換割合」を指す

ウ-1 CO₂削減効果の試算方法

CO₂ 排出削減量の試算フローを以下に示す。

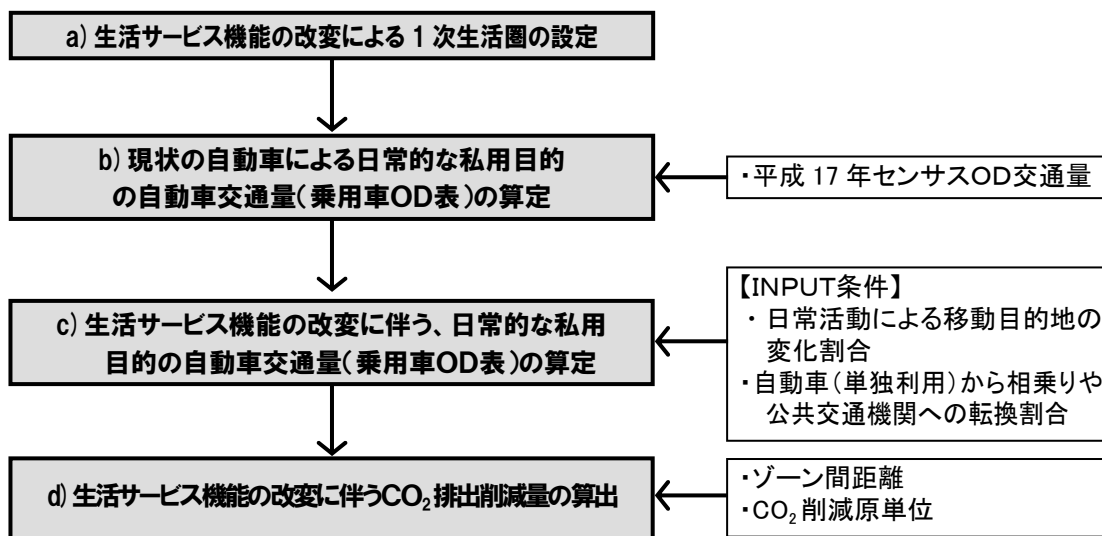


図 3.2-9 CO₂削減効果の試算フロー

試算フローに基づく試算手法について、以下に示す。

ウ-1-1 生活サービス機能の変更による1次生活圏の設定

上記生活サービス機能の利用実態も踏まえ、生活サービス機能の変更による1次拠点の形成をにらんだ1次生活圏を設定する。

[1次生活圏の設定の考え方]

- ・津山市全域を2次生活圏とし、津山市の中心部を2次拠点（周辺地域に対する1次拠点を兼ねる）と設定する。
- ・そのうえで、生活サービス機能の利用実態等を踏まえ、1次拠点を設定する。
- ・1次生活圏として、1次拠点を中心に、市内の町丁目を集約して背後圏となる領域を設定する。

[1次生活圏の設定結果]

- ・設定結果は、次ページの通り。
- ・津山市においては、5つの1次生活圏を設定するものとしている。

なお、2次拠点は、津山市全域へのサービスを想定した拠点であり、現状では生活圏1の1次拠点（津山市の中心部）への集積強化を図ることが望まれる。ただし、現状では国道53号沿道等（津山IC、院庄IC周辺）においてロードサイド型商業施設が集積しており、これらが2次拠点の機能を果たしている状況にある。

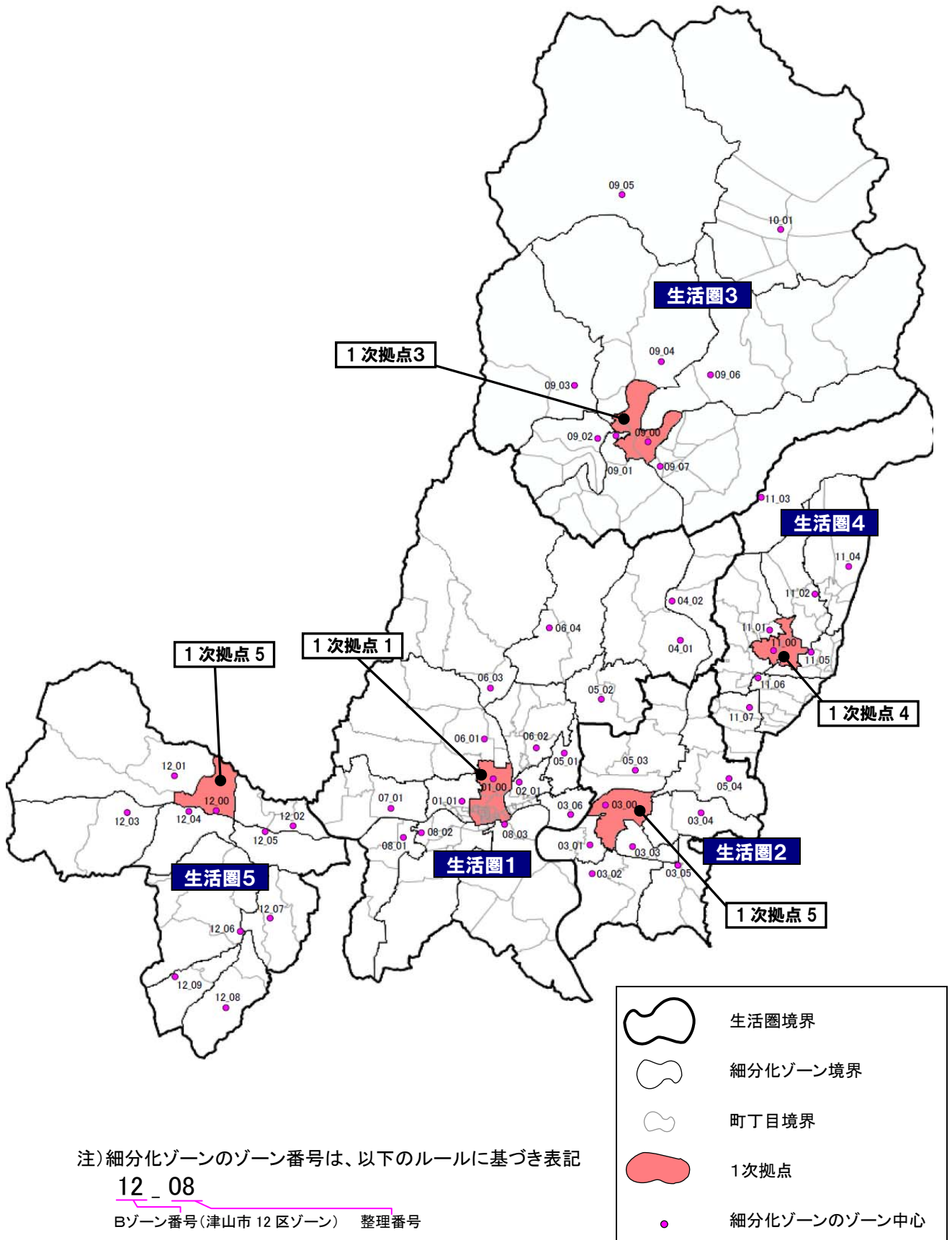


図 3.2-10 津山市における1次生活圏の設定結果

ウ. -1-2 現状の自動車による日常的な私用目的の自動車交通量（乗用車OD表）の算定

平成17年道路交通センサスODデータをもとに、1次生活圏を考慮した、日常的な私用目的に係る乗用車OD表を作成する。

ウ. -1-2-1 津山市に関連する日常的な私用目的に係る車種別のBゾーンOD表の作成

平成17年道路交通センサスODのトリップマスターデータから、津山市に関連する日常的な私用目的に係る乗用車のOD表（Bゾーン単位；津山市は12ゾーンで構成）を作成する。

なお、日常的な私用目的は、道路交通センサスODによる目的のうち、家事・買物、食事・社交・娯楽（日常生活圏内）、その他私用（通院・習い事など）とする。

ウ. -1-2-2 細分化ゾーンの設定

1次拠点と、その周辺の1次生活圏の関係が明確になるようなゾーン区分を行う。（図 3.2-10 参照）

ウ. -1-2-3 細分化した乗用車OD表の作成

Bゾーンを上記で設定した細分化ゾーンに分割し、細分化した乗用車OD表を作成する。

OD表の分割にあたっては、Bゾーンにおける細分化ゾーンの人口比率を、H17国勢調査による津山市内町丁目別人口を用いて算定し、Bゾーンの発生・集中交通量に対して、細分化ゾーンの人口比率を乗じて分割を行った。

なお、市外のゾーンについては、岡山県内については市町村単位、県外については都道府県単位でゾーンを設定している。

下表には、細分化したゾーン単位にみた、日常的な私用目的に係る移動先を整理した。

現状では、生活圏の再編が行われていない状況にあるため、1次拠点へ向かう割合は平均値が9.1%と小さい割合となっている。

表 3.2-2 各生活圏における、日常的な私用目的に係る移動先

	移動先									
	細分化ゾーン内		1次拠点		その他市内		市外		合計	
生活圏1	2,017	11.6%	1,700	9.8%	11,442	66.0%	2,180	12.6%	17,339	100.0%
生活圏2	307	7.3%	294	7.0%	3,016	72.1%	567	13.6%	4,184	100.0%
生活圏3	101	8.8%	203	17.7%	758	66.0%	87	7.6%	1,149	100.0%
生活圏4	66	5.7%	44	3.8%	837	72.1%	214	18.4%	1,161	100.0%
生活圏5	14	1.8%	8	1.0%	652	83.1%	111	14.1%	785	100.0%
合計	2,505	10.2%	2,249	9.1%	16,705	67.9%	3,159	12.8%	24,618	100.0%

注) 表中の「細分化ゾーン内」については、1次拠点における細分化ゾーン内々移動分は含まない(表中の「1次拠点」に含む)

ウ. -1-3 生活サービス機能の改変に伴う、日常的な私用目的の自動車交通量（乗用車OD表）の試算

生活サービス機能の改変、生活圏の再編に伴う1次・2次生活圏における、市民の日常活動パターンの変化を想定する。

想定する活動パターンの変化は、以下の2点とする。

- ・ 日常活動による移動目的地の変化
- ・ 自動車（単独運転）から相乗りや公共交通機関への転換

上記の市民の日常活動パターンの変化を考慮して、生活サービス機能の改変に伴う、日常的な私用目的の乗用車OD表を作成するものとする。

I. 1-3-1 日常活動による移動目的地の変化

生活サービス機能の改変に伴う、各細分ゾーンに居住する市民の日常的な私用目的での移動について、「①自地域内及び②1次拠点、③市外」以外に向かう移動の一定割合（10%、20%、30%）を1次拠点に向かわせるものとする。

※自地域内及び市外については、生活サービス機能の改変による移動の変化は生じないものとする。

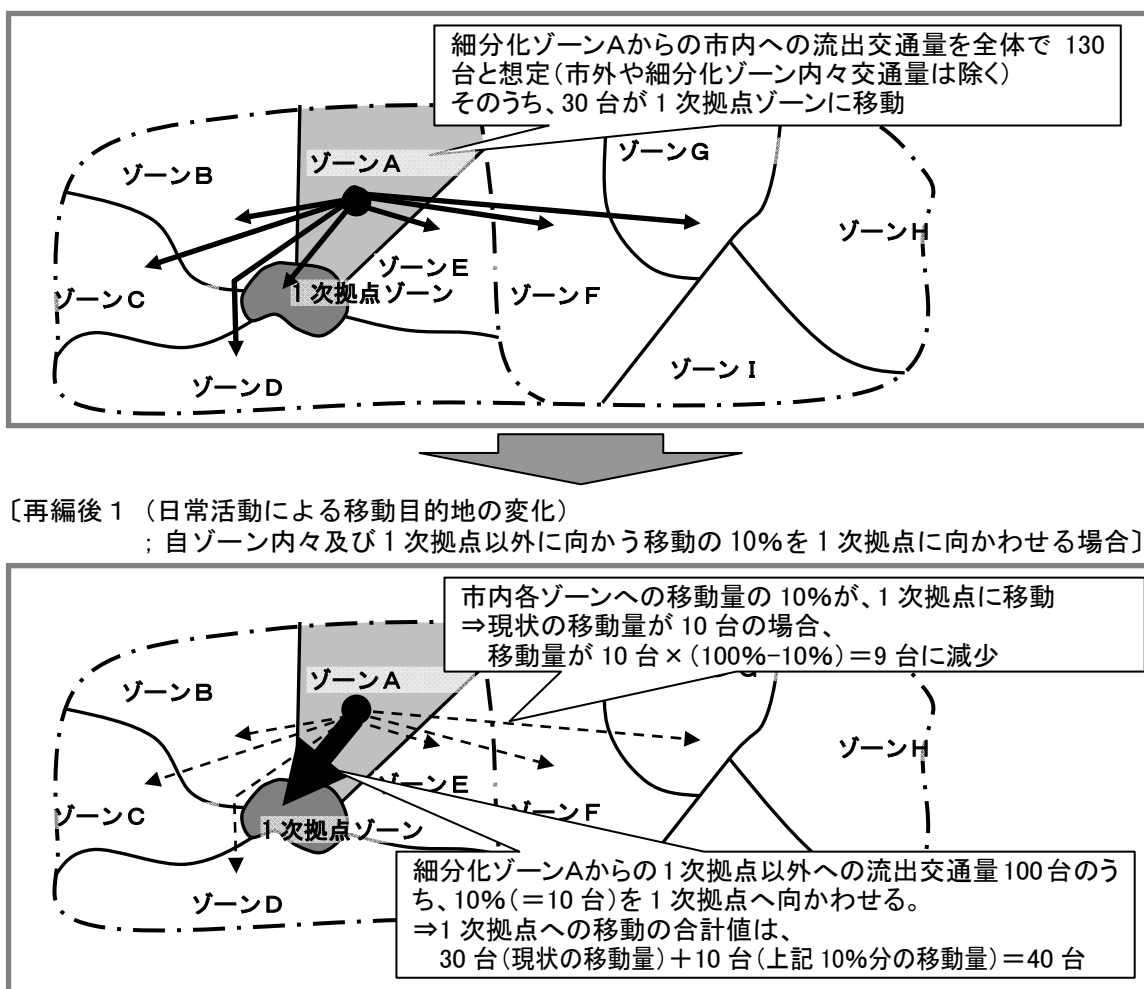


図 3.2-11 生活サービス機能の改変に伴う日常的な私用目的における流動変化のイメージ 1

I. 1-3-1 自動車の相乗りや自動車から公共交通機関への転換

上記の結果に対して、さらに、1次拠点へ移動する乗用車交通の一部を、相乗りや公共交通に転換させる。

つまり、現在の日常的な私用目的で、市内の各細分ゾーンから1次拠点に向う移動の一定割合（10%、20%、30%）を相乗りや公共交通機関等に転換させるものとして、減少させた場合の影響について試算を行うものとする。

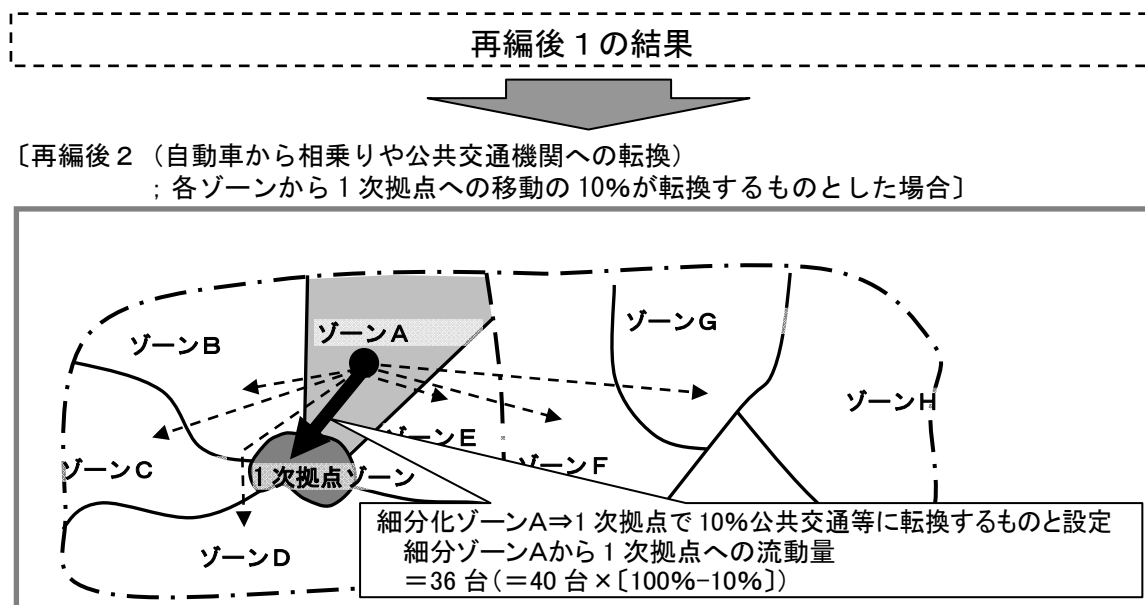


図 3.2-12 生活サービス機能の改変に伴う日常的な私用目的における流動変化のイメージ 2

ウ. -1-4 生活サービス機能の改変に伴う CO₂ 排出削減量の算出

現状と生活サービス機能の改変後の車種別 OD 交通量の変化に基づき、津山市に係る車種別の自動車交通の総走行台距離を算定する。

走行台距離の算定にあたって、津山市内のゾーン間においては、津山市の各ゾーンのゾーン中心間の距離（道のり）を用いるとともに、津山市内外間の場合においては、津山市内の B ゾーンと市外ゾーン間との平均走行距離（センサスデータ）を用いるものとする。

この走行台距離に対して、市区町村別自動車交通 CO₂ 排出量推計データ提供システム（環境省総合環境政策局 環境計画課）による津山市の CO₂ 排出原単位（267.3g-CO₂/km）を乗じて、CO₂ 排出削減量を算出する。

以上を踏まえ、上記のパターンにおける設定値を段階的に設定した場合の CO₂ 排出削減量の変化を算出する。

ウ-2 削減効果の試算結果

ウ-2-1 生活圏の再編によるCO₂削減効果のイメージ(阿波地区を対象とした分析プロセスの例)

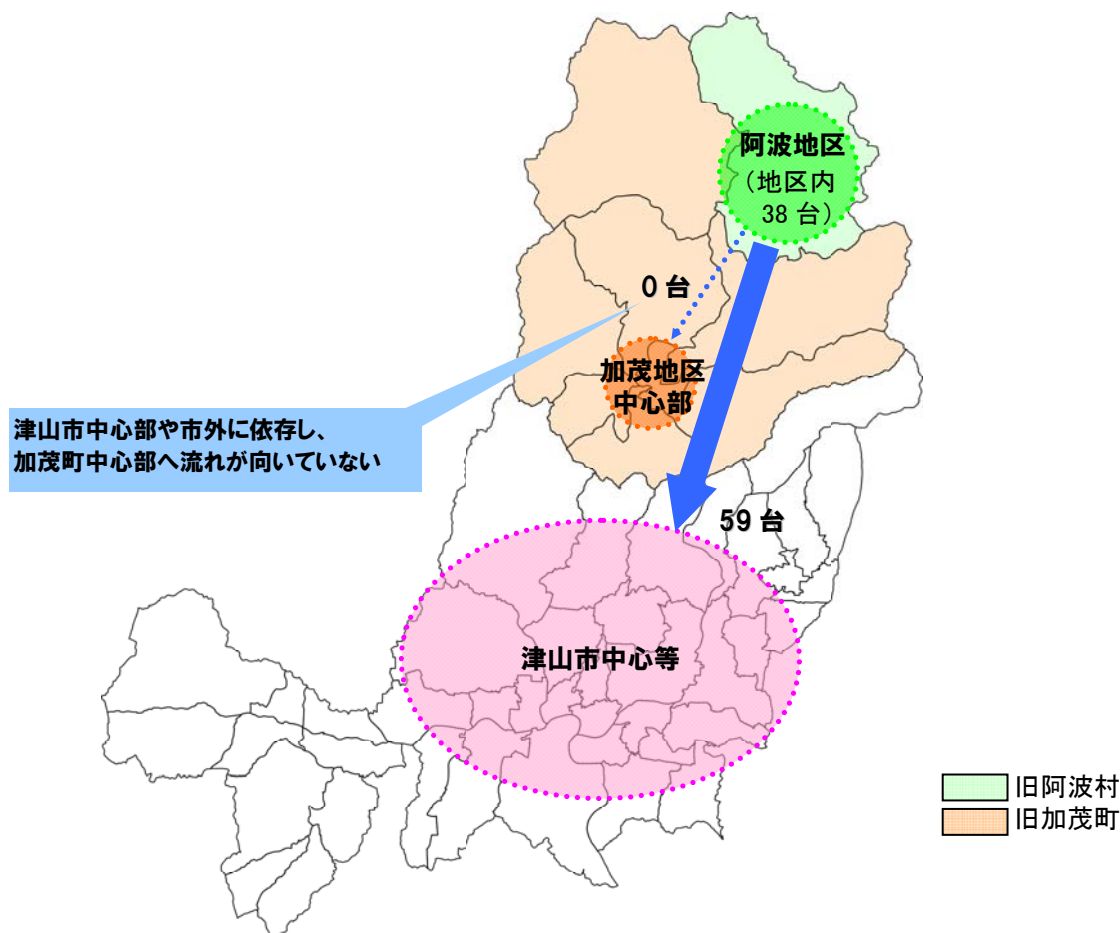
ここでは、津山市をモデルとした削減効果を試算するにあたって、阿波地区を例として分析プロセスを示すものとする。

