

E-0808 低炭素社会の理想都市実現に向けた研究

(4) 低炭素社会における建築・環境工学手法に関する提案

(社)日本建築学会 低炭素社会特別調査委員会	中村 勉
(社)日本建築学会 低炭素社会特別調査委員会	澤地孝男・小玉祐一郎
	岩村和夫・宿谷昌則
〈研究協力者〉	
(株)中村勉総合計画事務所	中村美和子
(株)エステック研究所	金子尚志
(有)フォトリンクス	井上雅義

平成20～22年度累計予算額：23,400千円（うち、平成22年度予算額：5,791千円）

予算額は、間接経費を含む。

[要旨] 本サブテーマでは、研究Ⅰ「低炭素社会をデザインする建築計画・環境工学手法の基礎的研究」と研究Ⅱ「土浦市を対象とした2050年都市・建築の提案」について実施した。

研究Ⅰでは、サブテーマ(1)で研究全体の理念にあげたように、今までの価値観に基づく建築の設計手法や考え方、技術から脱却し、2050年の低炭素社会を形成する都市・建築施設をつくる建築設計手法や技術の方法論を、整理・分析し、提示した。

研究Ⅱでは、土浦市を対象地として、サブテーマ(1)、(2)、(3)、(5)の研究を横断的にまとめた。駅前中心市街地と高度経済成長期に開発された郊外戸建住宅団地をモデルとして、人口推計や就労人口に基づく生活・都市サービスへの影響、土地被覆による環境問題、建築物から発生するCO₂排出量等、多角的な視点から、理想的なまちの姿を描いた。この提案を実現するための方策を具体的に検討した。

[キーワード] 2050年都市像、人口縮減・高齢化、ゼロカーボン建築設計手法、駅前中心市街地、既成住宅団地

1. はじめに

我が国において、京都議定書以降、省エネルギー建築の建設や研究・開発などは著しく進展した。近年の環境に配慮した建築の推移を追った先行研究¹⁾や2050年に向けた新しい世代の建築の課題²⁾の中では、①建築設計において、今まで個別に考えられていた建築計画と設備の手法を総合化すること、②街区や町など面的な広がりの中で環境負荷抑制を考える重要性が指摘されている。①のように建築設計の新しい考え方を整理し、新しい時代に向けた総合化された設計手法の在り方をまとめることは、今後の建築において重要な役割を果たすと考える。(研究Ⅰ)

研究Ⅱでは、上記の②にあげたように、実在の町や街区の中で人口減少による社会的な問題とCO₂削減などの環境問題に対応する面的に環境負荷削減を目指したまちづくり方策を考えた。

研究対象とした土浦市は、東京から約60キロの面積122.99 km²、人口約14万人の中規模都市である。江戸以前は土浦城を中心とした街道沿いの城下町として、明治以降は鉄道駅を中心とする県

南の商都として栄えた。戦後は市内各所に製造業を中心とする工業団地が開発され、東京のベッドタウンとして幹線道路沿いに宅地開発が広がった。その周囲は筑波山系の農地・果樹園から霞ヶ浦沿岸北の蓮根栽培まで豊富な農産物を生産する農村集落が取り囲む。このように多様な土地利用が市域に在ると同時に、スプロール化した東京郊外の周縁と地方都市との境界線的な地域として位置付けができる。

他の地方都市と同様に、既に農村の過疎化や中心市街地の空洞化の問題が発生しているが、今後も人口減少、高齢化が進行すると予想されている。本研究では、駅前中心市街地と郊外住宅地を中心に、人口縮小が都市へ与える影響と理想的な都市像を具体的に描き、検証することで、今後のまちづくり方策の課題が見えてくると考える。

2. 研究目的

研究Ⅰでは、現在、低炭素を目的とした省エネルギー・環境建築の形態や手法は実に多様で、これらを整理し新しい時代に向けた設計手法の在り方をまとめることは、今後の建築において重要な役割を果たすと考える。今後の建築設計指針の確立をすることを目的とする。

研究Ⅱでは、茨城県土浦市を事例として、人口減少から影響を受ける都市インフラの供給や都市サービスの維持、市民生活の問題をシミュレーションし、現在衰退している中心市街地と空洞化が予想される郊外住宅地の理想像実現のための方策を具体的に提示することで、今後の街・街区規模でのまちづくり戦略や整備手法とその問題点の発見に寄与することを目的とする。

3. 研究方法

研究Ⅰ：低炭素社会をデザインする都市・建築設計手法の指針と体系化

- 1) 建築施設と都市・外部空間に関するCO₂削減の技術・設計手法について事例を収集し、①環境基本性能手法、②高効率設備機器の導入手法、③再生可能エネルギー手法、④都市・外部空間の環境基本性能手法の4つの手法に加え、建築計画による手法を收拾し分類する。
- 2) 低炭素型建築を目指したデザイン手法についての建築設計指針を作成。研究員の実地経験や調査に基づく建築設計を分析し、ゼロカーボン建築を実現する設計手法について理論構築を行う。

研究Ⅱ：土浦市を対象とした2050年都市・建築の提案

- 1) 2050年の魅力的なまちを実現するための課題の抽出
 - ①将来人口推計（サブテーマ4）
 - ②土地被覆による環境問題（サブテーマ5）
 - ③市民・行政ワークショップによる市民・行政の描く2050年像（サブテーマ1）
 - ④市民の日常生活実態について各地域の民生委員へのアンケート調査（サブテーマ3）
- 2) 人口減少による都市のコンパクト化の形態の提案と検証
都市のコンパクト化の形態シナリオを提案し、CO₂排出量の定量的検証（サブテーマ2）を行い、その実現方策を提案（サブテーマ1）
- 3) 空洞化する郊外住宅地整備の提案とかかるCO₂排出量の定量的検証（サブテーマ4）
- 4) 衰退した駅前商業地域の整備戦略と建物由来のCO₂排出量削減の検討
 - ①中心市街地の現状の問題点を分析（サブテーマ4）

- ②リモートセンシングによる中心市街地の環境問題を抽出（サブテーマ5）
- ③まちなか居住を推進する整備戦略（サブテーマ4,5）
- ④整備によるCO₂削減を計算（サブテーマ4,5）
- 5) 市域全体のロードマップを作成（サブテーマ1）

4. 結果・考察

研究 I 低炭素社会をデザインする建築計画・環境工学手法の基礎的研究

(1) 建築設計プロセスと環境配慮手法

現在、建築の環境配慮の手法については、評価方法や機関によって様々なカテゴリー分けがされている。

先行研究より、建築の環境配慮手法がソーラーシステムや屋上緑化に代表される時代から、基本的な環境性能を備えた要素技術の時代、建物外部空間の環境配慮まで考える重要性が認識されてきたとともに、ライフサイクルで考える資源・材料の高度有効利用の時代となった。それにはCASBEE（建築物総合環境評価システム）などの性能評価ツールの普及が大きな役割を果たしていると考えられるが、本研究ではこれらに対し更に空間計画による設計手法を提示した。

まず建築施設と都市・建築外部空間1に関するCO₂排出量削減手法を8つに分類したものを表1に示す。ただし、Ⅷにあげた炭素取引は、外交政策、社会経済との関連が深く、建築への直接的な手法ではないため、最終的な手段としてあげ、本研究の中では扱わないこととする。

表1 建築施設と都市・建築外部空間に関するCO₂削減手法

I 企画・計画による削減手法	住民ニーズ、都市のソフトインフラ、敷地建築計画は、建築本体をデザインしてCO ₂ 排出量の削減を行う手法
II 外部空間設計による削減手法	緑化、森風の道水路池微量候の創出と外部空間は、建物の外部環境の整備により都市全体の熱環境負荷を抑制する手法とする
III 空間計画削減手法	面積/時間/空間/活動によるプランニング
IV 建築の環境基本性能の向上	構法・材料・部位・部品による要素技術により建物の基本性能を向上させる手法である
V 高効率機器の導入	高効率設備機器は、機器によりCO ₂ 排出量負荷を低減する手法である。今後次代に相応しい技術の発展によるCO ₂ 排出量削減手法とする
VI 再生可能エネルギー	自然エネルギーやコジェネレーションなどの代替エネルギー利用の手法である
VII 先進技術	都市部環境の整備により都市全体の熱環境負荷を抑制する手法とする。CO ₂ 排出量の削減を行う手法
VIII 炭素取引	排出権取引のように、地産肉の森林などと取り引きする手法である

これらの手法を設計プロセスの中で、どのように導入していくかを図1に示した。さらに、従来の建築物のCO₂排出量に対し、これらの手法を新築の建物、既存の建物に導入した場合に削減できるCO₂排出量の考え方の模式図を図2に示す。