津山市の阿波地区(旧阿波村)では、地区内や隣接する加茂地区(旧加茂町)に、買い物の場等が少ない。そのため、自動車を日常的な使用目的(買物および娯楽等)として利用する地区住民は、ロードサイド型商業施設等の集積が見られる中心部付近や市外へ流動している。

平成17年道路交通センサスODデータによると、阿波地区を起点とする日常的な私用目的の自動車交通107台/日のうち、38台/日(35.5%)が地区内で、その他の交通のうち59台/日(55.1%)が津山市中心部、10台/日(9.3%)が市外を目的地としている。

一方、隣接する加茂地区へ日常的な私用目的で向かう自動車はほとんど存在しないものとなっている。(平成17年道路交通センサスODデータでは0台/日)

※なお、道路交通センサスにあたっては、サンプルを拡大した交通量に基づくものであるため、人口の小さい地区等では、交通量が0等の偏った傾向が生じるものとなっていることに留意が必要である。



資料：平成17年道路交通センサス

図 3.2-13 阿波地区を起点とする日常的な私用目的の自動車交通の流動

このように、人口減少、少子高齢化が進むなか、中山間地域の集落では生活サービス機能の維持が難しくなり、少し離れたロードサイド型商業施設等に依存した、拡散的、非効率な交通流動、エネルギーの多消費などの問題が生じている。

これらの問題に対する解決の一例として、下記のようなシミュレーションを試みた。

まず、阿波地区及び加茂地区を1つの生活圏（加茂・阿波地域）と捉え、加茂地区の中心部（加茂支所付近）を対象に、都市サービス機能を集積させ、1次拠点とする。

次に、阿波地区から、「自地区内及び加茂地区の中心部」以外の市内に向かっていた交通の30%を「加茂地区の中心部」（1次拠点）に転換させるものとする。

すなわち、少し離れた市内のロードサイド型商業施設等に向かっていた自動車交通を近い位置にある「加茂地区の中心部」（1次拠点）へ向かわせるものとする。

このような移動転換を図ることにより、阿波地区を起点とする日常的な私用目的の自動車交通 107 台/日のうち、「加茂地区の中心部」（1次拠点）に向かう自動車が 18 台/日（16.5%）と、大幅に増加するものとなっている。

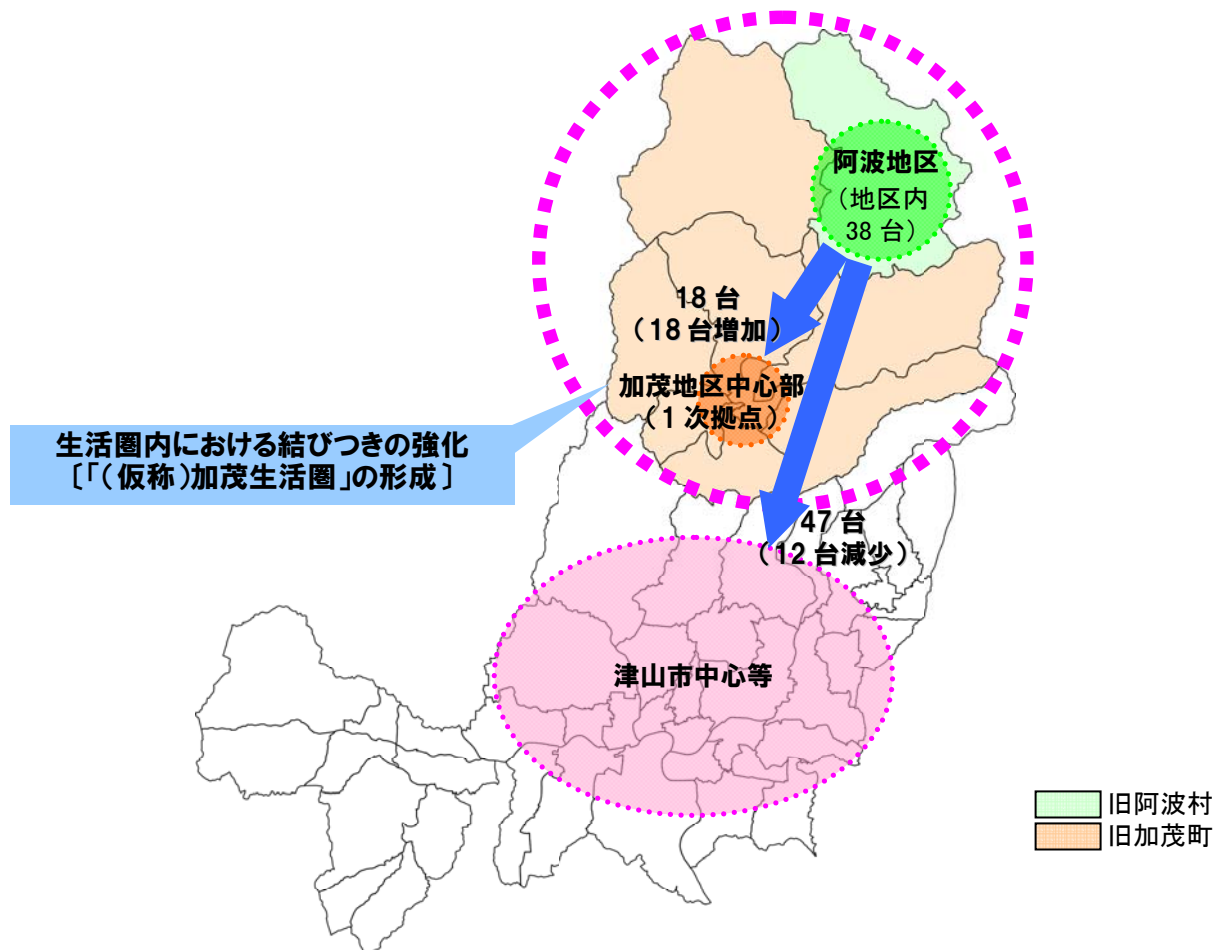
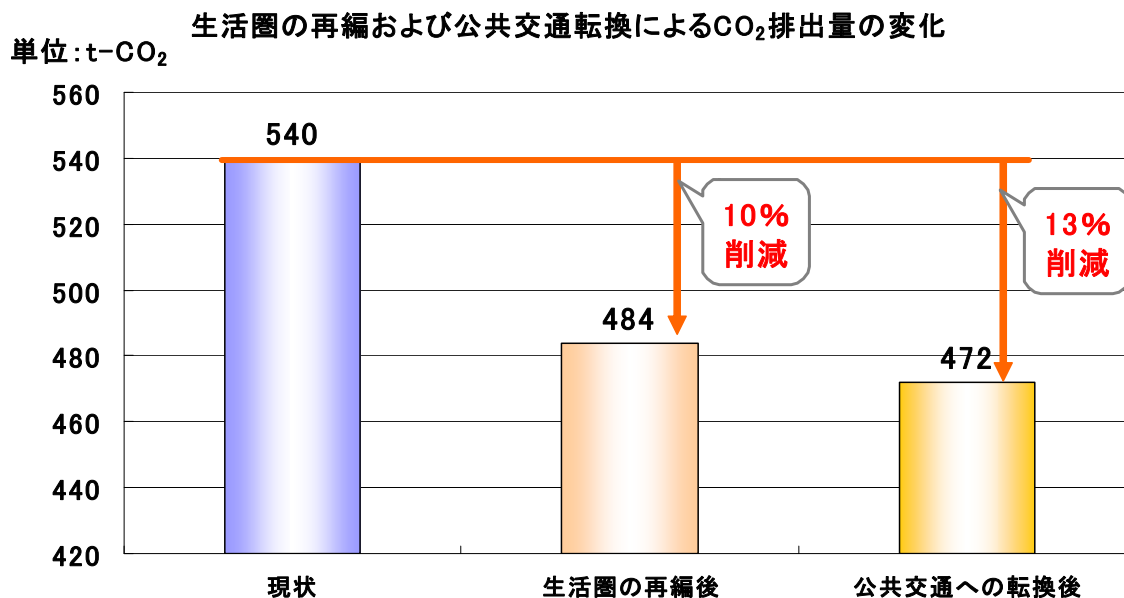


図 3.2-14 生活圏の再編による阿波地区を起点とする
日常的な私用目的の自動車交通の流動の変化

これにより、阿波地区の日常的な私用目的での自動車利用者の移動距離を短縮させることが可能となり、CO₂ 排出量も、現状の 540t-CO₂/年から、生活圏の再編後は 484t -CO₂/年と、56t-CO₂/年（10.3%）減少させることとなる。

さらに、公共交通の利用促進により、「加茂地区の中心部」（1次拠点）への自動車交通が、相乗りや市営阿波バス等の公共交通へ 30%程度転換するものとした場合、CO₂ 排出量は、472t-CO₂/年へと、全体で 68t-CO₂/年（12.6%）減少するものとなる。



注) 上記は中国地方整備局独自の試算値である。

図 3.2-15 生活圏の再編による阿波地区を起点とする日常的な私用目的自動車交通による CO₂ 排出量の変化

ウ. -2-2 生活圏の再編による CO₂ 削減効果の試算結果

前項の例では、阿波地区単独での状況を示したが、津山市全体で「市内移動における 1 次拠点移行率（日常活動による市内移動目的地が 1 次拠点に移行する割合）」と「1 次拠点移動者の手段転換割合（自動車から相乗りや公共交通機関等への転換割合）」という、転換条件を変化させた場合の、日常的な私用目的自動車交通から排出される CO₂ の削減効果の試算結果を以下に示す。

表 3.2-3 日常的な私用目的自動車交通（乗用車）から排出される CO₂ 排出削減効果

	ケース		試算結果			参考
	市内移動における 1 次拠点移行率 ^{注1)}	1 次拠点移動者の 手段転換割合 ^{注2)}	CO ₂ 排出量 (t / 年)	CO ₂ 排出 削減量 (t / 年)	CO ₂ 排出 削減率	1 次拠点への 移動割合 (平均値) ^{注3)}
現状	—	—	40.0		—	9.14%
ケース 1-1	10%	0% (転換なし)	39.0	▲1.0	▲2.6%	15.92%
ケース 1-2		10%	38.8	▲1.2	▲3.0%	
ケース 1-3		20%	38.6	▲1.4	▲3.5%	
ケース 1-4		30%	38.5	▲1.6	▲4.0%	
ケース 2-1	20%	0% (転換なし)	38.0	▲2.1	▲5.2%	22.71%
ケース 2-2		10%	37.7	▲2.3	▲5.8%	
ケース 2-3		20%	37.4	▲2.6	▲6.5%	
ケース 2-4		30%	37.2	▲2.9	▲7.2%	
ケース 3-1	30%	0% (転換なし)	36.9	▲3.1	▲7.8%	29.49%
ケース 3-2		10%	36.6	▲3.5	▲8.7%	
ケース 3-3		20%	36.2	▲3.8	▲9.5%	
ケース 3-4		30%	35.9	▲4.2	▲10.4%	

注 1) 「市内移動における 1 次拠点移行率」とは、「津山市中心等から 1 次拠点へ転換する割合」を指す。

注 2) 「1 次拠点移動者の手段転換割合」とは、「市内各地域から 1 次拠点への移動者（自動車利用）の相乗りや公共交通機関等への転換割合」を指す

注 3) 「1 次拠点への移動割合」とは、「市内移動に占める 1 次拠点への移動割合（平均値）」を指す

注 4) 上記は中国地方整備局独自の試算値である。

I. 分析の総括

日常活動による移動目的地の変化を図ることにより、CO₂ 削減において高い効果が得られ、さらに移手段を公共交通に転換させることにより、相乗的な効果が得られることが確認できた。

日常生活上の移動交通手段を自動車に依存しており、かつ高齢化のため地域住民が将来において自動車運転ができなくなった場合の不安を感じている状況を踏まえると、低炭素化の観点のみならず、持続可能な生活圏構築の観点からも、基礎的な生活サービス機能を提供する 1 次拠点の整備し、1 次生活圏を基礎とする生活圏構造の再編を図っていくことが求められている。

(4) 他都市への適用可能性

以上、津山市をモデルとして、生活サービス機能の1次拠点配置による1次生活圏の構成、そして、津山市を2次生活圏と捉えて中心市街地を2次拠点として都市生活サービス機能集積を図るとともに、各集落・拠点間を結ぶ効率的な移動手段（公共交通や相乗り等）を確保するという、低炭素型の生活圏への再編による効果を実施した場合の効果进行分析した。

その結果、日常活動による移動を、近隣にある1次拠点に向かわせ、移動距離を短縮させることにより、高い効果が得られ、さらに移動手段を公共交通や相乗り等に転換させることにより、相乗的な効果が期待できることが確認された。

地方中小都市では、中山間地域等における生活サービス機能の維持の困難さ、市域の都市生活サービスの拠点となるべき中心市街地機能の衰退等により、地域住民は、各種生活サービスの維持確保のために、長距離の移動を強いられる傾向にある。

特に、中国圏は、「2.4 圏域構造的要因」で整理したように、日本海側を中心に自動車依存率が高く、さらに、都市構造の低密分散化に起因する移動距離の大きさが、国内でも特に高いという傾向が得られているため、圏域内の各都市においてこのような生活圏再編施策の官民共同による推進が有効と考えられる。

2) 産業分野（森林資源関係）

(1) 施策の概要

産業分野（森林資源関係）における津山市の施策の概要について、以下のとおり整理を行った。

①木質バイオマスの利用推進に資する施策	実施・検討状況
◇チップボイラー導入促進（津山市バイオマスタウン構想） ーあば温泉のチップボイラー導入による実証試験の結果を受け、導入先を拡大するほか、最適地のチップ化設備の導入、チップの他の用途についても検討する。	実施中 ・津山市バイオマスタウン構想（平成20年8月策定）に記載
◇ペレットボイラー導入促進（津山市バイオマスタウン構想） ー民間事業所のペレット製造設備稼働を踏まえ、家庭用ストーブ、規模の大きな施設用のペレット焚冷温水発生器及びペレットボイラー等、全体の導入可能量とのバランスを考え導入検討を行う。	実施中 ・津山市バイオマスタウン構想（平成20年8月策定）に記載
◇公共施設への率先導入（津山市地域新エネルギービジョン） ー市役所本庁舎・支所、小中学校等の公共施設への率先した導入・利用による普及啓発を行う。	実施中 ・津山市地域新エネルギービジョン（平成22年2月策定）に記載
◇関係団体と連携した利用推進（津山市地域新エネルギービジョン） ー間伐材の搬出・輸送、設備導入、需要の確保等の課題について、林業関係事業者、関係団体等と協議し、木質バイオマスエネルギーの有効活用について検討する。	計画中 ・津山市地域新エネルギービジョン（平成22年2月策定）に記載
◇広域的・分野横断的な推進（津山市地球温暖化対策地域推進計画） ー広域連携、産学官連携を図りながらバイオマスの利活用を推進し、津山市の地域特性を活かすため、重点的に木質系バイオマスの利活用を推進する。	計画中 ・津山市地球温暖化対策地域推進計画（平成21年3月策定）に記載
◇他のエネルギー等への転換（津山市バイオマスタウン構想） ー炭化、エタノール化、水素製造、バイオマスプラスチック、堆肥化についても検討する。	計画中 ・津山市バイオマスタウン構想（平成20年8月策定）に記載
②自然エネルギー活用の推進に資する施策	
◇自然エネルギー利活用促進（津山市地球温暖化対策地域推進計画） ーバイオマス以外にも、太陽光、太陽熱、風力、水力等の自然エネルギーの活用を進める。	実施中 ・津山市地球温暖化対策地域推進計画（平成21年3月策定）に記載

(2) 施策の検証・考察

担い手の育成や就業支援、生産・流通基盤の整備や維持保全、売れる産物・加工品づくりやブランドの形成、バイオマスエネルギー等の新たな産業の育成、中山間地域等の多面的機能の維持・保全、再生に取り組むことは、中山間地域における主産業とも言える林業の持続的発展に資するものだが、またこれらの取組を行う中で、低炭素型の地域構造に再編していくことが求められている。

津山市は、中国圏の中でも林業の盛んな地域であり、また、木質バイオマスの利活用についても、市域内に民間のペレット製造設備を有したり、市設備へのチップボイラーを導入したりと、積極的に取組を進めている。取組を相互に連携させることにより、地域に資源と経済の循環の輪を構築しつつ、地域の低炭素化を図り、地域産業の活性化にも寄与することが期待される。

(3) 想定される施策の効果

7. モデル検討の考え方

本検討では、津山市における取組み等を踏まえ、これらの取組みを拡大し、市域を中心とした循環の輪の構築と低炭素化を進める上で、以下の取組を実施することを検討する。

- ・ 森林の適正な管理による CO₂ 吸収量の増加
- ・ 林業振興（木材生産、販売の強化）
- ・ 製材廃材、間伐材の活用
- ・ 市民、NPO、学校、企業などの森林管理への参加
- ・ 排出量取引制度の活用

以上の取組は、個別に実施するのではなく、それぞれを組み合わせることで複合的な効果をねらっていくことが望ましい。例えば、森林を適正に管理して CO₂ 吸収量を確保するとともに、生物多様性の保全や水源涵養、防災の効果も狙ったものとすることが考えられる。また、除伐・間伐等の伐採木はチップ化して燃料に使用するなど有効活用を検討する。さらには、持続可能な利用や生物多様性などに配慮した場合に取得できる「森林認証制度」を活用することにより、林業の商品価値を向上させ、併せて、社会における環境配慮商品の調達を促進することが考えられる。また、人手が不足しがちな森林管理について、自然体験や環境学習をかねたボランティアの参加を促すことが考えられる。資金調達手法としては、カーボンオフセットや森林税など複数の手法を検討することが考えられる。

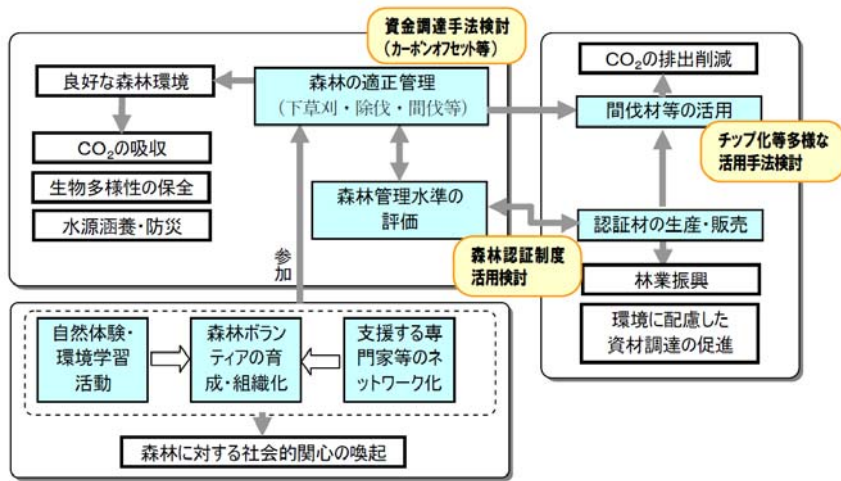


図 3.2-16 森林管理等の事業スキーム

4. 現況把握

前述のとおり、津山市は森林資源に恵まれ、林業の盛んな地域であり、森林管理等を中心とした複合的な事業スキームの展開が期待される場所だが、森林及び森林管理の現況については次のとおりである。

4-1 森林及び森林管理の現況

4-1-1 森林の現況

津山市は豊富な森林資源を有しており、民有林、人工林が多い。森林の大部分は成熟している。

津山市の森林面積は約 35,150ha（平成 20 年 3 月 31 日現在）であり、市の総面積の約 7 割を森林が占めており、豊かな森林資源が存在する。民有林が多く、森林面積の約 9 割（31,470ha）を占めている。

森林面積を人工林／天然林別にみると、森林面積のうち約 63%を人工林が占め、人工林率が高いことがわかる。民有林のみでみても、民有林に占める人工林の割合は約 60%となっている。