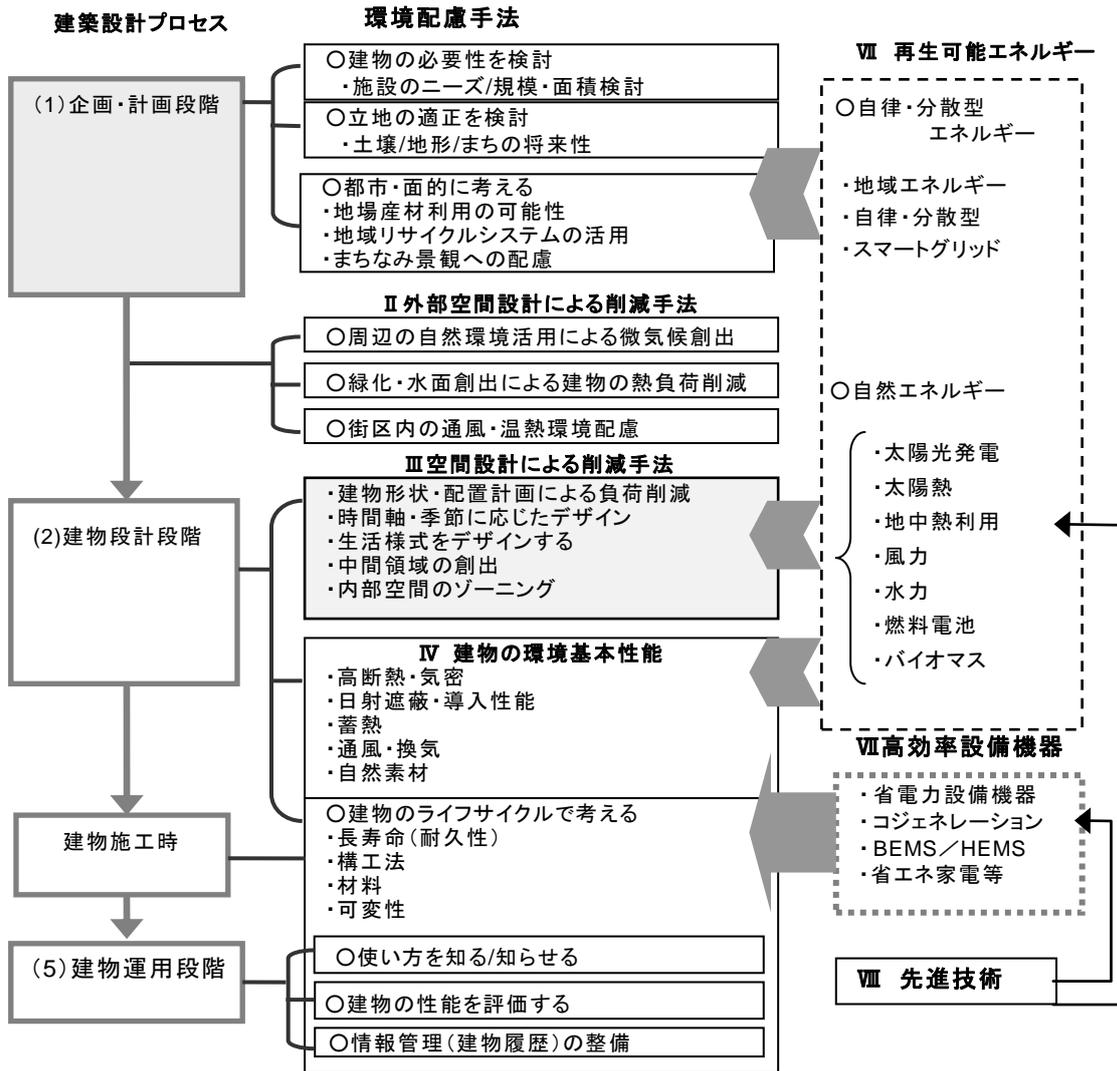


図1 設計プロセスに応じた環境配慮手法

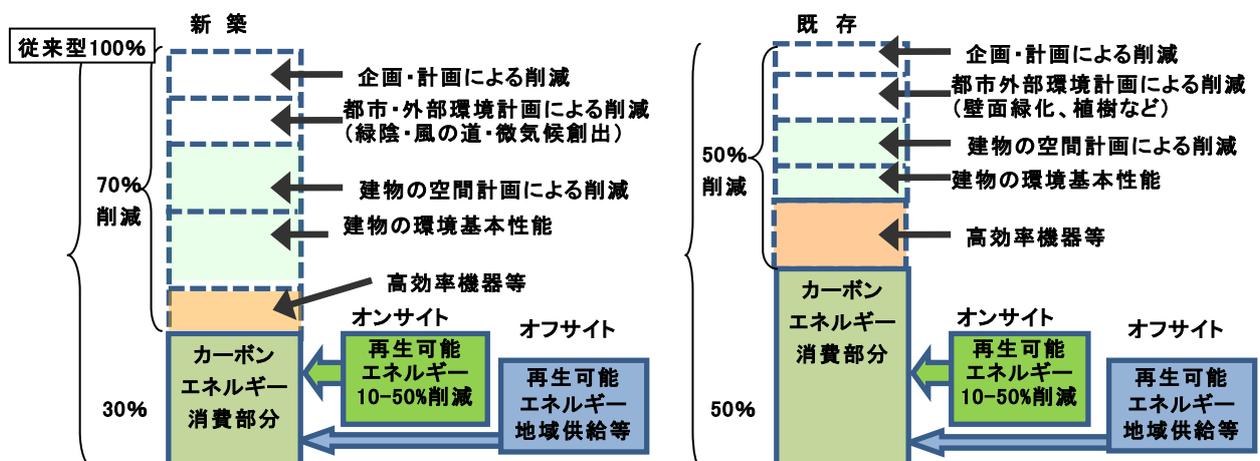


図2 設計プロセスに応じた環境配慮手法

建築の新築時には、これまで環境負荷削減手法として、設備機器導入が主流であったが、I企画・計画による削減手法やII都市・外部空間設計手法によるCO₂削減手法を検証した上で、建築本体に関しては、建築計画による機器に頼らない手法を主たる手法として、エネルギー消費を抑え、再生可能エネルギーの導入を図る。補助的手段として、高効率機器の導入をする。これにより、従来型の平均的な建物のCO₂排出量に対し70%の削減を目指す。エネルギー消費分に関しては、再生可能エネルギーを導入し、化石エネルギーの使用は最小限に努める。

既存の建築物の改修については、できるだけ機器に依存しない削減手法を導入することを主としたいが、建物の建築年数や状態によっては変更の難しい部分も多く、高効率機器の導入や再生可能エネルギーの導入が優先的となる場合もある。従来型の平均的な建物のCO₂排出量に対し50%の削減を目指す。

(2) これまであまり重要視されていなかったが力のある環境配慮手法

企画段階、外部空間設計、空間計画は、建築計画及び設計者が環境配慮手法とは別に常に考えていることである。しかしながらエネルギーや熱環境の点から考えてみると、環境負荷削減に大きく繋がっていることが分かってきた。ただし、CO₂排出削減量を測ることが難しく、これまであまり重要視されていなかったが、計画論的手法として、建築家や設計者、施工者らがエネルギーフローを考えながら企画し、計画し、設計する手法を考えていくことが需要である。これまでの環境建築が主として環境工学の手法を使って負荷を削減し、再生可能エネルギーを導入してCO₂排出量を削減してきたのに対して、環境基本性能を備えることに加え、企画構想、都市規模での事業計画、建築計画学の分野での環境配慮の手法が大事であることを具体的に述べる。

1) 企画・計画段階の削減手法

a 企画段階では、建築施設が本当に必要か再検討することが大事である。場合によっては、他の施設による代替や古い施設をコンバージョンして創りかえることも考えられる。

また建築のプログラミングを再考することにより、全体面積が縮小できる場合が少なくない。例えば、集まって住むことによるエネルギー負荷削減など様々な住み分けの方法によってエネルギーを抑える方策もある。

b 立地をよく検討することは大事である。適正な立地であるか、或いは、立地の特性を良く知り、建築に活かすことで熱負荷削減などができる。基礎形式については、予め地盤の性状を分析し、場所、建築形式に合った十分な検討が必要である。地形を生かし、造成は最小限に抑え、水系をできるだけ変えず、表土は復元、植生を再現するなど自然の景観や形態を可能な限り保全する環境配慮手法を採用する。海岸の砂浜から内陸への断面を考えると、放物線の環境圧曲線が存在し、植生はその土地の環境圧を超えることは難しい。建築もこの自然の環境圧を超えないよう、自然より強く主張しないことが大切である。街中では周辺の建物のコンテクストを良く理解し、その都市的景観構造をよく考える。

c 地域社会の中で、地場産材や地域エネルギーの活用が可能か、また将来的に使用する材料がリサイクル可能かどうかなどを検討することが、後の段階の環境負荷削減に大きな影響を与える。地域で得られる再生可能エネルギーと工場廃熱や余剰熱温泉熱のカスケード利用、エネルギー全体を地域でネットワークする地域自律型のエネルギーグリッドが必要である。

井水、雨水の効率的な利用は重要である。井水の災害時利用、雨水利用は排水処理と共に、設計時に配慮しておく必要がある。生活用水は、処理にたくさんのエネルギーがかかる。水道のコ

マを変えるなど節水を促す工夫をすることにより、水にかかる処理エネルギーを少しでも節約する。

2) 都市・外部空間環境基本性能

都市や建物周辺の外部空間は、水と緑などによって湿潤で温暖な気候をつくることができる。外部環境がよくなれば、建築内部との違いが少なく快適にするための方法も少なくて済むため、機械設備への依存は低くなり、環境への負荷も低減される。

a 緑化、水面の創出

運河・小河川・池・保水舗装等、または水面の創出は、隣接する建築の熱負荷を減らすことにつながる。また、敷地・屋上、街路樹などの緑化などによる緑地の存在が温暖化を間接的に緩和する重要な要因でもある。これらを適切に設計に取り込んでいくには、夏の暑さに対する定常風、周辺の水・緑ネットワーク分析による涼風の流れなどの計画を考えることが必要となる。都市空間としての良好な空気環境、ヒートアイランドポテンシャルの低い外部環境づくりは建築内部の環境配慮を考える前にしっかり作り込むことが望まれる。そのためには、夏の湿度、冬の季節風、雪の量と質、雨の多さなど周辺環境の基本的な調査・分析が必要である。

b 微気候のデザイン

例えば、夏の暑さ対策を考えてみると、外部の空気温度が26～28℃以下であれば冷房は必要ない。周辺の緑分布を考慮し樹木を建物南面に配することができれば木陰で日向より4℃以上の涼しさをもたらす、快適な環境をつくることができる。空気は温度差を生じるところ、例えば森の気温の低い部分から地表面温度高い部分へ移動する。建物の周囲の微気候に差をつけて空気の流れを巧く創りだし、それを室内に上手に入れ込む雁行形(建物を斜めにずらして建てる形式)の外部形態や、縦滑り出し窓などのウインドキャッチャーという工夫によって室内に導き、空気の流れの涼しさを感じることができる。

3) 建物の空間計画による削減

構造計画が空間を構成するように、空間計画が環境を制御することができる。環境の空間デザインが考えられるようになることで、構造、設備、建築空間が一体で考えられ、それぞれが環境負荷の低減に補完しあう建築がつけられる。

a 建築の基本性能

構造や建築の基本性能に重点を置き、更新やメンテナンスの周期が短い設備の優先順序を後回しにする。外皮負荷は断熱を厚く開口部を断熱サッシとすると小さくできる。外気負荷は排気との間で熱交換をすることが効果的だが、これも機械でなく空間ですることが必要だ。1年中冷暖房機器で万能にするのではなく、建物の工夫によって外気に対応した建物とすることが必要である。

b 季節に対応する建物

メインルームが夏と冬に北南に移動するような、季節に対応する建物をデザインすること。季節差の大きい日本では、春・秋の中間期には外との寒暖の差との調節をする中間領域を創出し、自然の力で気持ちのよい環境を創るとCO₂削減に大きな効果をもたらす。

c 建物内部のプランニング

空調面積を少なくする。建物内部のプランは、ヒトの動線や使い勝手の良さが大事だが、同時に熱の働きを考え、うまくプランを組むことによりエネルギー消費量も変わってくる。屋外通路や屋上などを利用し、内部空間のゾーニング(プラン)によるエネルギー負荷の低減をデザインする。