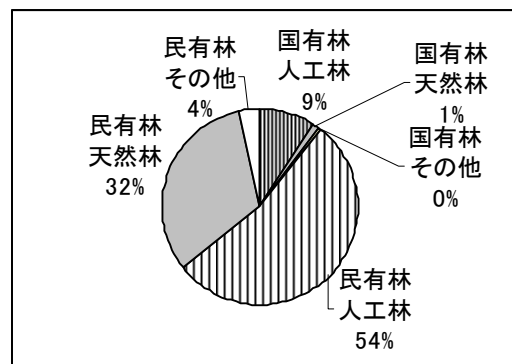
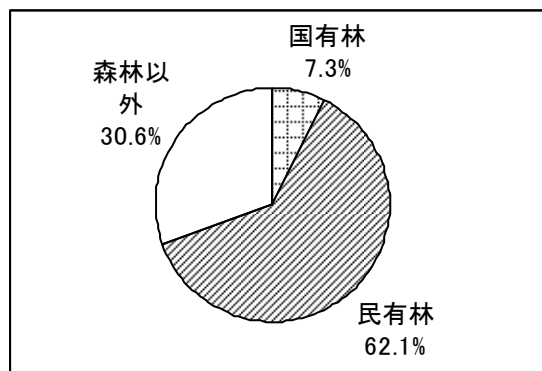


図 3.2-17 国有林及び民有林面積の割合 (津山市) 図 3.2-18 人工林及び天然林面積の割合 (津山市)

資料：民有林及び国有林の面積：岡山県提供データ（平成 20 年 3 月 31 日現在）
津山市総面積：平成 20 年度版津山市統計書(津山市，平成 21 年 3 月刊)

林種・樹種別、齢級別にみると、人工林のヒノキ林やスギ林が多く、8 齢級以上の森林の面積が森林面積全体の約 8 割を占めており、全体として非常に成熟した森林となっている。

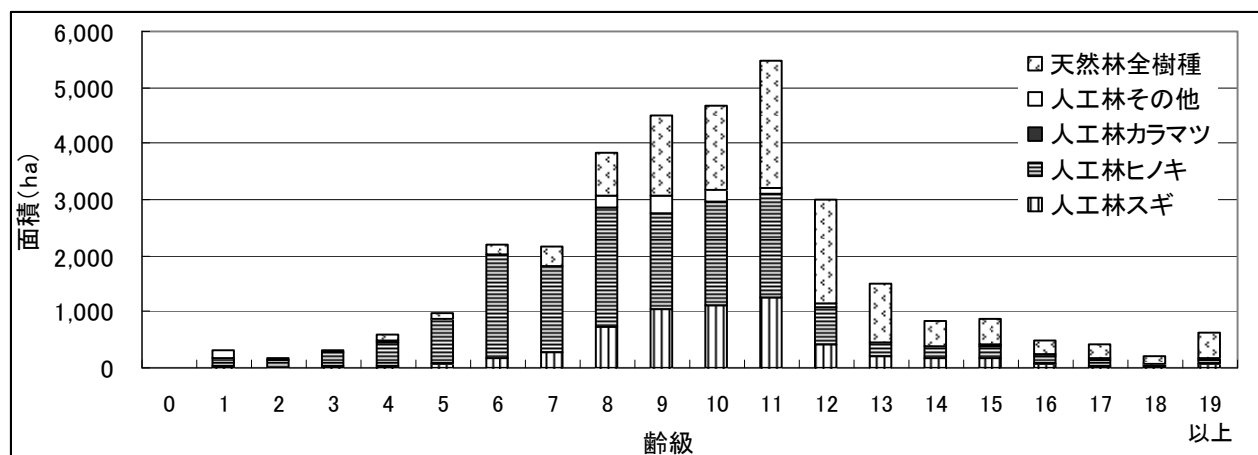


図 3.2-19 林種・樹種区分別・齢級別の森林面積

資料：岡山県提供データ及び近畿中国森林管理局提供データ

4. -1-2 森林管理の現況

森林の間伐・保育の推進が必要であるが、林業従事者の高齢化や労働力不足、木材価格の低迷による林業への関心と施業意欲の衰退により、作業の遅れが加速している。

民有林の森林整備については、「津山市森林整備計画書」（計画期間 自 平成 20 年 4 月 1 日 至 平成 30 年 3 月 31 日）において森林整備の現状と課題や基本方針等がとりまとめられている。

津山市の森林資源は、戦後、積極的に造成された拡大造林が次第に成熟の度を深めて、蓄積を増しつつあること、この資源を活用した木材等林産物の安定供給や国土の保全、水源のかん養等森林の持つ多面的機能の高度な発揮等を図っていくためには、間伐・保育の推進が必要な時期に来ていることが指摘されている。

民有林では、以下の要因により、保育作業の遅れの加速があること、従来のような個人による施業では、森林の有する公益的機能を高度に発揮する森林施業が困難な状況となっていることが指摘されている。

- ・ 林業従事者の高齢化や減少による労働力不足
- ・ 木材価格の低迷による林業への関心と施業意欲の衰退

「津山市森林整備計画書」では、津山市内の約 90ha の森林が間伐・保育を早急に実施する必要がある要間伐森林¹とされている。

表 3.2-4 要間伐森林の所在並びに実施すべき間伐または保育の方法

地域	面積 (ha)	種類	方法	時期
旧 津山市	32.60	間伐	間伐率 20%を目安に形質不良木並びに劣勢木を中心にして間伐を行う	平成 25 年 3 月 31 日
旧 加茂町	17.83	間伐	間伐率 20%を目安に形質不良木並びに劣勢木を中心にして間伐を行う	平成 25 年 3 月 31 日
旧 阿波村	18.42	間伐	間伐率 20%を目安に形質不良木並びに劣勢木を中心にして間伐を行う	平成 25 年 3 月 31 日
旧 勝北町	13.30	間伐	間伐率 20%を目安に形質不良木並びに劣勢木を中心にして間伐を行う	平成 25 年 3 月 31 日
旧 久米町	7.55	間伐	間伐率 10%以上で 20%を目標に形質不良木、劣勢木を中心に行う	平成 25 年 3 月 31 日
津山市合計	89.70			

資料：「津山市森林整備計画書」（計画期間 自 平成 20 年 4 月 1 日 至 平成 30 年 3 月 31 日）より作成

¹ 間伐または保育が適切に実施されていない森林で、間伐・保育を早急に実施する必要があるもののことをいう。市町村では、適切な間伐を推進するため、市町村森林整備計画で「要間伐森林」を指定し、必要に応じて森林所有者等に間伐または保育を実施するように勧告する。森林所有者等が勧告に従わず、市町村長による権利移転等の協議の勧告を経て、都道府県知事による調停にも応じない場合には、最終的に森林所有者等は市町村長の指定を受けた森林組合等と分収育林契約を結ぶ裁定を受け、間伐・保育を実施することになる。（資料：「市町村森林整備計画制度のしおり 平成 20 年版」（全国林業改良普及協会、2008））

4. -1-3 森林整備の方向性

森林整備の方向性としては、森林の多面的機能を発揮するように、適正な森林施業を実施し、立地条件に応じた多様な森林資源の維持造成を推進することとされている。森林施業の推進方針としては、間伐・保育を積極的に推進することが挙げられている。

森林整備の基本的な考え方としては、森林の有する多面的機能を総合的かつ高度に発揮するため、各機能の充実及び併存する機能間の調整を図り、適正な森林施業の実施により、立地条件に応じた多様な森林資源の維持造成を推進することが示されている。具体的には、以下のような推進方向が示されている。津山市の民有林の約97%は水土保持林（水源涵養機能等維持増進森林）となっている。

表 3.2-5 重視すべき機能の区分別の森林整備の方向性

区分	概要	具体的な森林整備の推進方向
水土保持林	水源かん養及び山地災害防止機能の発揮を重視すべき森林	樹根及び表土の保全に留意し、材木の旺盛な生長を促しつつ、下層植生の発達を確保するため、適切な保育・間伐を促進するとともに、高齢級の森林への誘導や伐採に伴う裸地面積の縮小及び分散を図ることを基本とする
森林と人との共生林	生活環境保全及び保健文化機能の発揮を重視すべき森林	森林構成の維持、森林レクリエーション・自然学習等ふれあいの場として総合的に利用できる森林空間の整備、生活環境の保全、保健休養や風致の保存のための保安林の指定や適切な管理、野生動植物に配慮した生態系として重要な役割を果たしている森林の適切な保全等を推進する
資源の循環利用林	木材生産機能の発揮を重視すべき森林	森林の健全性を確保し、木材需要に応じた樹種及び径級の材木を生育させるための適切な造林、保育及び間伐の実施を推進する

資料：「津山市森林整備計画書」（計画期間 自 平成20年4月1日 至 平成30年3月31日）より作成

造林から伐採に至る森林施業の推進方策としては、前述したように津山市の森林が間伐・保育の推進が必要な時期にきていることから、間伐・保育を積極的に推進することが示されている。

また、森林施業の合理化の基本方向としては、森林・林業・土木産業関係者の合意形成を図りつつ、共同化、担い手の育成、機械化の推進等、長期展望にたった林業諸施策をもとに計画的かつ総合的に推進することが示されている。

具体的には、以下のような推進方向が示されている。

表 3.2-6 具体的な森林施業の推進方策および合理化の基本方向

区分	具体的な森林施業の推進方策および合理化の基本方向
森林施業の推進方策	<ul style="list-style-type: none"> ・幼齢時における地域特性に応じた適正な時期での保育・間伐実施の啓発 ・要間伐森林における弱度かつ繰り返しの間伐実施の指導と自然災害からの立木の保全、浸透・保水能力の高い森林への誘導 ・規格の低い路網整備促進とそれによる森林所有者の共同作業による計画的な間伐推進の方法
森林施業の合理化の基本方向	<ul style="list-style-type: none"> ・森林施業の共同化 ・林業の担い手育成 ・林業機械化の推進 ・国産材の流通・加工体制の整備等生産、流通及び加工における条件設備

資料：「津山市森林整備計画書」（計画期間 自 平成 20 年 4 月 1 日 至 平成 30 年 3 月 31 日）より作成

4.-2 林業・林産物の現況

4.-2-1 原木市場、製品市場、製材・加工施設の立地・生産状況

津山市には、原木市場が2ヶ所（中国圏全体では28ヶ所、岡山県では6ヶ所）、製品市場が2ヶ所（中国圏全体では24ヶ所、岡山県では9ヶ所）立地し、県内有数の木材集積地となっている。また、年間取扱原木量1万m³以上の主な製材・加工施設は4施設立地している。

<原木市場>

- ・岡山県森林組合連合会 津山共販所
- ・(株)津山総合木材市場

<製品市場>

- ・(株)津山総合木材市場
- ・(株)津山木材市売

<製材・加工施設>

表 3.2-7 津山市の主な製材・加工施設（年間取扱原木量1万m³以上）の年間取扱量

社名	年間取扱量 (m ³)	備考
インノショウフォレストリー(株)	70,000	アンケート
院庄林業(株)	58,000	アンケート
院庄林業(株)	23,000	アンケート
大光産業(株)	106,000	アンケート

資料：「中国地域における国産材、林地残材・間伐材等の利活用方策の検討調査 報告書」（平成19年3月、中国経済産業局）より抜粋

4.-2-2 地域材の生産・販売状況

津山市の素材生産量は岡山県全体の約7%を占める。岡山県全体では全国と比べて木材需給量において国産材・県材の割合が非常に高い。県北部の素材は地域内の製材工場に供給され、県外への販売が多い。

津山市における林産物の生産概況は以下のとおりであり、素材生産量は26,700m³である。岡山県全体の素材生産量（361千m³（平成19年））の約7%に相当する。樹種別では、ヒノキとスギの割合が多く、両者をあわせて素材生産量の約90%を占める。

表 3.2-8 林産物の生産概況

種類	素材	チップ
生産量	26,700 (m ³)	2,000 (m ³)
生産額	534 (百万円)	8 (百万円)

資料：「津山市森林整備計画書」（計画期間 自 平成20年4月1日 至 平成30年3月31日）より作成

岡山県全体では、平成19年で木材需給量は421千m³、うち国産材は397千m³、県内出荷が325千m³であり、素材入荷量に占める国産材の割合が約94%（平成18年全国57.2%）、県内出荷の割合が約77%と高く、国産材、特に県内材を多く扱っていることがわかる。

木材需給量の大部分は製材用（397千m³、94%）であり、他は、木材チップ（24千m³、6%）である。製材品の出荷量は240千m³であり、その大部分が建築用材（228千m³）となってい

る。

津山市が位置する県北部については、主に国産材の流通が主体となっている。県北地域における素材市場は主としてスギ、ヒノキを集荷して、地域内の製材工場へ供給している。製材市場は地域内で分散して生産される製材品の販売窓口になっている。県北部の製材品は県外出荷の割合が高く、県南部への流通のパイプが細いことが指摘されている。

4.-2-3 林業や地域材利用の促進施策の状況

津山市及び岡山県では、地域の材の需要拡大による林業振興や、森林整備を進めるための施策・事業が実施されている。

表 3.2-9 津山市及び岡山県における主な地域の材の利用促進施策・事業等

区分	名称	主体	概要
地域材利用促進	地域材利用新築住宅補助	津山市	地域材を使用して住宅を新築する人に補助金を交付。地域材の積極的な使用を推進することにより、津山市内の林業の振興と地域経済の活性化を図る。
	晴れの国おかやま 県産材利用推進指針	岡山県	県が実施する公共施設整備や公共工事における県産材の利用促進を図るための指針。指針は、①公共施設の木造・木質化、②公共工事における県産材の利用拡大、③調達品等における県産材の利用拡大、④木づかい運動の推進、の4つ。
森林税	おかやま森づくり県民税	岡山県	<p>県民共有の財産である“おかやまの森林”をより良い姿で次の世代に引き継いでいくため、県民に薄く広く税負担をお願いし、それを財源とした森林保全事業を実施。その成果を県民に示すことにより、森林の大切さの認識を高め、県民一体となって森林の維持保全に取り組むことを目指す。</p> <p>平成 21 年度の「おかやま森づくり県民税」事業の計画では、以下の事業が予定されている。</p> <p>1 水源のかん養、地球温暖化防止などの森林の持つ公益的機能を高める森づくり</p> <p>(1) <u>CO₂吸収源対策緊急間伐事業</u></p> <p>(2) <u>森林機能強化事業</u></p> <p>(3) <u>搬出促進事業</u></p> <p>(4) 造林補助事業（間伐促進）（新規）</p> <p>(5) 自然力を活かした森林再生事業（新規）</p> <p>(6) 被害松林危険箇所解消事業（新規）</p> <p>(7) 市町村提案型森づくり事業（新規）</p> <p>2 森林整備を推進するための担い手の確保と木材の利用促進</p> <p>(8) ニューフォレスター育成支援事業</p> <p>(9) ニューフォレスター創造事業</p> <p>(10) 林業労働安全・安心推進事業（新規）</p> <p>(11) おかやまの木でつくる快適環境整備促進事業</p> <p>(12) 木とふれあう快適学習環境づくり事業（新規）</p> <p>(13) おかやまの森林資源活用推進事業（新規）</p> <p>(14) 高校生「県産材活用」UD整備事業</p> <p>3 森林・林業に関する各種情報の提供と森づくり活動の推進</p> <p>(15) おかやま森づくり情報発信事業</p> <p>(16) ゆめ・みらい・おかやまの森づくり推進事業（一部新規）</p> <p>(17) みどりの大会開催事業</p> <p>実施期間：平成 16 年 4 月から 5 年間で開始。平成 21 年 4 月から 5 年間延長。</p>

4. -2-4 森林認証取得など森林や木材製品等のブランド化・差別化の取組状況

津山市では、院庄林業株式会社が SGEC の事業体としての認証を取得している。森林に関する認証については、岡山県下では、美作森林組合西栗倉事業所が FSC の森林管理認証を、民間企業 2 社が社有林について SGEC の森林認証を取得している。

森林認証とは、森林が環境・経済・社会的に適切に管理されていること、及び、そのような森林から生産された林産物の流通等を第三者機関が認証する制度である。森林管理協議会（FSC）や「緑の循環」認証会議（SGEC）等が実施機関となっている。

環境等に配慮した持続可能な森林経営を実施していることを社会的に認知してもらうことができ、また、認証森林から産出される林産物にラベリングを行うことにより、製品の付加価値を高めることができる。

森林管理協議会（FSC）については、岡山県内では、認証を取得する会社等が 8 社ある。大部分は CoC（生産物）認証であり、FM（森林管理）認証は、美作森林組合西栗倉事業所が取得しているのみである。なお、FM 認証は、日本全国で、計 29 箇所、327,572.6ha が認証されている。

『緑の循環』認証会議（SGEC）については、津山市に所在する院庄林業株式会社が事業体としての認証を取得している。森林については、製紙会社 2 社が社有林について認証を取得している。

4.-3 製材廃材、間伐材の活用状況

4.-3-1 津山市の木質バイオマスの賦存量と利用状況・目標

津山市では、森林管理や林業等から発生する木質系バイオマスとしては、主に、低質材、樹皮、製材廃材、林地残材等があり、現状では、低質材や樹皮はほぼ全て利用されているが、製材廃材は20%の利用率であり、林地残材は未利用である。

「津山市バイオマスタウン構想」では、製材廃材は100%、林地残材は30%に利用率を上昇させることが目標とされている。

表 3.2-10 地域のバイオマス賦存量及び現在の利用状況・目標の内訳

バイオマス	年間賦存量(個別単位)	現状				目標			
		変換、処理方法	年間仕向量(個別単位)	利用、販売	利用率(炭素換算)	変換、処理方法	年間仕向量(個別単位)	利用、販売	利用率(炭素換算)
低質材	5,218m ³	チップ化 素材利用	5,218m ³	エネルギー利用 販売	100%	チップ化、ペレット化、水素製造、エタノール化	5,218m ³	エネルギー利用 販売	100%
樹皮	11,050m ³	チップ化	11,050m ³	敷料	100%	チップ化	11,050m ³	敷料、エネルギー利用	100%
建築発生木材	4,219t	焼却、最終処分	0t		0%	チップ化、ペレット化、水素製造	3,375t	エネルギー利用	80%
製材廃材	60,000m ³	ペレット化 堆肥化	12,000m ³	エネルギー利用 販売	20%	チップ化、ペレット化、堆肥化、バイオマスプラスチック	60,000m ³	エネルギー利用、農地還元 販売	100%
街路樹、公園剪定枝	658m ³	チップ化	658m ³	市民配布	100%	チップ化	658m ³	市民配布	100%
林地残材	35,340m ³	未利用	0m ³		0%	チップ化、ペレット化、エタノール化	10,602m ³	エネルギー利用	30%
果樹剪定枝	454t	未利用	0t		0%	チップ化、ペレット化、堆肥化、エタノール化	340t	エネルギー利用 販売、農地還元	75%
ゴルフ場枯れ枝	5,112t	焼却処分	0t		0%	堆肥化、チップ化、ペレット化	2,556t	販売、農地還元、エネルギー利用	50%

資料：「津山市バイオマスタウン構想」(平成20年8月29日)

1.-4 市民、NPO、学校、企業などの森林管理への参加の状況

1.-4-1 市民、NPO、学校等の森林管理への参加状況

岡山県では、植樹や保育のつどい等の森づくり事業が実施されており、平成 6 年以降、延べ開催数は 1,200 回以上、延べ参加者数は 10 万人を超える。平成 20 年度の森づくり事業参加者数も 8,000 人近い。

また、津山市に所在を置く森林ボランティア団体も存在している。

1.-4-2 企業の森づくりの実施状況

岡山県では「企業との協働の森づくり」を実施している。「企業との協働の森づくり」の対象森林の大部分は市町村の所有林である。津山市内では市有林 3 箇所が対象森林となっており、岡山県森林土木建設協会と協定を結んでいる。

岡山県では、平成 19 年度から企業からの要請に対応し、「企業との協働による森づくり」を推進するため、市町村等の協力を得て活動対象森林を選定し、県のホームページで森林の状況や支援内容などについて情報提供を行うほか、市町村など森林所有者と企業等との間の連絡調整を図りながら、利用協定の締結に取り組んでいる。

活動対象森林は、平成 22 年 1 月 5 日現在で、32 箇所、約 210ha であり、市町村が所有者となる森林が大部分である。12 箇所の森林について企業等との協定が締結されている。活動内容としては、間伐、枝打ち、下刈り、林内整備、植栽、キノコ栽培等となっている。

津山市内では津山市が所有する 3 箇所が活動対象森林となっており、岡山県森林土木建設協会と協定が結ばれている。

なお、「企業との協働による森づくり事業」等により整備する森林の二酸化炭素吸収量を県が認証する「岡山県二酸化炭素森林吸収評価認証制度」が導入されている。後段で概要を示す。

表 3.2-11 岡山県「企業との協働による森づくり」の津山市内の活動対象森林

所在地	所有者	森林の現況	森林面積 ha	活動 内容	協定締結
津山市加茂町倉見	津山市	スギ、ヒノキ 42 年生	8.00	間伐	岡山県森林土木建設協会 協定面積：17.00ha 締結日：平成 21 年 12 月 3 日
津山市加茂町知和	津山市	スギ、ヒノキ 35 年生	7.00	間伐	
津山市加茂町成安	津山市	スギ、ヒノキ 33 年生	2.00	間伐	