d エネルギーフローのデザイン

暖かい空気や蒸気は上方に移動する、重い物質に熱は滞留するなど、自然の力を理解して、室内のエネルギーフローを理解して、室内環境をコントロールすることができる。熱源の在りか、新鮮空気の流れに乗ってエネルギーがどう動き、どう蓄熱するか。エネルギーフローを空間内でイメージするために断面でエネルギーフローを考えることが大事である。風(空気の流れ)を呼び込み、風の道をつくり、室内の空気の流れをつくる温熱環境のデザインによりエネルギー負荷を抑える。

e 負荷の少ない設備機器

照明や内部機器に対しては負荷の少ない機器を採用する。室内と外部をつなぎその環境を制御する装置として、視線のコントロール、風を取り込む、熱の遮断・取得、採風、排熱、調光の機能がある。外部環境の変化、求める内部環境によって備えるべき機能は違う。機器を上手に使うことで、環境制御装置としての効果をもたらす。

f ライフスタイルのデザイン

人の行動を自然とエコ的な生活に誘導するプログラムを建築に組み込む。人体の発熱負荷は着衣で多少は少なくすることはできる。また居住者・使用者の活動の状況によっても発熱負荷は変わる特性を良く知ることが必要である。内装材も自然由来のものは視覚的優しさと同時に、穏やかな温湿度環境をもたらし、気力、労働意欲を高め、躁鬱などの疲労を減少させる効果がある。

4) 先進技術

先進技術ローテクな設備手法の見直し、つまりあまり高性能につくりすぎないことも1つの制御方法である。地域性を考え、文化継承の仕組みを守り、伝統技術、人の知恵をより深く理解し、古い建物を保存しながら新しいライフスタイルにあった技術を導入し、改良をすることが大事である。またエネルギーを蓄熱する技術の開発が必要である。

5) ライフサイクルで考える

設計者の役割として、運用時のフォローや情報提供、事後検証として何ができなかったのか振り返ることが大事である。運用時のCO₂排出量を削減するためには、人々のライフスタイルや意識が大きく関わる。そのための建築自体の情報提供やラベリングの制定などは法的な施策として不可欠である。建設時の設計図とLCCO₂の記録、その後修繕や更新などに使われたエネルギーの履歴などが加えられ、見える形で情報を共有しておく環境カルテの整備が必要とされる。

また、ライフサイクルを通して、CO₂を極力排出しないことが大事である。エコマテリアルは①健康負荷性、②環境負荷性、③耐久性、④資源循環性、⑤廃棄時の問題性、⑥経済性を検討したうえ採否の判断を下さなければならない。特に廃棄するときに自然や人に害のあるものであってはならない。

6) まとめ

設備主導型の手法により機器を数多く導入すれば、パッシブ主導型によるCO₂排出量削減と同じくらいの効果がある。しかし、建築物の生産や廃棄時にかかるCO₂排出量、機器の交換の回数など、ライフサイクルで捉えたCO₂排出量を再度検証する必要がある。

また、建築のデザインによって居住者の低炭素型ライフスタイルの変革に寄与し、誘導することも重要である。生活空間の照度を下げる、必要な箇所のみ照明を配置する、建築的な工夫により自然光をもっと利用するなど、低炭素社会に向けた建築物について、また、居住者の住文化や

コミュニティなどソフト面についても、価値観の変革が必要とされる。

研究Ⅱ：土浦市を対象とした2050年都市・建築の提案

(1) 人口予測

コーホート法による土浦市の人口推計を図3に示す。現在人口14万4,060人が、2050年には約7割の100,840人となる。老年人口率は現在18.5%が2050年に40.2%になる。

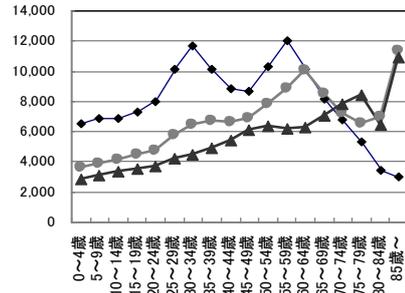


図3 土浦市の現在から2050年の人口

1) 市街地の低密度化

土浦市の人口密度は11.7人/ha、市街化区域の面積は約26%で人口密度は35.4人/ha、人口集中地区(DID)の面積は2.136ha、人口密度は41.1人/haである。地域別に現在と2050年の町別人口密度と老年人口率を比較したものを表す(図4)。2050年には、多くの町で老年人口率が30%以上となり総体的な高齢化が予測される。中心市街地は駅前300mの町を除き人口密度は減少する。郊外地域の人口減少と高齢化が顕著だが山間部・農村集落は現在人口密度2.9人/ha から更に1.7人/haに減少する。

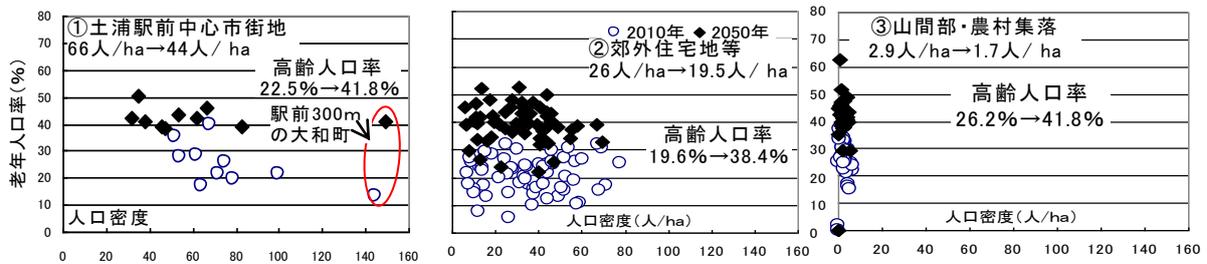


図4 土浦市地域別の現在と2050年の町別人口の高齢率・人口密度の比較

2) 世帯数と世帯類型

現在の家族類型・年齢別世帯主人人口率を土浦市年齢別人口推計に乗じて2050年迄の世帯数を推計した(図5、6)。高齢者単身、高齢者夫婦世帯が占める割合の増加が予測される。