平成 22 年 1 月 5 日現在

資料：岡山県提供資料「「企業との協働の森づくり事業」活動対象森林一覧表」

4.-5 排出量取引制度等の現況

4.-5-1 国内クレジット制度の現況

国内クレジット制度では、温泉施設や製材工場等において木質バイオマスを利用したボイラーの更新や新設のプロジェクトが登録されている。これらのプロジェクトにおける年間バイオマス使用量は数十～数千 t/年、年間のクレジットの発行見込みは数十～数千 tCO₂/年である。

国内クレジット制度は、大企業等が技術・資金等を提供して中小企業等が行った温室効果ガス抑制のための取組による排出削減量を認証し、自主行動計画等の目標達成のために活用する仕組みである。中小企業等における排出削減の取組を活発化、促進することを目的としている。

中小企業等（いずれの自主行動計画にも参加していない企業として、中堅企業・大企業も含む。）が大企業等の支援により排出を削減し、それを国内クレジット認証委員会が認証して国内クレジットを発行する。国内クレジットは、排出削減事業共同実施者（大企業等）が自主行動計画の目標達成等に活用することができる。

排出削減事業の開始が、国内クレジット制度運営規則が施行された 2008 年 10 月 21 日以降のものが対象となり、2013 年 3 月 31 日までが国内クレジットの認証される期間となっている。なお、本制度は、京都議定書目標達成計画（2008 年 3 月 28 日閣議決定）に基づくものであることから、2008 年 4 月 1 日以降 2008 年 10 月 20 日までに開始された排出削減事業であっても、個々の事情を勘案して、国内クレジット認証委員会が承認を行うことができることとされている。

2010 年 3 月 16 日現在、16 種類（枝番号のあるものを含むと 20）の排出削減方法論が認められている。その中で、木質バイオマスに関連するものは以下のとおりである。文頭の数字は方法論番号を示している。

- ▶ 001：ボイラーの更新
- ▶ 001-A：バイオマスを燃料とするボイラーの新設

2010 年 3 月 17 日現在、登録されている木質バイオマスに関連するプロジェクトは以下の 19 件である。ボイラーの更新・新設を行った施設は、温泉施設・旅館と製材工場が各 5 件と多く、他に、老人ホーム、農家・農場・農産物直販会社、酒造工場、クリーニング工場、スポーツ健康施設、遊技施設駐車場となっている。これらのプロジェクトにおける年間バイオマス使用量は数十～数千 t、年間のクレジットの発行見込みは数十～数千 tCO₂である。

岡山県の事例（プロジェクト番号：JCDM0085）として、温泉旅館におけるボイラー燃料を重油から木質ペレットに転換する事業が行われており、年平均排出削減量は 608t CO₂が見込まれている。

4. -5-2 J-VER 制度の現況

J-VER 制度では、森林経営活動と、ボイラー燃料の未利用の木質バイオマスへの代替のプロジェクトが登録されている。森林管理プロジェクトは、年間のクレジット発行見込みが数百～数千 tCO₂/年程度である。燃料代替のプロジェクトにおける年間バイオマス使用量は百～数千 t/年、年間のクレジットの発行見込みは百弱～数千 tCO₂/年である。

J-VER 制度は、国内におけるプロジェクトにより実現された温室効果ガス排出削減・吸収量をクレジットとして認証する制度である。温室効果ガス排出削減・吸収に係る自主的な取組を通じて、一定の品質が確保され、市場を流通するオフセット・クレジット（J-VER）を発行することを目的としている。

国内における自主的な温室効果ガス排出削減・吸収プロジェクトの実施者が、気候変動対策認証センターにプロジェクトを申請し、J-VER 制度に基づいた検証等を受けて、J-VER プロジェクトとしての認証を受け、クレジットの発行を受ける。気候変動対策認証センターから発行された J-VER はカーボン・オフセット等に活用が可能であり、カーボン・オフセットの実施者等に売却して代金を得ることができる。クレジットの発行対象期間は、最長 2008 年 4 月 1 日～2013 年 3 月 31 日となっている。

J-VER 制度の対象となるプロジェクトのリスト（ポジティブリスト）の中で、2010 年 3 月 16 日現在、森林管理・植林や木質バイオマスに係るものとしては以下がある。なお、以下の文頭の番号は、ポジティブリスト番号である。

- E001【旧 0001】：化石燃料から未利用の木質バイオマスへのボイラー燃料代替
- E002：化石燃料から木質ペレットのボイラー燃料代替
- E003：木質ペレットストーブの使用
- R001【旧 0002-1】：森林経営活動による CO₂ 吸収量の増大（間伐促進型プロジェクト）
- R002【旧 0002-2】：森林経営活動による CO₂ 吸収量の増大（持続可能な森林経営促進型プロジェクト）
- R003【旧 0002-3】：植林活動による CO₂ 吸収量の増大

2010 年 3 月 17 日現在、登録されているプロジェクトは 20 件である。森林経営活動による CO₂ 吸収量の増大（間伐促進型プロジェクト）が最も多く 10 件、次いで、化石燃料からの未利用の木質バイオマスへのボイラー燃料代替が 6 件が多く、他は、化石燃料から木質ペレットへのボイラー燃料代替が 2 件、森林経営活動による CO₂ 吸収量の増大（持続可能な森林経営促進型プロジェクト）が 1 件、木質ペレットストーブの使用が 1 件である。森林管理プロジェクトについては、森林面積が数十～数千 ha、クレジット発行見込みが数百～数千 tCO₂/年となっている。木質バイオマス利用の事例は、年間バイオマス使用量は明確に記載されていない事例が多かったが、記載があったもので百～数千 t 程度であり、クレジット発行見込みは百弱～数千 tCO₂ 程度であった。

4. -5-3 グリーン電力証書

木質系バイオマスによる発電設備は、グリーン電力発電設備としての認定を受けることができる。岡山県内では真庭市に、グリーン電力発電設備として認定されている木質系バイオマスによる発電設備がある。

グリーンエネルギー認証センターにおいて認定されているグリーン電力発電設備は、2009年12月末現在で約280設備あり、そのうち、木質系バイオマスをエネルギー源とする設備が、建築廃材をエネルギー源とするものも含めて15設備ある。津山市内には、木質バイオマスをエネルギー源とする認定設備はないが、岡山県内では真庭市において1設備が認定されているほか、中国圏では広島県や山口県にも認定を受けた設備がある。

設備容量は、概ね数千kW程度のものが多いが、容量が小さいものでは300kW、建築廃材が主燃料の設備を除く最大の設備は18,000kWである。

表 3.2-12 木質系バイオマスによるグリーン電力発電設備の事例

設備認定番号	発電種別	設備容量(kW)	発電施設名称	住所	発電事業者名	申請者
06B002	バイオマス(木質系)	1,950	銘建工業(株)本社工場エコ発電所	岡山県真庭市	銘建工業(株)	日本自然エネルギー(株)
08B039	バイオマス(木質)	10,000	岩国発電所	山口県岩国市	株式会社岩国ウッドパワー	株式会社ファーストエスコ

資料：「グリーン電力発電設備認定一覧（平成21年12月末現在）」（グリーンエネルギー認証センター）

4. -5-4 岡山県二酸化炭素森林吸収評価認証制度

岡山県では、企業等の森林整備による二酸化炭素吸収量等を認証する制度が導入されており、津山市内でも1箇所、0.20haの間伐で2.38tCO₂/年が認証されている。

岡山県では、企業等が「企業との協働による森づくり事業」等により整備する森林の二酸化炭素吸収量を、県が認証し、整備内容や二酸化炭素吸収量等を記載した認証書を企業等に交付する「岡山県二酸化炭素森林吸収評価認証制度」を導入している。

これまで4件の認証が行われており、合計で13.56tCO₂の吸収量が認証されている。津山市内では、(社)津山青年会議所による0.20haの間伐で2.38tCO₂/年が認証されている。

なお、J-VER制度では、このような地域で取り込まれる認証制度等がJ-VER制度と整合していると認められる場合、「プログラム」として認証する「プログラム認証」の手続きに関する規定が置かれており、現在、都道府県J-VERプログラム認証基準の検討が進められている。また、京都府では、京都府地球温暖化対策条例における事業者排出量削減計画の目標達成の補完的手段として、本認証を受けた森林吸収量を認めている。

表 3.2-13 岡山県二酸化炭素森林吸収評価認証制度の概要

対象者	法人格を有する企業の外、知事が適当と認める団体
対象となる森林整備	植栽、下刈り、除伐、間伐、枝打ち
認証の条件	企業等がある一定規模の森林を数年に亘って施業を行うための協定や契約を森林所有者と締結していること。
認証の区分	実践型（自ら森林整備を行った場合） 支援型（費用・物資の提供、委託による実施の場合）
評価	整備した森林の1年（森林整備を行った時点）当たりの二酸化炭素吸収量を評価する。
二酸化炭素吸収量の算定	気候変動に関する政府間パネルのガイドラインに準じ、蓄積変化法により算定する。
審査	岡山県二酸化炭素森林吸収評価委員会において審査する。
証書の交付	証書には、対象者、整備年度、森林の所在地、整備内容、整備面積、二酸化炭素吸収量を記載する。 岡山県二酸化炭素森林吸収評価委員会の意見を付す。 証書の発行手数料は、無料とする。
公告・宣伝への利用	認証書を社会貢献活動の証しとして、広く広報活動に用いることができる。

資料：岡山県提供資料「企業との協働の森づくり事業について」（H22.1.5）

表 3.2-14 岡山県二酸化炭素森林吸収評価認証制度における二酸化炭素吸収量の認証状況

交付の相手方	認証	森林の所在	樹種・林齢	整備内容	吸収量
(株)中国銀行	21年度 第1回	真庭市黒田	ヒノキ1年生	植栽0.50ha (支援型)	1.82tCO ₂ /年
(株)ジャパンエナジー水島製油所	21年度 第1回	高梁市松山	ヒノキ40年生 アカマツ55年生	間伐等0.98ha (実践型・支援型)	8.99tCO ₂ /年
(社)津山青年会議所	21年度 第1回	津山市戸島	ヒノキ32年生	間伐0.20ha (実践型)	2.38tCO ₂ /年
(株)クラレ岡山事業所	21年度 第2回	吉備中央町岨谷	広葉樹2年生	下刈り0.11ha (実践型)	0.37tCO ₂ /年
				累計	13.56tCO ₂ /年

資料：岡山県提供資料「二酸化炭素吸収量の認証状況」

ウ. 低炭素都市に向けたシナリオの検討

前項で把握したとおり、津山市では、森林資源が豊富であるが、成熟期に達している森林が多く、その間伐・保育が求められている。その一方、林業従事者の高齢化や施業意欲の衰退により、保育等の遅れが加速しており、森林管理を促進する施策がとられている。また、森林認証を取得する事業者もあり、環境等の面での付加価値を木材製品に追加しようとする動きも一部でみられる。

津山市は、豊富な森林資源を背景として、原木市場や製品市場が立地し、県内の一大木材集積地となっており、製材・加工施設も存在する。地域の木質バイオマスとしては、低質材や樹皮、製材廃材等があり、低質材と樹皮は100%利用されているが、製材廃材の利用率は20%と低く、また、未利用のバイオマスとして林地残材もあり、これらのバイオマスの活用が望まれている。

このような中、わが国では国内クレジット制度や J-VER 制度が導入され、森林の管理等による CO₂ の吸収量や、バイオマスの利用による化石燃料使用量の削減に伴う CO₂ の排出削減についてクレジットとして認証を受けることができるようになってきている。このクレジットは、排出削減の目標達成や、排出量の相殺等を希望する企業等に売却し、対価を得ることができるため、森林の管理やバイオマス利用等をさらに促進するための資金面での推進力になりうるものと考えられる。

そこで、低炭素都市に向けたシナリオの検討として、特に、津山市の森林において森林経営活動を進めた場合と、木質バイオマスの利用を進めた場合について検討することとし、削減効果の推計、推進にあたっての課題を整理する。

I. 削減効果の推計

I. -1 CO₂ 削減効果算定の考え方

I. -1-1 森林管理による吸収量

一般的に、森林が維持されている場合、その森林は二酸化炭素を吸収しているが、京都議定書の第1約束期間において削減約束の達成に用いることができるのは、一定の要件を満たす森林における吸収量のみに限定される。その森林の要件とは、1990年以降に追加的・人為的な森林経営（FM）活動を行った森林を指す。

我が国では、森林経営（FM）の定義を以下のように解釈している。

- 育成林については、森林を適切な状態に保つために1990年以降に行われる森林施業（更新（地拵え、地表かきおこし、植栽等）、保育（下刈り、除伐等）、間伐、主伐）
- 天然生林については、法令等に基づく伐採・転用規制等の保護・保全措置

このように、日本では、育成林については施業が実施されている場合、天然生林については法令等に基づく制限がある場合についてのみ、その吸収量を京都議定書の削減約束の達成に使用できる。

そこで、本調査においては、前述の京都議定書の第 1 約束期間における考え方を踏まえ、津山市内の森林全体(下図(A))の吸収量と、森林経営活動 (FM) による吸収量(下図(B))を試算するとともに、全ての育成林において森林経営活動を実施した場合の吸収量の増加分(下図(C))を、生体バイオマス (地上部と地下部のバイオマス) について試算する。(C)の増加分を、森林経営活動を進めた場合の吸収量増加分のポテンシャルとみなす。

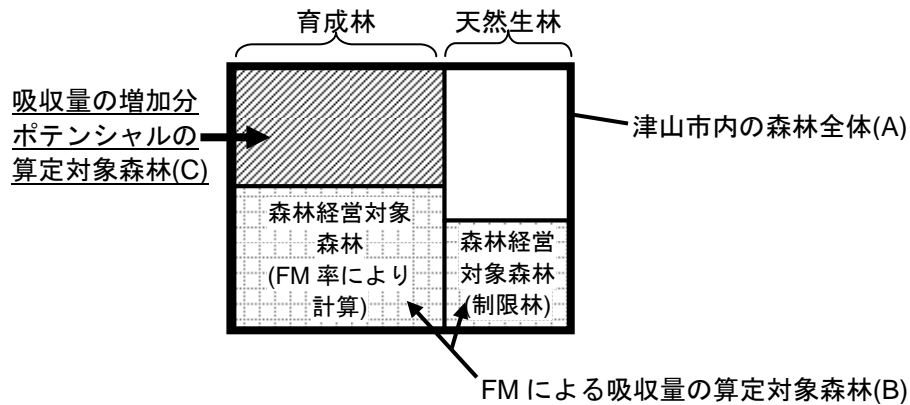


図 3.2-20 吸収量の算定対象 (イメージ図)

試算は、後述する育成林の森林経営対象森林の割合 (FM 率) を用いる。なお、京都議定書 3 条 3 及び 4 の下での報告のための算定では、FM 率を計算する前に、新規植林・再植林 (AR)、森林減少 (D) による排出・吸収量を算定し、森林全体の吸収量から増減させているが、本検討においては簡略化のために ARD について算定しない。

<参考：京都議定書の下での森林吸収源の扱い>

京都議定書の第 1 約束期間の削減約束に関する算定において、森林吸収源に関する排出・吸収量については、京都議定書 3 条 3 に規定された新規植林 (A)、再植林 (R)、森林減少 (D) による排出・吸収量を算定することが定められている。また、京都議定書 3 条 4 に規定された森林経営による排出・吸収量については各国が使用するかどうかを選択することが可能である。森林経営を選択した場合、新規植林、再植林、森林減少による排出・吸収量が純排出となれば、それを、森林経営による吸収量により相殺することができる(ただし相殺できる上限量がある)。そして、相殺した分を除く吸収量と追加的人為活動に関連する JI プロジェクトによるクレジット発行分に各国の森林経営による吸収量の算入上限が適用される。

なお、京都議定書 3 条 4 に規定された、「吸収源による吸収量の変化に関連する追加的人為活動」として認められた活動は、森林経営のほかに、植生回復、農地管理、牧草地管理がある。日本は、第 1 約束期間において、森林経営と植生回復を使用する予定である。

1. -1-2 木質バイオマスの利用による CO₂ 排出削減量

「津山市バイオマスタウン構想」において示された、製材廃材と林地残材の現況の使用量と、目標とする使用量の差分を全て利用すると仮定し、既存の木質バイオマス利用事例をもとに、バイオマス利用による CO₂ 排出削減量を試算する。

なお、津山市では、現在、以下のような木質バイオマスの利用がある。

津山市における木質バイオマスの利用事例

1) あば温泉へのチップボイラー導入

本市における木質バイオマス資源の有効活用策を検討するため、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）との共同事業である「バイオマス熱利用フィールドテスト事業」に応募し、あば温泉に木質チップボイラーの導入を行った。燃料となるチップは、岡山県森林組合連合会の木材市場に持ち込まれる低質材を利用し市内資源の活用と二酸化炭素排出量の削減に貢献している。

2) 民間木材工業事業所

市内の木材加工業者が、製材端材や木材加工残渣を原料にしたペレット製造設備を導入しており、そのペレットを木材乾燥用のボイラー燃料等として利用している。

3) 県立津山工業高等学校

竹やヨシ、剪定枝や紙ごみからペレットを作り、学校の燃料に活用したり、生分解性のトレーや建材を試作するなど、地域のバイオマス資源の利活用を研究する企画（「プロジェクトR※」と命名している。）に取り組んでいる。

※Rは、Review（見直し）、Resource（資源）、Recycle（再利用）

資料：「津山市バイオマスタウン構想」（平成20年8月29日）

I. -2 CO₂削減効果の推計方法

I. -2-1 森林管理による吸収量

以下のフローで炭素吸収量ならびに炭素固定量を算出した。

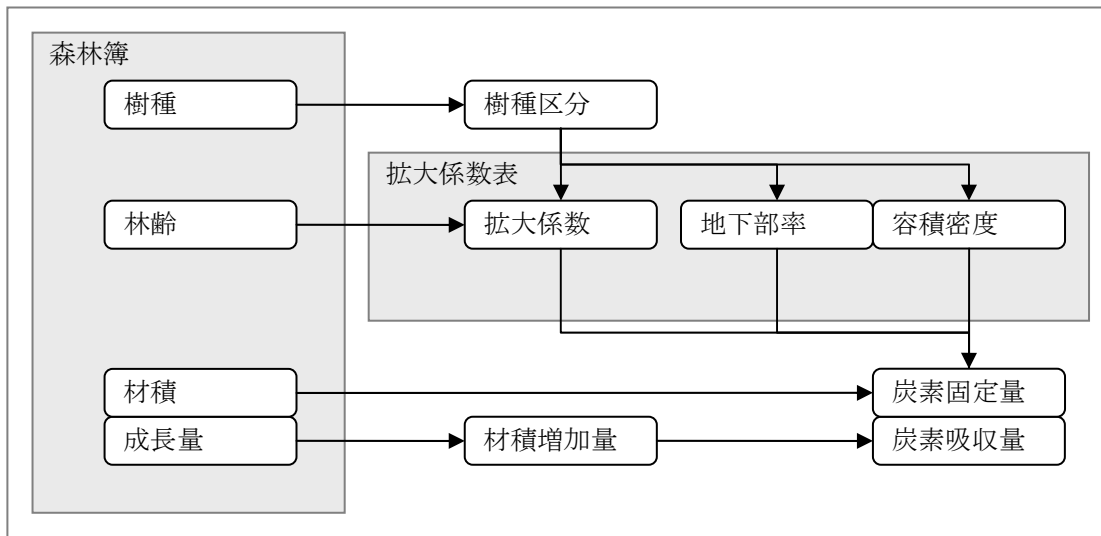


図 3.2-21 炭素吸収量ならびに炭素固定量の算出フロー

上記フローで算出した炭素吸収量と、民有林・国有林の FM 率表を用いて以下のとおり森林経営活動 (FM) 対象森林の吸収量を算定した。

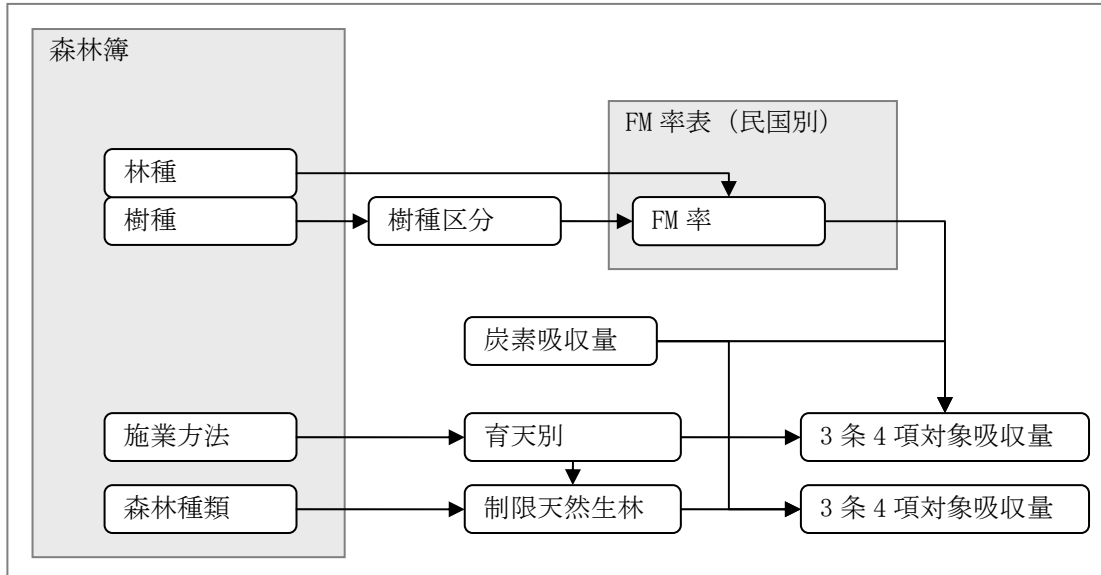


図 3.2-22 森林経営活動 (FM) 対象森林の吸収量の算出フロー

生体バイオマスの炭素ストック量は、樹種別の材積に、容積密度、バイオマス拡大係数、地上部に対する地下部の比率、乾物重当たりの炭素含有率を乗じて算定する。これらのパラメータのうち、容積密度、バイオマス拡大係数、地上部に対する地下部の比率については、「京都議定書 3 条 3 及び 4 の下での LULUCF 活動の補足情報に関する報告書」（日本国、2009 年 4 月）に示された樹種別の係数を用いた。

$$C = \sum_j \{V_j \cdot D_j \cdot BEF_j\} \cdot (1 + R_j) \cdot CF$$

C : 生体バイオマスの炭素ストック量 (t-C)

V : 材積 (m³)

D : 容積密度 (t-dm/m³)

BEF : バイオマス拡大係数 (無次元)

R : 地上部に対する地下部の比率 (無次元)

CF : 乾物重当たりの炭素含有率 (=0.5[t-C/t-dm])

J : 樹種

本件では、直近の 1 年間の吸収量を試算するため、成長量のデータを用いて吸収量を計算することとした。

森林経営活動については、日本の場合、間伐・枝打ちなどが実施された育成林、及び、天然生林のうち制限林が対象とされている。

育成林については、「京都議定書 3 条 3 及び 4 の下での LULUCF 活動の補足情報に関する報告書」（日本国、2009 年 4 月）では、森林経営対象森林の面積について、全国の民有林と国有林を対象にした森林経営活動の実施状況に関するサンプリング調査の結果から、森林経営対象森林の割合 (FM 率) を求め、都道府県別森林面積から AR の発生面積を除外したものに樹種、地域、年齢毎の FM 率を適用し算定しているとされている。

そこで、本調査においては、育成林については、「京都議定書 3 条 3 及び 4 の下での LULUCF 活動の補足情報に関する報告書」（日本国、2009 年 4 月）に示された樹種・地域ごとの FM 率 (下表) を適用し、育成林の FM 森林による吸収量を算定した。

表 3.2-15 育成林の民有林・国有林別の FM 率

区分/樹種		地域	民有林	国有林
人工林	スギ	東北・北関東・北陸・東山	0.56	0.78
		南関東・東海	0.43	0.78
		近畿・中国・四国・九州	0.50	0.74
	ヒノキ	東北・関東・中部	0.54	0.74
		近畿・中国・四国・九州	0.57	0.80
	カラマツ	全国	0.52	0.76
その他	全国	0.46	0.73	
天然林/全樹種		全国	0.27	0.49

※) 2007 年度末時点の値で、調査箇所は全国で約 9,200 点 (単位: 小数第 2 位まで)

※) 地域は我が国で一般的に使用されている都道府県をいくつかにまとめた区分である。

資料: 「京都議定書 3 条 3 及び 4 の下での LULUCF 活動の補足情報に関する報告書」（日本国、2009 年 4 月）

天然生林については、法令等に基づく伐採・転用規制等の保護・保全措置（表 3.2-16に「制限林の種類」として示した措置）がとられている森林を抽出し、天然生林のFM森林による吸収量を試算した。

表 3.2-16 天然生林の制限林面積（面積の数値は全国での値）

（単位：千 ha）

制限林の種類	民有林	国有林	計
保安林	2,419	4,201	6,621
保安施設地区	1	0	1
保護林	0	639	639
国立公園特別保護地区	41	104	145
国立公園第1種特別地区	36	142	178
国立公園第2種特別地区	119	190	309
国定公園特別保護地区	9	38	47
国定公園第1種特別地区	32	104	136
国定公園第2種特別地区	99	84	183
自然環境保全地域特別地区	0	9	9
特別母樹林	1	1	1
計	2,757 (2,570)	5,512 (4,242)	8,269 (6,812)

※1 国家森林資源データベースにより集計（平成20年4月1日）。

※2 無立木地を含む。

※3 制限林ごとの面積を集計。

※4 （ ）は重複指定を除く面積の計。

資料：「京都議定書3条3及び4の下でのLULUCF活動の補足情報に関する報告書」（日本国、2009年4月）

1. -2-2 木質バイオマスの利用によるCO₂排出削減量

「津山市バイオマスタウン構想」において示された、製材廃材と林地残材の現況の使用量と目標とする使用量の差分から、表 3.2-17のように、目標を達成した場合の各バイオマスの利用増加量を計算した。

表 3.2-17 目標を達成した場合の製材廃材と林地残材の利用増加量

バイオマス	年間賦存量	現状年間仕向量	目標年間仕向量	利用増加量
製材廃材	60,000m ³	12,000m ³	60,000m ³	48,000m ³
林地残材	35,340m ³	0m ³	10,602m ³	10,602m ³

既存の木質バイオマス利用事例として、津山市内の2つの施設（ガラスハウス、あば温泉）における木質チップボイラーの導入を検討した結果（設計計画段階）を参照した。同検討結果の概要を表 3.2-18及び表 3.2-19に示す。

表 3.2-18 既存の木質バイオマス利用の検討結果事例 (①グラスハウス)

項目	内容	
導入による環境保全効果	○木質バイオマスボイラーによる発熱量合計	3,249,663,104 kcal/年
	○灯油換算合計	365,130 L/年
	○木質燃料消費量合計	1,353,214 kg/年
	同上体積合計	5,639 m ³ /年
	○電力消費量	46,917 kw・h/年
	○CO₂排出抑制量	891,439 kgCO₂/年
	(内訳)	
	灯油消費削減分	909,173 kgCO ₂ /年
電力消費増加分	17,734 kgCO ₂ /年	
※冷房期を除き、暖房期及び中間期について計算		

資料：「津山市森林バイオマスエネルギー導入事業調査業務 設計計画書」(東和科学株式会社、2006年2月)

表 3.2-19 既存の木質バイオマス利用の検討結果事例 (②あば温泉)

項目	内容	
導入による環境保全効果	○木質バイオマスボイラーによる発熱量合計	722,019,112 kcal/年
	○灯油換算合計	81,126 L/年
	○木質燃料消費量合計	300,668 kg/年
	同上体積合計	1,253 m ³ /年
	○電力消費量	15,778 kw・h/年
	○CO₂排出抑制量	196,040 kgCO₂/年
	(内訳)	
	灯油消費削減分	202,004 kgCO ₂ /年
電力消費増加分	5,964 kgCO ₂ /年	

資料：「津山市森林バイオマスエネルギー導入事業調査業務 設計計画書」(東和科学株式会社、2006年2月)

上記の既存の検討結果を概観すると、現行の灯油炊きボイラーの施設に、木質チップボイラーを導入した場合、①導入する木質チップボイラーの定格出力約 138 万 kcal/h で、発熱量合計 3,249,66 万 kcal/年、木質燃料約 5,640m³/年の使用、900tCO₂/年の CO₂ 削減効果、②導入する木質チップボイラーの定格出力約 22 万 kcal/h で、発熱量合計 72,202 万 kcal/年、木質燃料約 1,250m³/年の使用、196tCO₂/年の CO₂ 削減効果となっていた。2つの間で、導入設備の規模や設備の使用状況は異なるが、木質燃料使用量あたりの CO₂削減効果はそれぞれ、①158kgCO₂/m³ (0.66kgCO₂/kg)、②156kgCO₂/m³ (0.65kgCO₂/kg) となり、大きな違いは見られなかった。

上記の既存の検討結果を踏まえて、本検討においては、既存の検討で対象としている施設と同様の施設に木質チップボイラーを導入した場合を想定し、それらの施設において、先に示した「津山市バイオマスタウン構想」において示された目標を達成した場合の製材廃材と林地残材の利用増加量を全てチップとして使用できると想定して、CO₂削減効果を概算で試算した。

なお、製材廃材や林地残材を木質チップボイラーにおいて使用可能な状態にする工程において CO₂の排出が予想されるが、本試算においてはそれらを考慮していない。また、製材廃材と林地残材をチップにした際に、体積が維持されると想定としている。

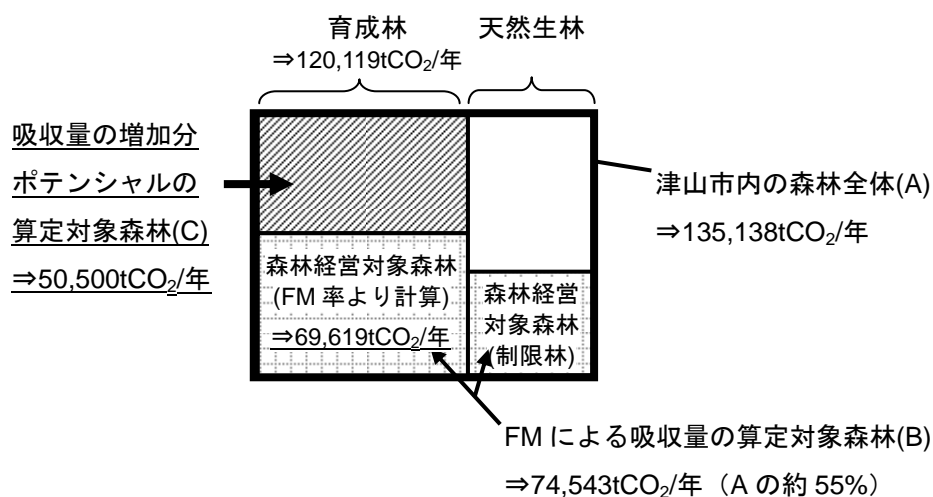
I. -3 削減効果の推計

I. -3-1 森林管理による吸収量

津山市の森林全体での現在の年間吸収量(下図(A))は、135,138tCO₂/年と試算された(参考：岡山県の温室効果ガス排出量は平成17年度で57,382,000tCO₂/年であり、約0.2%に相当する)。

そのうち、京都議定書の3条4項の森林経営(FM)活動による吸収量(下図(B))は、74,543tCO₂/年と試算され、森林全体での吸収量の約55%となっていた。森林施業等の状況からFM率が設定されている育成林についてみると、育成林全体では120,119tCO₂/年で、そのうちFM活動による吸収量が69,619tCO₂/年であり、約58%となっていた。この差分(下図(C))である約50,500tCO₂/年が、森林施業を進めることによる吸収量の増加分の最大ポテンシャルとみなすことができると考えられる。吸収量の増加分の最大ポテンシャルに対応する森林面積を、育成林全体の吸収量に占めるFM活動による吸収量の割合から単純に計算すると、約9,400haとなる。

民有林の育成林に注目すると、森林面積あたりの炭素吸収量は、約5.3tCO₂/ha・年である。この民有林・育成林の森林面積あたりの炭素吸収量を用いて、仮に、「津山市森林整備計画書」において間伐・保育を早急に実施する必要があるとされている要間伐森林89.70haの森林での吸収量を概算すると、約473tCO₂/年となる。要間伐森林は強制に近い形で間伐が促進されるものであり、実際には、それ以外の区域でも補助制度などにより間伐が促進されていると考えられる。



注) 上記は中国地方整備局独自の試算値である。

図 3.2-23 吸収量の試算結果

I. -3-2 木質バイオマスの利用による CO₂ 排出削減量

先に述べた仮定や方法に基づき、「津山市バイオマスタウン構想」において示された目標を達成した場合の製材廃材と林地残材の利用増加に伴う CO₂ 排出削減効果を概算すると、約 9,200tCO₂/年程度と試算された。

なお、試算にあたっては、製材廃材や林地残材を木質チップボイラーにおいて使用可能な状態にする工程において CO₂ の排出が予想されるが、本試算においてはそれらを考慮していない。また、製材廃材と林地残材をチップにした際に、体積が維持されることを想定としている。

また、供給バイオマス量は、「津山市バイオマスタウン構想」において示された目標を達成した場合の製材廃材と林地残材の利用増加量と想定しているが、簡易な試算によると、これらをペレット化し、家庭用のペレットストーブとして暖房に使用した場合、津山市の全世帯の約 2 割をまかなうことができる。一方、これらの供給バイオマス量を既存の検討で対象とした施設と同様の施設で全て使用すると想定すると、ガラスハウスでの導入が検討されていた設備の約 10 倍、あば温泉での導入が検討されていた設備の約 47 倍の設備数が必要となる。需給を均衡させつつ、無理なく利用量を拡大させていくためには、学校などでの公共施設でのペレットストーブ・ペレットボイラー等の導入、民間事業者のバイオマス利用促進に向けた支援などを行うとともに、それに対応した間伐材の搬出や加工施設の処理容量拡大などの取組を、段階的に進めていくことが考えられる。

表 3.2-20 木質バイオマスの利用による CO₂ 排出削減量の試算結果

		①ガラスハウスでの 既存の検討結果に 基づく試算	②あば温泉での 既存の検討結果に 基づく試算
既存の 検討結果	木質燃料消費量合計 (m ³ /年)	5,639	1,253
	CO ₂ 排出抑制量 (kgCO ₂ /年)	891,439	196,040
既存の検討結果から推測される使用木質燃料体積あたりのCO ₂ 排出抑制量 (kgCO ₂ /m ³)		158.1	156.5
供給バイオ マス量	供給バイオマス量(利用増加量)合計 (m ³)	58,602	
	(内)製材廃材 (m ³)	48,000	
	(内)林地残材 (m ³)	10,602	
試算結果	供給バイオマス量を全量受け入れる場合の 施設の数	10.4	46.8
	供給バイオマス量から試算されるCO ₂ 排出 抑制量 (tCO ₂ /年)	9,264	9,169

注) 上記は中国地方整備局独自の試算値である。

I. -4 取組促進に向けた課題の整理

これまでの情報収集・整理及び検討結果を踏まえ、取組促進に向けた課題を、①森林の適正な管理、②木質バイオマスの利用促進、③吸収量や排出削減量のクレジット化制度の活用について述べる。

I. -4-1 森林の適正な管理に関する課題

森林の適正な管理における主な課題は、主に、資金面、人材面で挙げることができる。

【資金面の課題】

森林の適正な管理にかかるコストを、林業収入等によりカバーすることができていない点。

【人材面の課題】

業従事者の高齢化や後継者不足等による林業における人材の不足。

資金面では、森林の適正な管理にかかるコストを、林業収入等によりカバーすることができていない点が課題と考えられる。資金面での課題については、林業の振興による林業収入（生産額）の増加を図ることのほか、森林の公益的機能への支払いの仕組み（クレジットや森林環境税など）等により解決していくことが考えられる。林業の振興については、地域材の利用を促進する施策や、森林認証制度の活用により他者との差別化を図ること等が考えられ、そのような施策や取組がなされ始めており、今後のそれらの展開が期待される。

森林の公益的機能への支払いの仕組みについては、森林による CO₂ 吸収量を評価し、それをクレジットとして売ることができる J-VER 制度がつくられている（クレジット化に関しては後述参照）。森林環境税については、全国でも県レベルでの導入が進められており、岡山県においても「おかやま森づくり県民税」が導入されている。こうした仕組みを有効に活用し、森林の適正な管理に必要な資金を確保していくことが重要と考えられる。

人材面では、林業従事者の高齢化や後継者不足等による林業における人材の不足の課題がある。人材面での課題については、林業従事者の育成のほか、林業従事者以外の主体による森林管理への参加を促進することで解決していくことが考えられる。林業従事者の育成については、公共による育成事業が実施されており、他主体の森林管理への参加については企業との協働の森づくり事業や植樹や保育のつどい等の森づくり事業が実施されてきている。

I. -4-2 木質バイオマスの利用促進に関する課題

木質バイオマス資源の活用の現状と課題は、バイオマス資源の収集・調達段階と、収集した資源の利用段階の2段階に分けることができる。

【収集・調達段階】

収集段階別では、製材所・加工工場では端材等の木質バイオマス資源が比較的良好に活用されているが、林地残材や未利用間伐材では収集・運搬のコストが高いため利用が進んでいない。収集・運搬のコストについては、集材の方法（使用する機械）や立地等によって異なるが、収集・運搬コストが高い土場・林地残材についても、製材工場での乾燥等への熱利用であれば、製材端材とともに活用していくことも十分可能。

【利用段階】

ボイラーによる熱利用以外の利活用方法では、発電利用やペレット製造は、実用化していてもコストや需要の面で課題がある。また、エタノール化やメタノール化は、研究段階である。

（出典「中国地方における国産材、林地残材・間伐材の利活用方策の検討調査」平成19年3月中国経済産業局）

【津山市を想定した既存のケーススタディ】

「中国地域における国産材、林地残材・間伐材の利活用方策の検討調査」（平成19年3月、中国経済産業局）では、津山市を想定して、大規模製材工場を核として国産材（A材）の利用を拡大しつつ、熱利用、バイオマス発電を実施するというケーススタディを実施している。

検討されているケースは、以下の2つである。

<ケース1>

集成材工場における乾燥のために、集成材工場からの端材を活用し、不足分について林地・土場残材をバイオマス資源としてチップ化して活用するケース

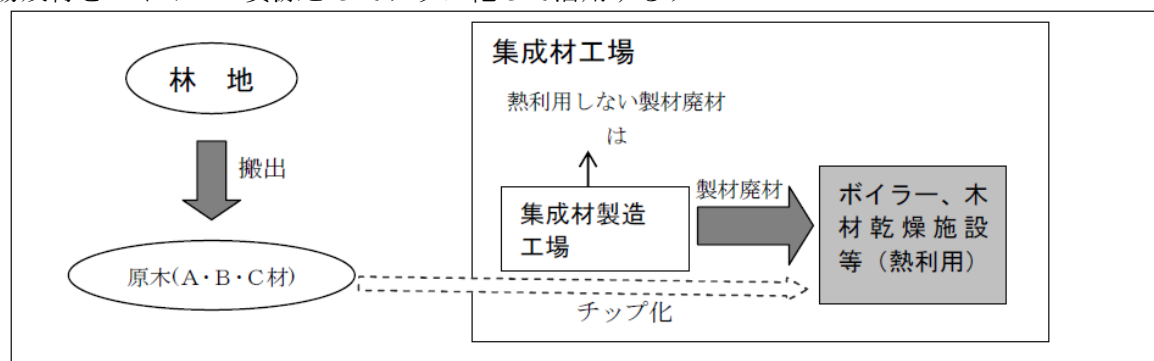


図 3.2-24 ケーススタディの条件（ケース1）

資料：「中国地域における国産材、林地残材・間伐材の利活用方策の検討調査」（平成19年3月、中国経済産業局）

<ケース 2>

集成材・製材工場を同一敷地に集約し、工場内の発電を主とし、副次的に集成材の乾燥に利用するために、集成材工場からの端材、近隣製材工場からのバークを活用し、かつ不足分について林地・土場残材をバイオマス資源としてチップ化して活用するケース

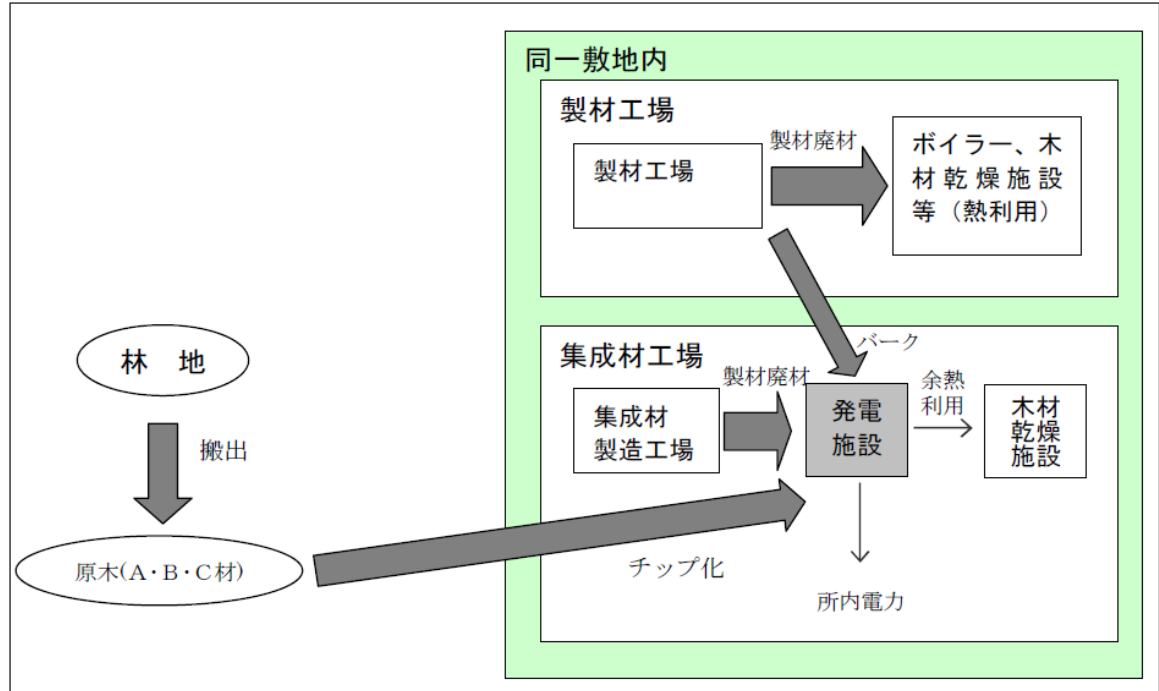


図 3.2-25 ケーススタディの条件（ケース 2）

資料：「中国地域における国産材、林地残材・間伐材の利活用方策の検討調査」（平成 19 年 3 月、中国経済産業局）

ケース 1 については、乾燥に必要な熱利用のみをバイオマス資源で得る場合、集成材工場からの端材で賄うことが可能であり、余った製材端材はチップ業者に売却することも加味し、十分なコスト削減効果があることが示されている。仮に土場残材を活用すると想定した場合、製材端材量分全てを活用しても、その価格分を負担するだけのコスト吸収力があるとの結果が示された。また、仮に一部林地残材を活用すると想定した場合には、コスト吸収力を考慮するとバイオマス資源全体の半分以上の量を林地残材に置き換えることが可能であるとの結果が示された。