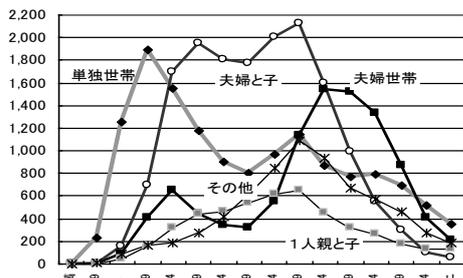


図5 土浦市年齢別世帯主人人口(2005年)

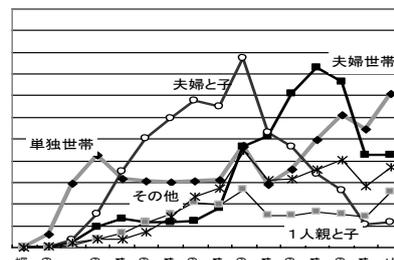


図6 土浦市年齢別世帯主人人口推計

表2 2050年までの家族類型別(総世帯数に対する割合)

	人口	世帯数	単独一般	単独高齢	一般夫婦	高齢夫婦	一般夫婦と子	高齢夫婦と子	1人親と子	その他
2005年	144,060	53,530	10,935 (20.4%)	3,269 (6.1%)	5,514 (10.3%)	4,678 (8.7%)	14,214 (26.6%)	2,263 (4.2%)	4,910 (9.2%)	7,747 (14.5%)
2030年	126,403	51,589	8,469 (16.4%)	5,435 (10.5%)	4,662 (9.0%)	6,305 (12.2%)	11,664 (22.6%)	2,573 (5.0%)	4,891 (9.5%)	7,590 (14.7%)
2050年	100,840	43,327	6,131 (14.2%)	5,432 (12.5%)	3,483 (8.0%)	6,296 (14.5%)	8,712 (20.1%)	2,555 (5.9%)	4,118 (9.5%)	6,600 (15.2%)

(2) 航空機リモートセンシングデータによる土地被覆及び熱環境からみた都市の立地特性の分析

これまで都市広域の都市計画は都市マスタープランに基づき策定されてきた。その土地の立地・気候特性を把握した上で環境に配慮した都市計画マスタープランを策定していくためには、適切な環境情報の整備が不可欠である。そこで本研究では、落葉前である秋季と落葉後の冬季における土浦市全域（分解能約6m）及び土浦中心市街地（分解能約0.5m）の航空機リモートセンシングデータを取得した。そして、観測データの幾何補正及び地上実測による表面温度と観測値を対応させた大気補正を行った上で、土地被覆分布図と日中及び夜間の表面温度分布を作成した。整備した環境情報の一例として、図7に土浦市全域の冬季夜間の表面温度分布画像を示す。これらの結果より、これまで明らかにされていなかった、土浦市広域の局所気候と微気候を規定する霞ヶ浦から筑波山に至る土地被覆と表面温度分布との関連を示した。

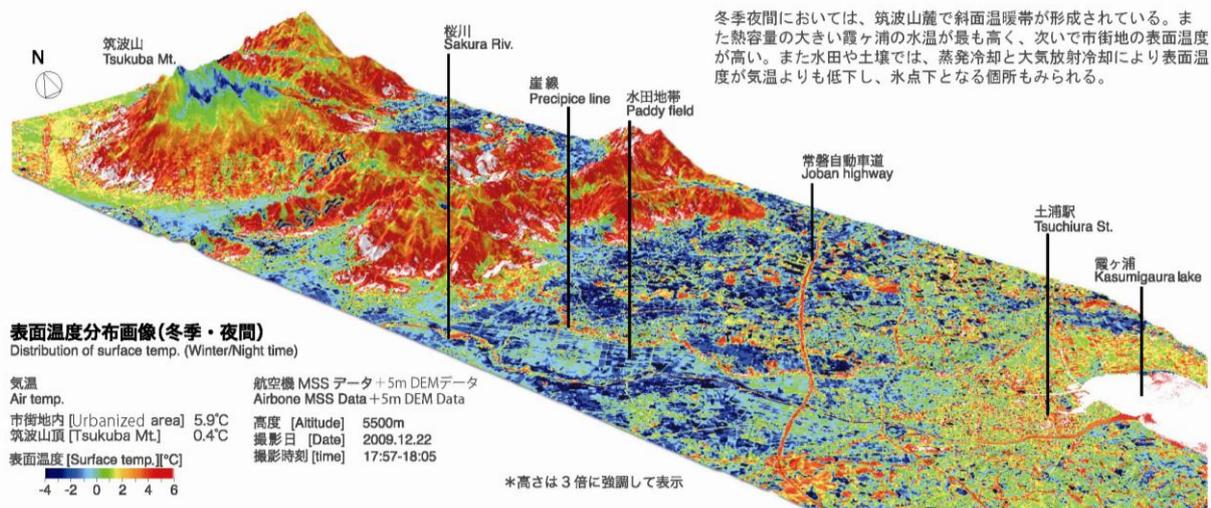


図7 作成した土浦市全域の表面温度分布図（冬季・夜間）

(3) 市民会議による市民・行政の描く2050年像とその課題

2009年1月から2010年2月の間に計5回のワークショップを開催（行政延83名、市民100名の参加者）し、現在の市内での課題と2050年の理想都市像提案について討議した結果を表3に示す。