ケース 2 については、集成材工場からの端材や製材工場からのバークだけでは大幅にバイオマス資源が不足し、土場・林地残材などの活用が必要になることが示されている。しかしながら、その不足分を全て土場・林地残材で賄っていくだけのコスト吸収力については、土場残材についてははかるうじて有しているが、林地残材は有しておらず、近隣の製材端材などの活用を視野に入れる必要があるとの結果が示されている。

I. -4-3 吸収量や排出削減量のクレジット化

J-VER 制度や国内クレジット制度など、森林管理等による CO₂ 吸収量や、木質バイオマスの利用による化石燃料からの温室効果ガス排出削減量を評価し、クレジット化して売却することができる制度が導入されている。こうした制度は、先に述べたような森林の適正管理や木質バイオマス利用促進における資金面での課題の解決に活用していくことができると考えられる。

先に推計した削減効果の試算結果では、森林管理による吸収量については、「津山市森林整備計画書」において要間伐森林とされている 89.70ha の森林での吸収量が約 473tCO₂/年、木質バイオマスの利用については、「津山市バイオマスタウン構想」において示された目標を達成した場合の製材廃材と林地残材の利用増加分による CO₂ 排出削減量が約 9,200tCO₂/年程度と試算された。クレジットの価格は、京都議定書に基づく京都クレジットの場合は、1,000～4,000 円/tCO₂ 程度であるが、国内クレジット制度や J-VER 制度等の制度におけるクレジットについては、まだ取引件数が少ないことや価格が公表されていないことから、情報が不足している。京都クレジットの価格を参考に、仮に 3,000 円/tCO₂ とした場合、前述の吸収量は約 1,419,000 円、排出削減量は約 27,600,000 円に相当する。

ただし、国内クレジット制度や J-VER 制度は、クレジットの発行対象期間が、現時点では 2013 年 3 月までとなっており、長期的にこのような制度を継続して活用していくことができるかどうかは不明であり、今後の課題と考えられる。

(4) 他都市への適用可能性

以上のとおり、森林管理・保全、林業振興、木質バイオマスの有効利用について、津山市を対象とした検討を行った。その結果として、森林の間伐・保育やバイオマスの活用促進が求められる中、森林管理や木質バイオマス利用等による CO₂ 吸収量・排出削減量のクレジット化の仕組みを活用し、必要な資金を確保していくことが有効と考えられた。また、林業の担い手の育成や地域材の利用促進に係る施策の展開や森林認証等による差別化による林業振興、企業や市民等の林業従事者以外の主体による森林管理への参加促進等、既にいくつかの実例が見られる施策・取組については、さらに総合的に展開・推進していくことが有効と考えられる。

豊富な森林資源に恵まれ、製材所等のインフラを持つ中国圏の中山間地域においては、こうした施策・取組はいずれの都市においても適用可能と考えられ、特に中小都市とその周辺の森林等において循環圏を構築することにより、生産と消費の現場を近接させ、輸送における CO₂ 排出を抑制する効果が期待される。

3) 産業分野（資源作物関係）

(1) 施策の概要

産業分野（資源作物関係）における津山市の施策の概要について、津山市からの提案及び現行施策を踏まえ、以下のとおり整理を行った。

①資源作物の栽培推進に資する施策	実施・検討状況
<p>◇菜の花等の栽培（津山市バイオスタウン構想） ー菜の花等を景観作物として遊休農地等に作付けするとともに、菜種油を地域の特産品として普及させ、学校給食や各施設等での利用や一般販売を検討する。</p>	<p>構想中 ・津山市バイオスタウン構想（平成20年8月策定）に記載</p>
<p>◇多収穫米の栽培（津山市バイオスタウン構想） ー耕作放棄地の解消のため、多収穫米の作付けをし、エタノール化を検討する。 バイオマスエタノールは食用米との交配や窒素肥料使用による水系などの課題もあり、十分な検討が必要</p>	<p>構想中 ・津山市バイオスタウン構想（平成20年8月策定）に記載</p>
②廃食用油の利用推進に資する施策	
<p>◇BDF 精製設備の導入（津山市バイオスタウン構想） ー民間処理施設で回収、再利用されている廃食用油を有効利用するため、BDF 精製設備の導入を検討する。</p>	<p>構想中 ・津山市バイオスタウン構想（平成20年8月策定）に記載</p>
<p>◇公用車・農業機械における BDF 利用（津山市バイオスタウン構想） ー精製された BDF の公用車燃料や農業機械への混合燃料としての利用を検討する。</p>	<p>構想中 ・津山市バイオスタウン構想（平成20年8月策定）に記載</p>
<p>◇観光資源としての有効利用を含めた循環システム構築（津山市バイオスタウン構想） ー観光資源として菜種等の資源作物の栽培を検討し、栽培から利用までの循環システムの構築を図る。</p>	<p>構想中 ・津山市バイオスタウン構想（平成20年8月策定）に記載</p>
③自動車交通の環境負荷軽減に資する施策	
<p>◇クリーンエネルギー自動車の普及 ー地域資源を有効利用した BDF やエタノール燃料などバイオ燃料を公用車へ積極的に導入することを検討する。クリーンエネルギー自動車等に関する情報提供等により、一般への普及促進を図る。</p>	<p>構想中 ・津山市地域新エネルギービジョン（平成22年2月策定）に記載</p>

(2) 施策の検証・考察

津山市におけるエネルギー利用目的での作物の栽培は現状行われていない状況だが、なたねに関しては、津山市は岡山県内における主産地の一つに位置づけられており、食用・景観保全用の作付けは先行して実施されていると考えられる。

また、なたねによる BDF 精製は、事業所等から出る廃食用油の回収利用との連携が可能であり、資源作物の栽培推進取組と相互に連携させることにより、木質バイオマス関連施策同様に、地域に資源と経済の循環の輪を構築しつつ、地域の低炭素化を図る取組に発展する可能性がある。

もとより農業は林業と並び、中山間地域における主産業と言えるものであり、こうした取組により農業が持続的発展を遂げることで、地域活力を維持するとともに、中山間地域の多面的機能の維持・保全、再生につながることを期待される。

(3) 想定される施策の効果

ア. モデル検討の考え方

本検討では、中山間地のもう一つの考えられる方向性として、耕作放棄地を有効利用したエネルギー作物の栽培とそのバイオマスの有効利用について検討する。エネルギー作物の栽培から燃料を製造するだけではなく、廃食用油からも原料の供給が可能な BDF に特に注目しつつ、その導入可能性について検討することとする。

ここでは、耕作放棄地に菜の花を植えてなたね油を搾油し、家庭や給食で利用するとともに、家庭、学校などから出る廃食用油を市民、学校等の協力を得て回収・バイオ燃料化（BDF 化）し、市の公用車（廃棄物回収車両など）等に利用するといった複合的な取組を推進することが考えられる。バイオ燃料が CO₂ の排出を抑制するとともに、耕作放棄地の解消に資するほか、学校の環境教育、地産地消、地域の資源循環にもつながる幅広い波及効果を持った取り組みとすることを検討する。

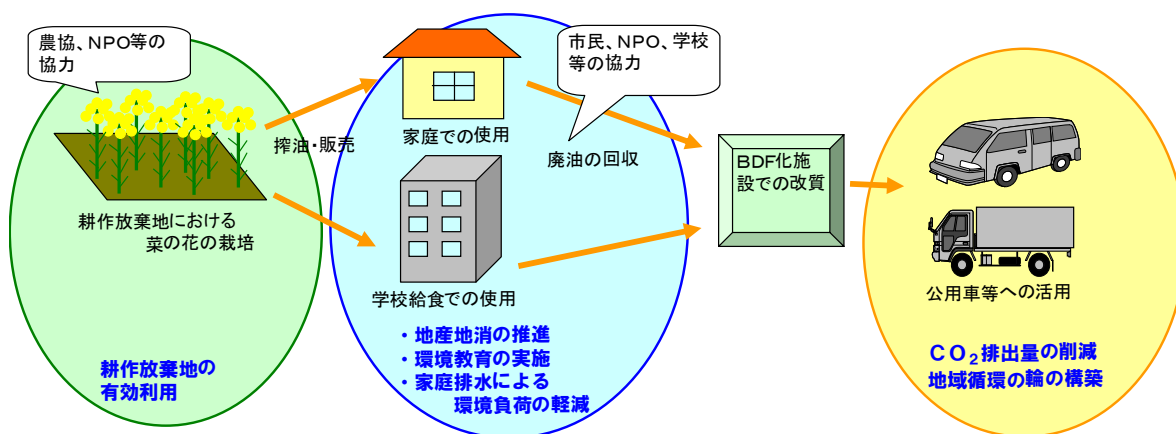


図 3.2-26 耕作放棄地や廃食用油の有効利用による地域の資源循環構築のイメージ

4. 現況把握

4-1 耕作放棄地の状況

津山市における耕作放棄地の面積は表 3.2-21 に示すとおりである。

表 3.2-21 耕作放棄地の面積[ha]

分類	面積
田	547.0
畑	218.8
合計	765.8

注) 津山市農業振興課 耕作放棄地全体調査結果 H21.9.1 現在
耕作放棄地の実態を踏まえて整理した値

4-2 エネルギー作物の栽培状況

津山市域において、エネルギー利用目的での作物の栽培は行われていない。

4-3 エネルギー作物の種類

エネルギー作物には、油脂系作物、デンプン系作物、糖質系作物がある。油脂系作物はディーゼル燃料（軽油）代替となる BDF となり、デンプン系作物、糖質系作物はエタノール化してガソリン代替がなされている。

NEDO（（独）新エネルギー・産業技術総合開発機構）の「バイオマス賦存量・利用可能量の推計」によれば、エネルギー作物の種類は表 3.2-22 に示すとおりである。

表 3.2-22 エネルギー作物の種類

油脂系作物	大豆
	なたね
	ひまわり
デンプン系作物	米
	小麦
	大麦
	さつまいも
	じゃがいも
	とうもろこし
糖質系	てん菜
	さとうきび
	ソルゴー（スイートソルガム）

資料：「エネルギー作物のバイオ燃料収量等の推計方法」（NEDO）
<http://appl.infoc.nedo.go.jp/kinds3/index.html>

4-4 バイオ燃料の規格等

バイオエタノールについては、ETBE 方式（石油業界主導）とエタノール混合ガソリン（政府主導）の2つの技術の検討が進められている。

政府主導のバイオガソリンについて、バイオエタノール 3%混合の E3 については、「揮発油等の品質の確保等に関する法律」（品確法）において、通常のレギュラーガソリンと同様に規格が定められている。10%混合の E10 ガソリンは試験自動車個別に認定されているところであり、燃料規格は検討中となっている。

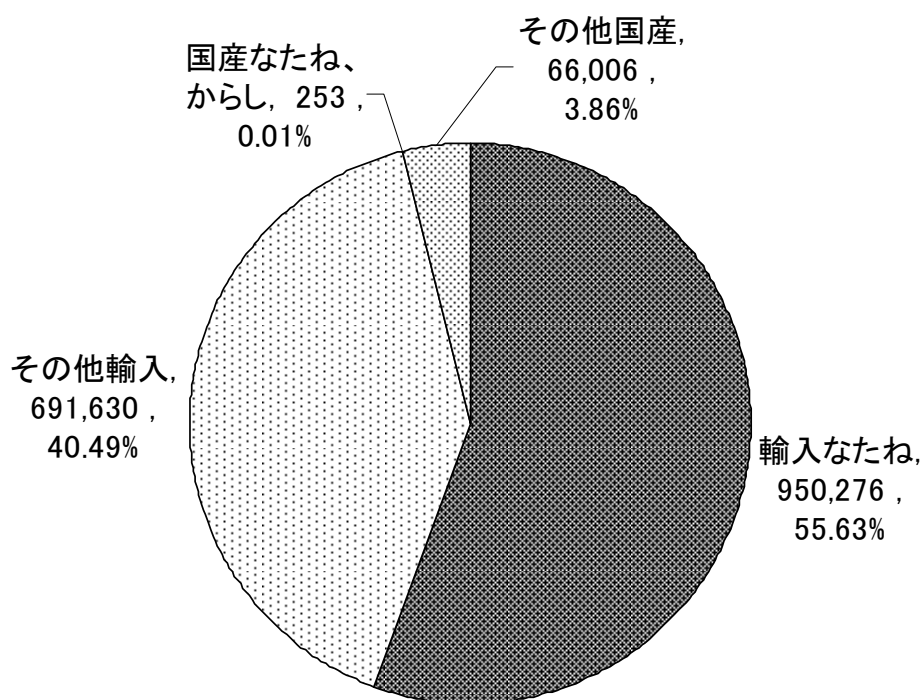
表 3.2-23 バイオエタノールの燃料化技術

導入技術例	概要・特徴	実際の事例など
バイオガソリン (ETBE ; ethyl tertiary butyl ether) 配合)	植物由来のバイオエタノールと石油系ガスのイソブテンを合成した「バイオ ETBE」を 1%以上配合したガソリン。水分の混入対策を施す必要がないが、混合率を大きく引き上げることが技術的に難しいとされている。	バイオガソリン (ETBE 配合) は、ガソリンスタンドで既に販売中。
エタノール混合ガソリン	ガソリンにエタノール（エチルアルコール）を一定量混ぜた自動車燃料。エタノールの混合割合によって E3（エタノール 3%）、E10（エタノール 10%）などが議論の対象となっている。バイオエタノールをそのまま高濃度で混合するため含水対策を行う必要がある。	環境省主導で E3、E10 の実証事業が進められている。

BDF については、平成 19 年度末に、「揮発油等の品質の確保等に関する法律」（品確法）の軽油規格に追加された。この規格では、軽油とバイオディーゼル燃料の混合比率の上限を 5%と定め、さらに自動車用燃料として軽油と混合するバイオディーゼル燃料の成分に基準値を設けることで、多様な品質を有するバイオディーゼル燃料が混合された軽油品質の適正化を図っている。この規格は、軽油と混合して販売することを前提としたもので、B100 で使用する場合や市町村が公用車に使用する等、自家消費する場合には適用されない。なお、京都市のように、市独自の B100 暫定規格「京都スタンダード」（平成 14 年 3 月）を設定している例もある。

4.-5 植物油の生産・輸入状況

以下では、廃食用油の利用を念頭に置き、国内における植物油の生産・輸入状況を整理する。「平成 20 年（1～12 月）月別油糧生産実績表」（農林水産省 総合食料局 食品産業振興課、平成 21 年 3 月）によると、国内植物油生産量の 9 割以上が、輸入原料に頼っている。BDF の原料として広く知られているなたね油については、輸入のものが総植物油生産量の 5 割強となっており、国産のなたね油は 0.01%を切る数量（統計上、国産からし油との合算値）となっている。



資料：「平成 20 年（1～12 月）月別油糧生産実績表」（農林水産省 総合食料局 食品産業振興課、平成 21 年 3 月）

図 3.2-27 国内植物油生産量（単位：トン）

4.-6 なたねの作付、収穫量等

農林水産省の「特産農作物生産実績の概要」によれば、国内のなたねの作付面積、収穫面積、単位面積あたり収量、収穫量（平成 18 年）は表 3.2-24に示すとおりとなっている。中国圏では、岡山、島根、広島が報告されており、岡山県では、主産地の一つに津山市が挙げられている。

なお、本統計には、食用、景観保全用などの作付も含まれていると考えられる。

表 3.2-24 国内なたねの作付面積等

		作付面積 (ha)	収穫面積 (ha)	収 量 (kg/10a)	収 穫 量 (t)	主 産 地
中国 四国	鳥 取	8.7	5.2	48.3	2.5	安来市、浜田市、奥出雲町
	島 山	16.7	4.6	180.0	8.3	笠岡市、岡山市、津山市
	広 島	5.5	4.5	75.0	3.4	庄原市、北広島町
	山 口					
	徳 島					
	香 川					
	愛 媛					
高 知						
小 計		30.9	14.3	303.3	14.2	

資料：「特産農作物生産実績の概要」（農林水産省生産局生産流通振興課、平成 18 年データ）

4.-7 廃食用油の供給ポテンシャル

BDF の賦存量、供給可能量については、以下の算定式に基づいて推計を行った。なお、国内廃食用油の利活用状況（出典：全国油脂事業協同組合連合会ホームページ）を確認したところ、業務系の廃食用油（食品工場等から排出）は、既に 8 割程度がリサイクルされていると言われており、ここでは、家庭系のみを対象として検討することとした。

表 3.2-25 BDF の賦存量、供給可能量の算定式

賦存量	賦存量(kg/年) = 人口(人) × 廃食用油発生量原単位(kg/人/年)
供給可能量	供給可能量(kg/年) = 賦存量(kg/年) × 廃食用油回収率(-) × BDF 精製効率(-)

廃食用油発生量原単位については、表 3.2-28に示すとおり、様々な事例があり、その推計方法は定まっていない。本検討では、表 3.2-26に示すとおり、①最も準用例の多かった千葉県、②既に BDF 事業を実施している滋賀県高島市（旧高島郡新旭町）、の 2 ケースの値の廃食用油発生量原単位について推計を行った。

表 3.2-26 本検討における廃食用油発生量原単位

ケース	発生量原単位 (kg/人・年)	資料
①千葉県事例原単位	1.57	千葉県モデル・バイオマスタウン設計業務調査報告書(H16)より準用
②高島市事例原単位	0.50	実績概算値(H10~15年)及び旧新旭町(H12国勢調査)の人口、廃食用油密度 0.9kg/lより算出

上記の2ケースについて、廃食用油賦存量、及びBDF供給ポテンシャルについて推計した結果を表3.2-27に示す。

表 3.2-27 津山市の廃食用油賦存量、BDF供給ポテンシャル

ケース	発生量原単位 (kg/人・年)	津山市人口 (人)※1	賦存量 (kg/年)	廃食用油 回収率※2	BDF 精製 効率※3	供給ポテンシャル (kg/年)
①千葉県事例 原単位	1.57	109,744	172,298	0.7	0.9	108,548
②高島市事例 原単位	0.50		54,872	1.0		49,385

資料：※1 津山市統計書（平成21年1月1日現在）

※2 ケース①は、湖西市バイオマスタウン構想（H19）、備前市エネルギービジョン（H20）のアンケート結果から0.7と設定。ケース②は、実績値のため1.0と設定。

※3 エココミュニティ創出事業報告書、三重県環境部循環システム推進チーム（H16.3）

表 3.2-28 廃食用油量推計の事例

No.	自治体等名称	廃食用油量	廃食用油量の求め方	本検討の換算値	本検討における 換算法	出典
1	千葉県	1.57kg/人・年	全国の家庭用由来廃食用油の発生量≒20万トン（農林水産省総合食料局食品産業振興課調べ）÷平成15年10月1日現在全国総人口	1.57kg/人・年		千葉県モデル・バイオマスタウン設計業務調査報告書、H16
2	静岡県湖西市	0.3ℓ/世帯・年	市民アンケート（1,000名）より推計。 供給可能量については、住民アンケートから70%が回収活動に参加と設定	0.33kg/世帯・年	廃食用油密度0.9kg/ℓとして換算	湖西市バイオマスタウン構想、H19
3	滋賀県高島市 （旧新旭町）	5,000ℓ	実績概算値（H10～15年）。平成10年度より社会福祉法人による回収を開始、平成13年度より町委託事業	0.50kg/人・年	旧新旭町の人口（H12国勢調査）、廃食用油密度0.9kg/ℓを用いて一人当たり量に換算	バイオマス情報ヘッドクォーターHP http://www.biomass-hq.jp/precedent/pdf/4/143.pdf
4	岡山県備前市	134,782ℓ	全国での廃食用油量（家庭、業務）を、備前市の人口（H17国勢調査）で按分して推計。 供給可能量については、住民アンケートから70%が回収活動に参加と設定	3.72kg/人・年	備前市の人口（H17国勢調査）、廃食用油密度0.9kg/ℓを用いて一人当たり量に換算	備前市エネルギービジョン、H20

4. -8 環境教育・学習への活用状況

国内では、小学校を廃食用油の回収拠点とする等、BDFの製造・使用に関連した各種環境教育の取組が数多く行われている。

ウ. 低炭素都市に向けたシナリオの検討

津山市では、平成16年度に、市民団体が住民、事業者、自治体と連携して、空き店舗等で回収した廃食用油をBDF化し、中心市街地を巡回するコミュニティバスの燃料として有効利用するための実証実験を行っている。また、市域内の民間事業者において、日量100Lの廃食用油を処理し、90～95LのBDFを生成しており、燃料として自社のトラックで使用しているが、原材料の廃食用油が不足していることが課題としてあげられている。

なお、本調査時点において、津山市行政において、エネルギー作物の栽培、廃食用油の回収・BDF化などの取組は実施されていない。

その一方、活用されていない耕作放棄地も存在し、一定量の廃食用油の発生も期待されることから、耕作放棄地にエネルギー作物を栽培し、バイオ燃料を供給するとともに廃食用油も利用し、軽油・ガソリンを代替する（化石燃料代替）場合のCO₂削減効果を算定する。

I. 削減効果の推計

I.-1 CO₂削減効果算定の考え方

津山市の耕作放棄地にエネルギー作物を最大限栽培した場合のバイオ燃料の供給ポテンシャルを推計するとともに、廃食用油を最大限利用した場合のBDF供給量を推計する。これらの燃料が軽油・ガソリンを代替する（化石燃料代替）場合のCO₂削減効果を算定する。

I.-2 CO₂削減効果の推計方法

CO₂排出削減効果は、以下の算定式を用いて算定する。発熱量に対応した排出係数は、代替する石油製品を想定し、BDFについては軽油の係数を、バイオエタノールについてはガソリンの発熱量を用いることとする。

また、バイオ燃料の生産量は、耕作放棄地に最大限作付けして栽培した場合を想定して算定する。単位面積収穫量は、NEDOの「エネルギー作物のバイオ燃料収量等の推計方法」において、都道府県別の値が示されており、地域特性を反映した値となっていると考えられる。なお、岡山県については、てん菜（主に北海道で栽培）とさとうきび（主に沖縄、九州で栽培）の収穫量はゼロであった。

バイオ燃料生産量[1]

＝耕作放棄地面積[ha]×単位面積あたり収穫量[t/ha]×BDF/エタノール収量[l/t]

CO₂排出削減効果[kg-CO₂]

＝バイオ燃料生産量[1]×BDF/エタノール発熱量[MJ/l]

×代替する化石燃料の排出係数[kg-C/MJ]×44÷12

表 3.2-29 耕作放棄地の面積（再掲）[ha]

分類	面積
田	547.0
畑	218.8
合計	765.8

注) 津山市農業振興課 耕作放棄地全体調査結果 H21.9.1現在
耕作放棄地の実態を踏まえて整理した値

表 3.2-30 単位面積あたり収穫量[t/ha]

作物	収穫量
大豆	0.007
なたね	0.03
ひまわり	0.003
米	0.052
小麦	0.032
大麦	0.087
さつまいも	0.175
じゃがいも	0.156
とうもろこし	0.065
てん菜	-
さとうきび	-
ソルゴー	0.557

資料：「エネルギー作物のバイオ燃料収量等の推計方法」(NEDO)
<http://appl.infoc.nedo.go.jp/kinds3/index.html>

表 3.2-31 収量あたり BDF・エタノール収量[L/t]

エネルギー作物		燃料	収量(L/t)
油脂系作物	大豆	BDF	100
	なたね	BDF	364
	ひまわり	BDF	543
デンプン系作物	米	エタノール	303
	小麦	エタノール	303
	大麦	エタノール	333
	さつまいも	エタノール	128.7
	じゃがいも	エタノール	87.1
	とうもろこし	エタノール	370
糖質系	てん菜	エタノール	83.3
	さとうきび	エタノール	70
	ソルゴー	エタノール	80

資料：「エネルギー作物のバイオ燃料収量等の推計方法」(NEDO)
<http://appl.infoc.nedo.go.jp/kinds3/index.html>

表 3.2-32 BDF・エタノール発熱量[GJ/l]

BDF	0.03574
エタノール	0.02133

資料：「エネルギー作物のバイオ燃料収量等の推計方法」(NEDO)
<http://appl.infoc.nedo.go.jp/kinds3/index.html>

表 3.2-33 代替する化石燃料の排出係数[t-C/GJ]

軽油	0.0187
ガソリン	0.0183

資料：温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度 排出係数一覧

I.-3 削減効果の推計

以下、耕作放棄地に最大限エネルギー作物を植えた場合の、バイオ燃料によるCO₂代替効果の概算値を示す。作物の収量等により値は異なるが、大豆、ひまわり、ソルゴーといった一部の作物を除くと、概ね10～30t・CO₂の範囲となっている。

一方、廃食用油によるBDFの製造については、供給ポテンシャルについて2つのパターンで分析した結果、約130t～300tのCO₂の削減効果を得られるという試算結果となった。

表 3.2-34 エネルギー作物のCO₂排出削減量の概算値

エネルギー作物		燃料	耕作可能面積 (ha)	収穫可能量 (t)	燃料収量(L)	発熱量(GJ)	CO ₂ 排出削減量(t)
油脂系作物	大豆	BDF	765.8	5.4	536.1	19.2	1.31
	なたね	BDF	765.8	23.0	8,362.5	298.9	20.49
	ひまわり	BDF	765.8	2.3	1,247.5	44.6	3.06
デンプン系作物	米	エタノール	547.0	28.4	8,618.5	183.8	12.34
	小麦	エタノール	765.8	24.5	7,425.2	158.4	10.63
	大麦	エタノール	765.8	66.6	22,186.0	473.2	31.75
	さつまいも	エタノール	765.8	134.0	17,247.7	367.9	24.69
	じゃがいも	エタノール	765.8	119.5	10,405.4	221.9	14.89
	とうもろこし	エタノール	765.8	49.8	18,417.5	392.8	26.36
糖質系	てん菜	エタノール	765.8	-	-	-	-
	さとうきび	エタノール	765.8	-	-	-	-
	ソルゴー(スイートソルガム)	エタノール	765.8	426.6	34,124.0	727.9	48.84

注) 上記は中国地方整備局独自の試算値である。

表 3.2-35 廃食用油のCO₂排出削減量の概算値

ケース	供給ポテンシャル (kg/年)	BDF 比重※	発熱量 (GJ)	CO ₂ 排出削減量 (t)
①千葉県事例原単位	108,548	0.9	4,310.6	295.56
②高島市事例原単位	49,385		1,961.1	134.47

資料：※ 総合資源エネルギー調査会石油分科会石油部会燃料政策小委員会（第11回）資料
<http://www.meti.go.jp/report/downloadfiles/g30922b42j.pdf>

注) 上記は中国地方整備局独自の試算値である。

「全国市区町村自動車CO₂表示システム」(国立環境研究所)による平成17年の津山市の運輸部門のCO₂排出量は表3.2-36に示すとおりである。合計で約215千トンであり、バイオ燃料によるエネルギー代替に伴うCO₂削減効果を仮に20t・CO₂程度とすると、わずかに0.01%となる。よって、普及・啓発や環境教育などの観点だけでなく、CO₂削減効果を少しでも増やすためには、廃食用油の回収・有効利用もセットの取組とすることが効果的と考えられる。

廃食用油もセットで検討した場合、合計で最大320t・CO₂が削減されるとすると、運輸部門のCO₂排出量の約0.15%となり、削減効果は15倍程度に増加する。

表 3.2-36 津山市の運輸部門の CO₂ 排出量 (平成 17 年) (t-CO₂)

区 分		CO ₂ 排出量
乗用車	軽乗用車	28,183
	乗用車	82,450
	バス	5,409
貨物車	軽貨物	19,874
	小型貨物	13,684
	普通貨物	56,578
	特種車	9,330
合 計		215,508

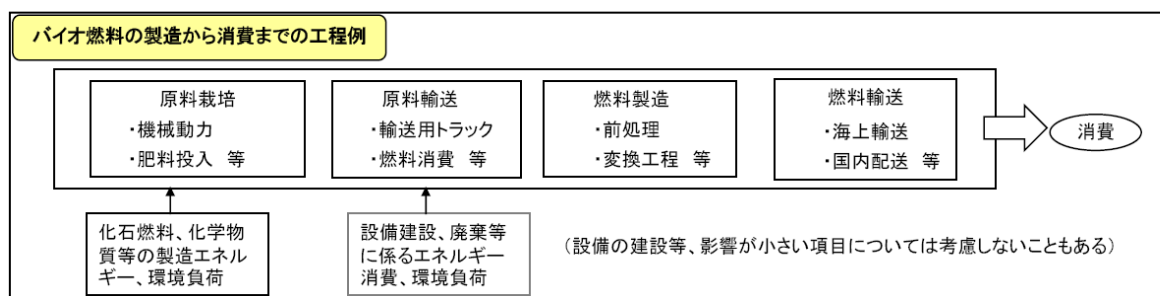
I. -4 取組促進に向けた課題の整理

経済産業省、農林水産省、環境省の 3 省が連携して開催している「バイオ燃料導入に係る持続可能性基準等に関する検討会 中間取りまとめ」(平成 22 年 3 月)では、バイオ燃料導入に向けた課題を次の 3 つの視点から分析し、今後の方向性を示している。

- ① 燃料の製造から消費までのライフサイクルでの評価
- ② 食料との競合
- ③ 生態系の破壊

I. -4-1 燃料の製造から消費までのライフサイクルでの評価

燃料の製造から消費までのライフサイクルでの評価については、LCA (ライフサイクルアセスメント: Life Cycle Assessment) の手法を用いて、評価を行うべきとされている。例えば、図 3.2-28 に示す工程では、燃料使用などによって排出される CO₂ 排出量が評価対象となる。中国圏においても、具体的にエネルギー作物の栽培・燃料の製造や廃食用油の回収による BDF 化を検討する際には、同様の検討が必要と考えられる。



資料: 「バイオ燃料導入に係る持続可能性基準等に関する検討会 中間取りまとめ (概要)」(平成 22 年 3 月)

図 3.2-28 バイオ燃料の製造から消費までの工程例

上記中間とりまとめでは、国として、標準的なライフサイクルの排出量を検討するバイオ燃料について、表 3.2-37 に示すものを挙げており、そのうち、サトウキビなど 6 原料については、LCA での環境負荷量を図 3.2-29 に示すとおり算定している。なお、廃食用油原料の BDF は算定されていない。

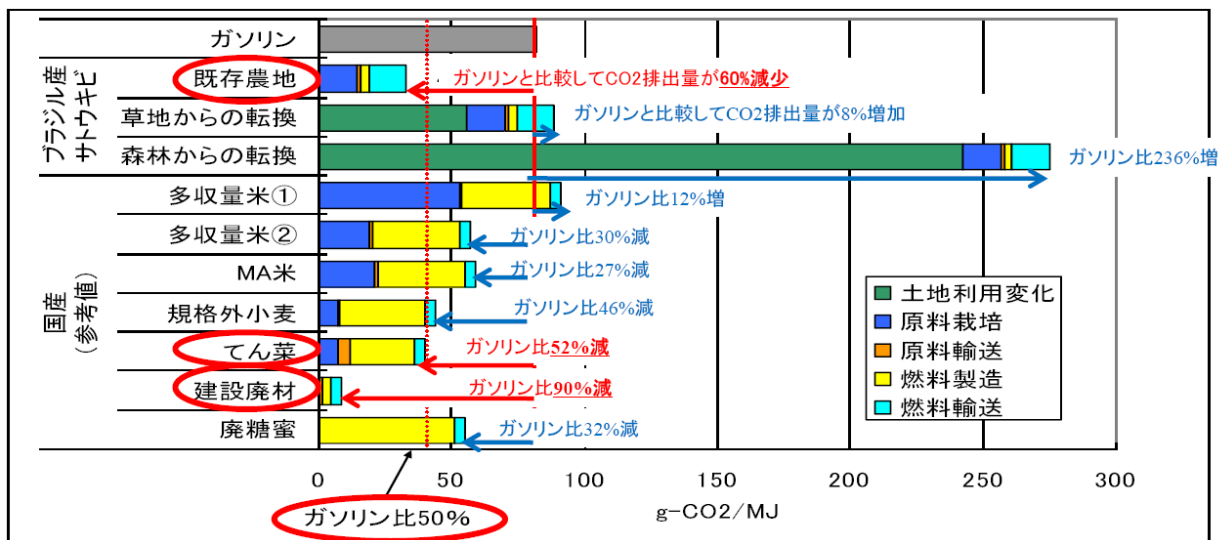
なお、このような評価において、地産地消型利用の場合は、燃料輸送工程の排出が小さくなることから、地産地消の循環の輪を構築することは、エネルギーの有効利用の観点で有効であ

ると考えられる。また、算定方法のルールとして、廃棄物を原料とする場合、原料の収集に要したエネルギー起源のCO₂のみを計上するとされており、廃食用油であれば、食料油の栽培・製造・輸送部分は算定対象外で、廃食用油を回収するところからが算定対象となるため、削減効果は高くなると見込まれる。

表 3.2-37 国としての標準的なライフサイクル負荷量を算定予定の原料等

	原料	バイオ燃料	生産地域
短・中期的に導入が期待されるバイオ燃料	サトウキビ	エタノール	ブラジル
	多収量米	エタノール	国内
	規格外小麦	エタノール	国内
	余剰てん菜	エタノール	国内
	建設廃材	エタノール	国内
	廃糖蜜	エタノール	国内
	パーム油原料	BDF、BHD	東南アジア
	廃食用油原料	BDF、BHD	国産
	菜種油	BDF、BHD	欧州
	大豆油	BDF、BHD	北南米
	一般廃棄物	エタノール	国内
	キャッサバ	エタノール	タイ
	サトウキビ	エタノール	インド
	ジャトロファ	BDF BHD	各地
ココナツ	BDF BHD	東南アジア	
長期的に導入が期待されるバイオ燃料	麦わら・稲わら	エタノール	国内
	林地残材、未利用古紙	エタノール	国内
	バガス	エタノール	ブラジル
	木材	エタノール等	各地
	多収量草本植物	エタノール	各地
	早生広葉樹	エタノール	各地
	黒液	エタノール	国内
	藻	エタノール/BTL	各地

資料：「バイオ燃料導入に係る持続可能性基準等に関する検討会 中間取りまとめ（概要）」（平成 22 年 3 月）



注1) 多収量米①は水管理状況の変化を伴う水田、多収量米②は水管理状況の変化を伴わない水田で栽培した場合の試算結果

注2) ガソリンのライフサイクルGHG排出量は81.7gCO₂/MJと想定

注3) 地産地消型利用の場合、燃料輸送工程の排出は0となる。

注) 国産バイオ燃料は、実証段階でプラントが小規模であること、サンプル数が少ないことから参考値として示されている。

資料：「バイオ燃料導入に係る持続可能性基準等に関する検討会 中間取りまとめ（概要）」（平成 22 年 3 月）

図 3.2-29 ライフサイクル負荷量の算定例

I. -4-2 食料との競合

エネルギー作物の食料との競合の可能性については、表 3.2-38のとおり整理されている。本津山市モデルの検討では、耕作放棄地や廃食用油の有効利用を検討しており、従来有効利用されていなかったものを利用するという意味で、現段階では、食料生産等との競合は生じないものと考えられ、今後取組を促進すべき位置づけにあると考えられる。なお、上記中間取りまとめでは、今後の方向性として、事業者のみの判断で食料競合問題を判断することは困難であり、国が適切に調査、評価、管理をしていく必要があると整理している。

表 3.2-38 食料生産等との競合の可能性

調達形態	原料	バイオ燃料	国産/輸入	競合の可能性がある用途
副産物・廃棄物、余剰農産物の利用	廃糖蜜	エタノール	国産原料、ブラジル・インド等からの輸入	食品添加物原料
	バガス	エタノール	ブラジル、インド等からの輸入	直接エネルギー利用
	てん菜・規格外小麦等	エタノール	国産原料	飼料
	稲わら	エタノール	国産原料	飼料、敷料、堆肥、鋤き込み
	林地残材・製材廃材・建設廃材	エタノール	国産原料	マテリアル、直接エネルギー利用
	一般廃棄物、おから	エタノール	国産原料	飼料、直接エネルギー利用
	廃食用油	BDF (FAME/BHD)	国産原料	飼料、油脂化学工業原料
バイオ燃料生産を目的とした原料の生産	サトウキビ	エタノール	国産原料、ブラジル・インド等からの輸入	食品原料
	キャッサバ	エタノール	タイ等からの輸入	食品原料
	スイートソルガム	エタノール	東南アジア等からの輸入	食品添加物原料、飼料
	多収量米等	エタノール	国産原料	飼料
	エリアンサス等の資源作物（開発段階）	エタノール	東南アジア、アフリカ等からの輸入	（新規生産のみ）
	菜種	BDF (FAME/BHD)	国産原料	食品原料
	パーム油	BDF (FAME/BHD)	マレーシア、インドネシア等からの輸入	食品原料、油脂化学工業原料
	ジャトロファ（開発段階）	BDF (FAME/BHD)	東南アジア、アフリカ等からの輸入	（新規生産のみ）

資料：「バイオ燃料導入に係る持続可能性基準等に関する検討会 中間取りまとめ」（平成 22 年 3 月）

I. -4-3 生態系の破壊

バイオ燃料の栽培については、主に海外において、海外の原生林、未開発林などが開発されることによる問題が検討されている。本津山市モデルの検討では、耕作放棄地や廃食用油の有効利用を検討しており、従来有効利用されていなかったものを利用するという意味で、現段階では、生態系の破壊等の問題は基本的に生じないものと考えられ、今後取組を促進すべき位置づけにあると考えられる。なお、上記中間取りまとめでは、生態系を破壊していないことを評価する基準の設定が難しいことから、今後の方向性として、国際的な持続可能性認証基準策定に参加すること、生産国において生態系を破壊しないための能力開発支援を行う必要があると整理している。

(4) 他都市への適用可能性

ここでは、エネルギー作物の栽培・燃料の製造や BDF の製造・利用について、津山市を対象とした検討を行った。CO₂削減量の確保、また、ライフサイクルでの負荷の低い燃料確保の観点からは、エネルギー作物だけでなく、廃食用油の利用も行うことが有効であると考えられる。

また、これらの取組を通じて、耕作放棄地の有効利用、環境教育、地産地消の循環の輪の構築など、複合的な効果をねらった取組を進めることが有効と考えられる。いずれの取組も中国圏における各都市において適用可能であり、また中枢中核都市においては、耕作放棄地有効利用の観点では適用可能性は低い、事業所等で大量発生する廃食用油の有効利用策としては推進が可能と考える。

なお、耕作放棄地の有効利用については、農地法をはじめとする農地制度に準拠する必要があることは言うまでもない。最新の農地制度に関しては中国四国農政局「ここが変わります！農地制度」^{注)}に詳しい。

注) <http://www.maff.go.jp/chushi/keiei/kaikaku/pdf/nouchikaikaku.pdf>

3.3 中国圏の特性・課題を踏まえたその他の取組

本節では、中国圏の特性・課題を踏まえたときに有力と考えられる取組のうち、3.1～3.2 節で取り上げなかったものについて、補足的に検討を行う。

中国圏において低炭素型圏域構造を考える上で、大きく以下の2点の特性・課題が存在する。

① 産業基盤が充実している一方、環境施策における産業と都市との連携が不十分であること

工業地帯と都市とが比較的近接しているにも関わらず、工場廃熱が有効活用されていないとともに、都市廃棄物の熱源としての産業活用なども進んでいないなど、熱エネルギーの有効活用が十分図られていない。

② 都市が各地に分散しそれぞれが成果圏の拠点都市として後背の中山間地域を支えている一方で、各都市の市街地密度が低く、拠点性が低下しつつある傾向にあること

中山間地域等を支える都市の低密度化とそれに伴う都市機能の衰退が進行しており、結果として、市街地内における移動が自動車に依存せざるを得ず、かつ長距離化しているとともに、当該都市及び後背地域の住民が都市サービスを求めてより高次の都市への長距離移動を強いられていることから、過剰なCO₂の排出を招いている。