表3：市民会議で抽出された2050年の課題と提案

テーマ	2050年まちづくりへの課題	2050年まちづくりへの提案	関連する政策・制度改正など
中心市街地	<ul style="list-style-type: none"> 商業施設の撤退/空地と駐車場の増加 町内会の崩壊と新規移入者との隔たり 霞ヶ浦/伝統文化の良さが活かされていない 緑や公園が少ない。集う場所がない 	<ul style="list-style-type: none"> 歩いて暮らせるコンパクトシティ 水路や歴史の再生/空地の公園化 商業施設を福祉・高齢者用施設、市役所機能などにコンバージョン 	土地区画整理による土地利用の再編 空き家・空地に対する税制の見直し 観光機能が立地の場合は税制優遇 隣接地が空き家の場合利用できる
郊外住宅地	<ul style="list-style-type: none"> 高齢化問題-戸建住宅に独居/買物問題 コミュニティの希薄化 人口減少・空洞化による治安問題 車がないと生活ができない 	<ul style="list-style-type: none"> 空き家利用の医療拠点+日用品店 多世代が協力して住める長屋式住宅 食料の自給（野菜など一部） デマンドバス。福祉タクシーの整備 	介護保険の見直し 農地と宅地の規制 市街化調整区域・用途地区の見直し 空地・空家利用制度（市民菜園）
医療・福祉	<ul style="list-style-type: none"> 団塊世代の高齢化による高齢者増加 福祉施設の不足 高齢者の生き甲斐、コミュニティの場 子育てをどうサポートするか 病院・施設への交通の問題 	<ul style="list-style-type: none"> 地域で子育て支援 人材育成（医療福祉） 自然環境、ユニバーサルな環境整備 高齢者に生き甲斐を提供（働く場所） 地域医療ネットの推進 	保育施設設置基準の緩和 保育体制の強化 医療・福祉・保育・のネットワーク体制 地域の公共施設整備（小規模） 地域自治の確立
商業・業務	<ul style="list-style-type: none"> 商店街の衰退/大型商業施設の撤退 後継者がなく伝統的商店の閉鎖 観光資源がうまく活用されていない 	<ul style="list-style-type: none"> 中心市街地を元気にする 小さな単位での生活インフラ整備 霞ヶ浦から筑波山をつなぐ観光地作り 	空地店舗の誘致・出店優遇処置 （歩行者へのマイルージ特典） ユビキタス導入
工業 （市内企業のWSより）	<ul style="list-style-type: none"> 新エネルギー等省エネ化にコストがかかる 建物の仕様が既に省エネ化に向かない 自然エネルギーはエネルギーがわずかに 廃棄物はたくさんある 	<ul style="list-style-type: none"> エネルギー原単位改善50%目標 再生可能エネルギー、スマートグリッド導入/エネルギーのカスケード利用 通勤の低炭素化（工業地循環バス） 	太陽光発電・新エネルギー無料で配布 工業地集中化政策 リサイクルシステム構築（税制補助） 廃棄物処理法の緩和 外国人研修
農業	<ul style="list-style-type: none"> 後継者の不足/遊休地の増加 農業での生計が難しくなる 農地や遊憩地の活用に対する法的規制 	<ul style="list-style-type: none"> 地産地消/農業の大規模化 休耕田の活用 エネルギーの地産地消 	農家の屋根利用の太陽光発電システム（市民ファンド設立支援） 県内農家との契約マッチングシステム

(4) 土浦市における地域の都市サービス・ケアシステムの構築

a 2050年の新しい生活像の考察

本研究では、新しい生活像について考察した結果、将来において、高齢単身・少人数世帯の増加や多様な世帯形態が出現するため、家族に代るサービス供給体の必要性をあげた。また、市民会議の課題であげられた問題の中には高齢者の増加に伴うケアの問題もあった。

前項のように都市サービスの供給されるエリアが限定された場合、現在の福祉による生活支援システムから「福祉を超えた」新しい社会構成体としての地域コミュニティ(生活コミュニティ)の必要性が考えられる。従来の地域コミュニティである地縁・血縁は、日常生活圏と重なっていたが、「新しい生活コミュニティ」では日常生活圏(徒歩圏)を超えて、インターネット等新しい情報媒体を利用し、生活ニーズに合ったサービスを可能にすることが考えられる。

2050年までには、多様な生活形態にあわせて、多様なサービス供給体(公、民間、NPO、ボランティア、個人等)が求められ、一人ひとりのサービスの受け手はそれらの中から自分、或いは立地のニーズに合致したサービスの選択をすることが可能となる社会システムが求められる。

b サービス供給体の距離の把握

「新しい生活コミュニティ」のシステム構築を探るにあたり、現在の土浦市における日常生活圏の把握のために、土浦市の協力を得て民生委員234人対象に高齢者・乳幼児・障害者の散歩・買物・通所(通園)の距離についてアンケート調査を実施し、202人から回答(回収率86.32%)を得た。