こうした特性・課題を踏まえ、本節においては、以下の2点について検討、考察を加えることとする。

①工場廃熱の都市部における有効活用など産業地域と都市地域との連携方策

②生活圏を支える都市における集積度向上方策

3.3.1 工場廃熱の都市部における有効活用など産業地域と都市地域の連携方策

1) 施策の概要

工場や都市施設（清掃工場、下水処理場など）における未利用廃熱（概ね200℃以下の低温廃熱）の有効利用方策としては、熱導管を通じて隣接する業務施設等に供給する方法が従来採用されてきた。このような地域における未利用エネルギーの活用は、都市計画の手続きに則るなどにより、計画的に工場等の周辺に熱需要のある施設を配置するという方法で取り組まれてきた。

一方、近年では、工場等の廃熱をコンテナを積んだトラックで輸送し、公共施設、病院、オフィスビルなどの暖房、給湯や冷房などに利用することが可能なオフライン熱輸送システム（トランスヒートコンテナ）の技術が開発されている。この技術によって、従来工場等の周辺に限られてきた熱の利用について、遠距離の事業所でも利用することができるようになった。

2) 想定される施策の効果

(1) 効果把握の考え方

新たな技術として着目されるオフライン熱輸送システムについて、瀬戸内海沿岸地域の工場から中枢中核都市に供給される場合を想定する。

効果は、これまでに実施された実証事件や事業例から、推定することとする。

(2) 現況の把握

7. オフライン熱輸送システムの技術

オフライン熱輸送システムは、トラックに積んだコンテナに潜熱蓄熱材を充填しており、その蓄熱材に工場等の廃熱を蓄熱して輸送し、供給先で蓄熱材から熱を放出し、暖房、給湯や冷房に用いる技術である。

国内では2種類の潜熱蓄熱材が商品化されており、下記の温度と用途に対応している。

表 3.3-1 潜熱蓄熱材の供給可能温度と利用用途

蓄熱材	熱源必要温度℃	供給可能温度℃	利用用途
酢酸ナトリウム三水和物	70 程度以上	50 程度以下	給湯、暖房
エリスリトール	130 程度以上	110 程度以下	給湯、暖房、冷房

4. オフライン熱輸送システムの導入状況

国内では、2件の実証実験と2件の実事業が実施されている。

表 3.3-2 国内における導入事例

実証/事業	No	事 例	内 容
実証	1	東京都下水道局清瀬水再生センター→清瀬市立市民体育館、清瀬市立下宿地域市民センター	<ul style="list-style-type: none"> 東京都下水道局清瀬水再生センターの汚泥焼却炉の洗煙排水（約70℃）と白煙防止空気（約350℃）を熱源とし、約2.5km先の清瀬市立市民体育館と清瀬市立下宿地域市民センターにて、平成17年度に暖房試験（温水40℃～50℃）、平成18年夏季に吸収式冷凍機との組合せによる冷房試験（温水80℃～88℃を供給し、冷水8℃～12℃を生成）を実施した。
	2	三洋電機（株）→古河スカイ（株）	<ul style="list-style-type: none"> 平成16年～平成18年に基礎実験と熱輸送実証試験を実施。 三洋電機株式会社東京製作所の蒸気ボイラからの低圧蒸気（0.7Mpa）を熱源とし、約20km先の古河スカイ株式会社深谷工場の蒸気ボイラ給水の予熱に利用（給水温度：常温→約50℃）した。
事業	3	奥羽クリーンテクノロジー→青森県栽培漁業センター	<ul style="list-style-type: none"> 一般・産業廃棄物処理施設（全連続燃焼式焼却炉（24h/日））の廃熱ボイラーから発生した130℃の廃熱を潜熱蓄熱材に蓄熱し、約20km離れた青森県栽培漁業センターに熱輸送。同センターで養殖しているアワビの稚貝育成のための海水を約20℃に加温・供給するシステムの熱源として使用している。平成20年4月25日より稼動開始。 コンテナは、総重量23.5トン、熱容量1.4MW/台（5.02GJ/台）。通常は1日3往復し、年間で180日供給（12～6月）。熱輸送量は15.06GJ/日（2,710GJ/年）で、センター全体のエネルギーの10～20%を供給している。

	<p>4 サントリー天然水（株） 奥大山ブナの森工場</p> <p>※ 本事例は、コンテナを工場と事業所の間で定置式で設置しており、厳密には輸送の事例ではない。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・「定置式トランスヒートコンテナ・システム」を平成 20 年 3 月より導入。 ・工場では生産エリア（熱回収側）と事務所エリア（熱利用側）に設置された温熱ループを専用の熱交換器で接続。熱回収側の温熱ループでは、生産装置の廃熱（約 120℃）などを高温（約 80℃）で回収し、一部をボイラーの予熱に利用。中温域の廃熱をコンテナで蓄熱することで、熱回収と熱利用の時間的「ずれ」を調整し、熱利用側への安定した熱供給（約 55℃）を実現。供給された熱は事務所の空調（約 24℃）に利用される。 ・同工場で排出される温熱量（CO₂換算で年間約 400 トン（試算値））の大部分を同システムで回収予定。工場で使用する液化天然ガスに換算すると年間約 1,000 万円の削減が可能になるとのこと。
--	--	---

(3) 施策の効果

国内で本調査時点で事業として実際に運用されているオフラインの熱輸送システムとしては、奥羽クリーンテクノロジー（一般・産業廃棄物処理施設）から青森県栽培漁業センターへの熱供給の例が挙げられる。本事例では、熱源施設の排蒸気を利用して、約 20 km先の栽培漁業センターまでオフラインで熱供給しており、アワビの稚貝育成のための海水の加温（約 20℃）に利用している。事業主体は、SPC（特別目的会社）の「奥羽クリーンテクノロジー(株)」であり、平成 20 年 4 月より稼働している。蓄熱材は、エリスリトールを使用している。

表 3.3-3 潜熱蓄熱材の供給可能温度と利用用途

産業廃棄物 処理事業概 要	<ul style="list-style-type: none"> ・施設種類：一般・産業廃棄物処理施設 ・施設規模：200t/日（汚泥専焼時） 120t/日（混焼時） ・処理方式：全連続燃焼式焼却炉（24h/日）
トランスヒ ートコンテ ナ・システ ム	<ul style="list-style-type: none"> ・コンテナ仕様：総重量 23.5ton（ISO20 フィートコンテナ）、熱容量 1.4 MW/台（5.02GJ/台） ・運用方法：通常 3 往復/日、180 日/年供給（12～6 月） ・熱輸送量：15.06GJ/日（2,710GJ/年）*A 重油換算 390 L/日（70,200 L/年。廃棄物処理施設の最大供給可能エネルギーの 10～20%を供給） ・CO₂抑制効果：熱利用先 131.4t-CO₂/年 熱利用元 11,393t-CO₂/年（最大供給可能値）

本事例によれば、最大 200t/日の焼却能力がある廃棄物処理施設からの熱供給能力を最大限活かして熱を供給した場合、約 1 万 t-CO₂の削減効果が期待できるとされている。削減効果は、代替する熱供給システムの想定によって異なると考えられるが、例えば、中規模の地方公共団体に一般的に整備されていると考えられる日処理量 100t 程度の清掃工場であっても、最大のポテンシャルとしては、数千トンの削減効果が得られるものと考えられる。

また、瀬戸内外沿岸のエネルギー多消費の大規模工場であれば、廃熱量はそれより更に大きいものと考えられ、需要先が確保できれば、大規模な CO₂ 排出削減効果が期待できる。

3) 他都市への適用可能性

オフライン熱輸送システムは、中国圏において豊富である工場等の廃熱を利用する仕組みであり、特に瀬戸内海沿岸地域の大規模な工業地帯及びそこに近接する中枢中核都市において、大規模なシステムを導入するポテンシャルが高いと考えられる。

また、中小都市においても、各都市に清掃工場や下水処理施設など何らかの低温廃熱を排出している施設はあると考えられる。これらから、一定程度の熱需要がある公共施設や病院などに熱供給を行う小規模なシステムを導入することも考えられ、中国圏全域で導入の可能性があると考えられる。

3.3.2 生活圏を支える都市における集積度向上方策

1) 施策の概要

我が国では、モータリゼーションの進展等による生活様式や産業構造の変化等を背景として、住民の生活行動や企業の活動が広域化し、拠点性を有する都市と当該都市に依存している周辺地域が一体となった都市圏の形成が進行してきた。中国圏もその例外ではなく、中枢中核都市を中心に都市機能が無秩序に拡散した。一方、中山間地域等の中小都市においては、高齢化や人口減少などの結果として中心市街地やその周辺拠点における低密度化とそれに伴う都市機能の低下が進んで、結果として中枢中核都市、中小都市ともに当該都市内や後背地域との移動に伴う CO₂ の排出が大きくなっている。この状況に対し、居住地と勤務地を近接化することにより、長時間通勤による負担や通勤時の道路混雑によるエネルギー効率の悪化を緩和し、CO₂ 排出量の削減を図ることができる。

2) 想定される施策の効果

(1) 効果把握の考え方

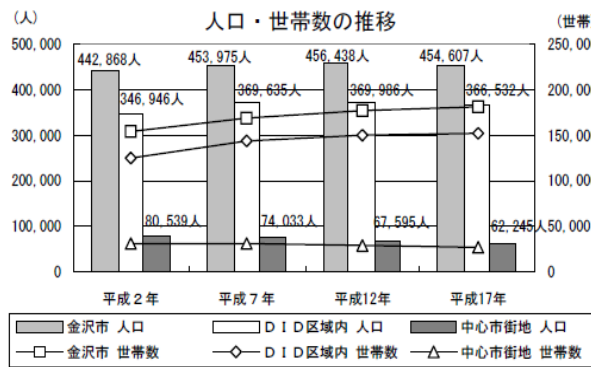
職住近接策を導入した場合の効果について、中枢中核都市等を対象とした研究例から把握することとする。

(2) 現況の把握

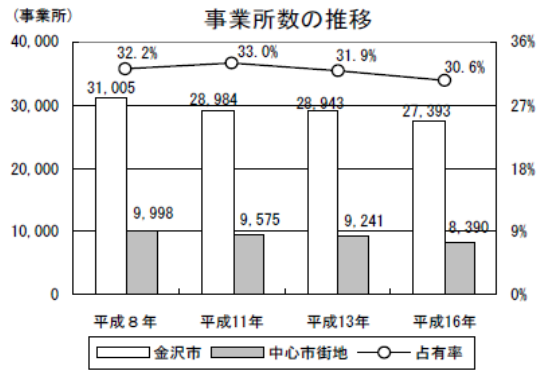
金沢市では、平成 21 年に見直した金沢市都市計画マスタープランの中で、人口減少社会の到来を見据えた将来の都市像として、「1 市街地の拡大は、原則として行わない」「2 主な都市機能を適正な土地利用計画の誘導と公共交通との連携により、中心市街地及び都心軸に集約」「3 地域生活拠点の公共交通との連携による適正な誘導」を掲げ、都心への都市機能の集約化と中心市街地の活性化を推し進めている。具体的には、都心との連絡利便性を高める公共交通政策を展開するとともに、都心を商業、業務機能の核として確立し、これを中心とした生活スタイルに転換していくことにより、都市全体における土地利用の適正化に取り組んでいる。また、平成 19 年～平成 24 年までの 5 ヶ年計画である「金沢市中心市街地活性化基本計画」を定め、中心市街地における住環境づくりや、歩行者・公共交通を優先したまちづくりなども推進している。金沢市では中心市街地の人口・世帯数、市内線バス利用者等の推移が減少傾向が続いているが、近年、それら減少幅の縮小傾向や、中心部の主要文化施設利用者数の増加による交流人口の増加等、中

心市街地空洞化の改善傾向も見られるようになってきている。

将来の都市像のうちの「2 中心市街地及び都心軸に集約」の具体的な取組として、金沢市は「まちなか居住と賑わい創出調査」を行っている。中心市街のオフィスビルを対象に、住宅転用に係る課題を実証的に調査し、整備計画案を作成している。また、事業採算性なども検証し、地方都市における職住近接を促進するコンバージョンモデルを検討している。



資料：国勢調査



資料：事業所・企業統計調査

中心市街地の社会動態 (H14～18)

年	転入者	転出者	増減
H14	4,871	5,296	▲425
H15	4,513	5,325	▲812
H16	4,880	5,034	▲154
H17	4,200	4,794	▲594
H18	4,397	4,722	▲325
合計	22,861	25,171	▲2,310
平均	4,572	5,034	▲462

出典：「金沢市中心市街地活性化基本計画」(2007年5月)

大阪市では、空きオフィスなどの円滑で適正な住宅転用(コンバージョン)を支援するため、知識・経験を持った建築士事務所を住宅転用コーディネーターとして登録することで、住宅転用を検討しているビルオーナーなどに情報を提供する「住宅転用コーディネーター登録制度」を整備している。この取組は、職住近接や SOHO など多様化する居住ニーズへの対応、空きオフィス等の既存建築ストックの有効活用、都心居住の促進による都市の活性化といった利点がある。大阪市内のオフィスの平均空室率は 10%前後の高い値で推移しているとされている。住宅転用はスクラップ・アンド・ビルドの観点から持続可能なまちづくりへの転換に対応した事業ともいえる。

富山市では、「富山市まちなか居住推進計画」において公共交通の駅周辺の居住促進が、「富山市中心市街地活性化基本計画」において中心市街地活性化を目的とした事業が位置づけられている。これらの事業によって LRT 等の公共交通機関をさらに利用したコンパクトシティを目指している。具体的には、「富山市まちなか居住推進計画」において、公共交通軸沿線で、鉄軌道からは 500m、バス停からは 300m を公共交通沿線居住推進地区に指定し、区域内における住宅建設や取得に対する助成が行われている。また、「富山市中心市街地活性化基本計画」においては、都市再開発事業や国の中心市街地活性化戦略補助金を利用した中心市街地活性化のための事業が行われている。具体例として、昔からの商店街では、二つの再開発をグランドプラザと呼ばれる

屋根つき広場で繋ぐという事業が行われ集客効果をあげている。

(3) 施策の効果

以下では、職住近接にかかわる研究例より、職住近接の取り組みが実施された場合の効果を把握する。

7. 京阪都市圏を対象とした研究例

居住区域と職場が近接した高密度な土地利用を仮定し、居住者の交通に伴うエネルギー削減量を推計した例として「交通エネルギー・建設エネルギーからみたコンパクトシティの是非」（坂本京太郎、北村隆一、第29回土木計画学研究発表会・講演集）がある。

当該研究では、京阪神都市圏を対象に、大阪、京都、神戸の都心部より公共交通機関で60分を超える通勤者は、60分以内の地域に引っ越すという条件で算定したところ、引っ越した世帯の平均交通エネルギー消費量は約4割削減されるという算定結果となった。

表 3.3-4 京阪都市圏を対象とした研究例の推計条件等

- ・本研究では、現在のわが国にコンパクトシティを構築するというシナリオを設定し、それに準ずる形で、その地区に居住する世帯の仮想的な移住を仮想し、削減される交通エネルギーを算定した。
- ・コンパクトシティとはこの場合、現在都心となっている地区に勤務先を持つ世帯(主)が、勤務先と同一のゾーンに住居を構えることによって構築される高密な都市を指す。
- ・分析にあたって、まず、京阪神都市圏に含まれる194の市区町村(ゾーン)を類型分類し、京都、大阪、神戸を中心とした都心と、ベッドタウンとしての性質の強い郊外と明確にした。
- ・分析には2000年に行われた第4回京阪神パーソン・トリップ調査のデータを用いた。そのうち分析の対象となったのは、対象都市圏に居住しており、かつ世帯主が勤労者の場合はその勤務先も対象都市圏内に位置する世帯である。
- ・世帯の交通エネルギー消費は、多数の要因の影響を受けていると考えられるので、重回帰分析と多変量解析を通じて分析した。
- ・構築された世帯の交通エネルギー消費の予測モデルは、シナリオ分析において、移住の対象となる世帯の移住後の交通エネルギー消費量を推定するのに用いられた。
- ・予測モデルの推定には、通勤世帯のデータを用い、世帯主通勤距離・世帯主通勤交通手段・自動車保有台数・1日当たりの世帯交通エネルギー消費量の4つを被説明変数とした。モデルは説明変数として世帯属性・居住地特性・勤務地特性・居住地-勤務地間ネットワーク特性を用いてこれらの被説明変数を予測するという形を採った。
- ・本分析では、郊外に居住し世帯主が都心に通勤している世帯の、都心(勤務地)への移住が想定されている。
- ・移住の対象となる世帯は、通勤世帯のうち、郊外に居住し世帯主が都心に勤務している世帯(データでは22,784世帯)とし、これらが20%, 50%, 100%の3つのレベルで想定されている。
- ・そして構築されたエネルギー消費予測モデルを用い、都心への移住を図ることによって削減される交通エネルギー消費量を予測した。予測を行うにあたって、移住に対応する形で居住地特性並びに居住地-勤務地間ネットワーク特性の諸変数を修正し、移住後のエネルギー消費量を推定した。

資料：坂本京太郎、北村隆一「交通エネルギー・建設エネルギーからみたコンパクトシティの是非」(第29回土木計画学研究発表会・講演集)

4. 広島都市圏を対象とした研究例

広島都市圏パーソントリップ調査のデータを活用し、居住人口分布と従業人口分布について、それぞれ「都心集中型」、「郊外化途上型」、「郊外分散型」のパターンを設定し、シミュレーション計算を行った例として「広島都市圏における都市形態が運輸エネルギー消費量に及ぼす影響」（藤原章正、岡村敬之、都市計画論文集 37、151-156 2002）がある。当該研究によると、①居住人口、従業人口とも「都心集中型」は、②居住人口「郊外分散型」、従業人口「都心集中型」よりも2割近く交通に伴うエネルギー消費量が少なくなるという推計となった。拠点中心地区では混雑度が高くとも、交通流動が減少したことによって運輸消費エネルギーが小さくなっているのに対し、混雑度の低い郊外部ではエネルギー消費量が大きくなっており、都心集中型の都市形態が最も運輸エネルギー消費量の少ない都市形態であることが示された。

表 3.3-5 広島都市圏を対象とした研究例の推計条件等

- ・本研究では、広島都市圏を対象に、都市圏内の交通量に大きな影響を与える居住人口分布構造および従業者人口分布構造に特に着目して、居住人口分布および従業者人口分布の差異が運輸エネルギー消費量に与える影響を定量化している。
- ・「都心集中型」、「郊外化途上型」、「郊外分散型」の3種類の居住人口分布および従業人口分布の組み合わせから、5つの組み合わせを取り上げ、それぞれの運輸エネルギー消費量の違いを検討した。
- ・それぞれのケースについて四段階推定法を用いて、発生集中交通量や分布交通量だけでなく、交通分担率変化および混雑による走行速度変化も考慮して運輸エネルギーを算出し、これらを比較することによって、居住/従業人口分布の違いによる運輸エネルギー消費量の違いを明らかにした。
- ・交通需要予測モデルの構築、及び交通需要の推計については、四段階推定法の各段階がパッケージ化された JICA STRADA を用いた。
交通需要予測モデルに用いた推定法はそれぞれ以下のとおりとなっている。
 - a. 発生集中交通量予測モデル—線型多項式
 - b. 分布交通量予測モデル—重力モデル
 - c. 交通機関分担交通量予測モデル—指数関数式
 - d. 交通量配分モデル—利用者均等配分モデル
- ・使用データは、1987年に広島都市圏で行われたパーソントリップ調査データとした。
- ・人口分布設定および交通需要予測は広島都市圏パーソントリップ調査のBゾーン（中ゾーン）単位で行い、また人口分布構造と運輸エネルギー消費量との関係に特化して分析するため、人口分布以外の条件を一定に設定する。そして、運輸エネルギーは、公共交通を除いた自動車交通により発生するエネルギーが対象とされている。
- ・対象とするトリップ目的は、都市形態の違いにより大きな影響を受けると考えられる、通勤・業務・買物・私用目的交通とする。また、対象とする交通機関は乗用車・タクシー・普通貨物車とし、鉄道・バス・路面電車を利用したトリップは公共交通として扱う。
- ・運輸エネルギー消費量算出式は、道路ネットワーク上に配分した断面交通量から各リンクごとの数値を算出し、都市圏内全リンクでの消費量を算出した。

資料：藤原 章正、岡村 敏之「広島都市圏における都市形態が運輸エネルギー消費量に及ぼす影響」（都市計画論文集 37、151-156、2002）

3) 他都市への適用可能性

当該都市における地域状況にかんがみて、集約型都市構造への転換が合理的と判断される場合には、中心市街地等の拠点において、各種制度をうまく使いながら、既存ストックの活用や市街地の再開発等を通じて各種都市機能の集積を図り、商業活動の活性化や街なか居住の推進を図ることが効果的である。集約型都市構造を実現することによって、いわば「まちの顔」である中心市街地を活性化し、都市の活力が維持増進されることも期待される。

なお、少子化社会においては、都心部における職住近接策は子育て世帯支援策としても捉えられており、既存オフィス等のファミリー向け賃貸住宅への転用をはじめとする都市型住宅の供給促進もなされていることから、人口維持による社会の活力増進の観点から、特に中小都市において推進すべき施策と考えられる。