(平成22年1月25日配布-2月10日回収) 高齢者と乳幼児・障害者の生活行動圏の広がりや散歩・買物・通所(通園)に関する項目についてまとめた結果を示す。

i 居住地型別の生活行動圏

本報告では、高齢者と乳幼児・障害者の生活行動圏の広がりや散歩・買物・通所(通園)に関する項目について、土浦市全体・居住地型・居住地規模に分けてまとめた。居住地型は、各民生委員の担当範囲の町丁名をゼンリンの電子マップで検索、建物が在る最大の範囲の形態を見て、中心部(14)・住宅地(73)・住宅団地(58)・郊外部(16)・農村部(22)・不明(19)に分類した。居住地規模は、土浦市住民基本台帳の町丁別人口と世帯数(平成21年12月31日現在)を参考に、極小0~49世帯(2)、小50~99世帯(7)、中100~299世帯(31)、大300~499世帯(104)、超大500世帯以上(31)、不明(27)とした。

ii 居住地規模別の生活行動圏

高齢者・乳幼児・障害者の散歩・買物・通所(通園)の範囲はどのようなものであるか、民生委員の担当範囲の平均像として答えて貰った距離を整理すると図8~図13の如くとなる。

iii サービス供給の拠点の整備

アンケート回答の結果、現在の高齢者・乳幼児・障害者の散歩・買物・通所(通園)は、徒歩の場合、125mが目標、250mが基準、500mが限界で、それを超える1km~2km以上の場合、マイクロバスによる送迎か自家用車が殆どで、バスやタクシーの利用は限られていることが分かった。また、安心して高齢者、子育て中の母親、障害者が徒歩で気軽に集まれる場所の必要性が浮かび上がった。一方、自家用車で広域圏に出かけている人も多いことが分かった。

この結果から、多様なサービス供給体のシステム構築の過程において、まず250~500mの徒歩圏に新たなコミュニティの拠点を整備することを提案した。ただし農村集落のように人口密度の更なる低下が予想される地域では、新しい情報媒体を利用したサービス方法を検討する必要がある。

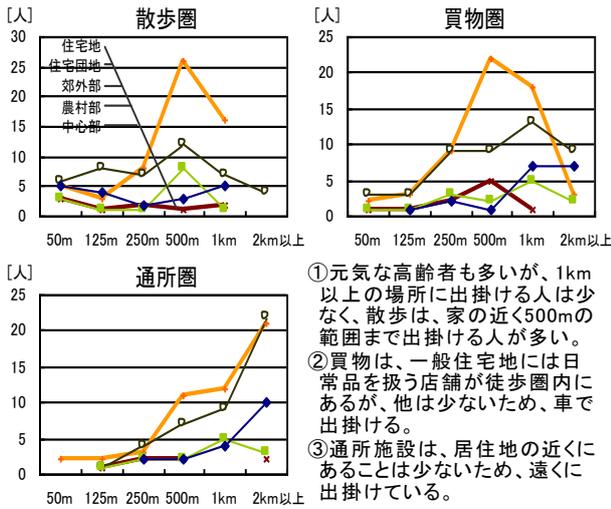


図8 高齢者の居住地型別行動圏

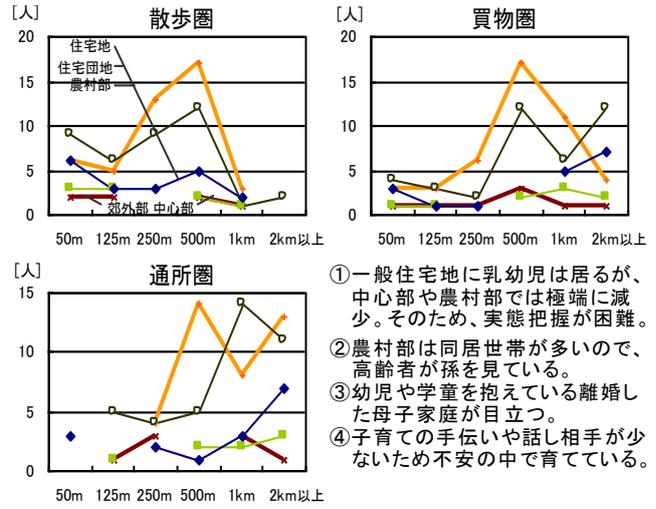


図9 乳幼児の居住地型別行動圏

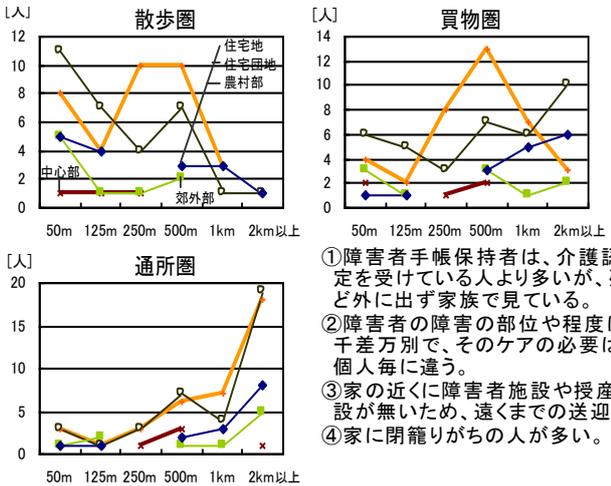


図10 障害者の居住地型別行動圏

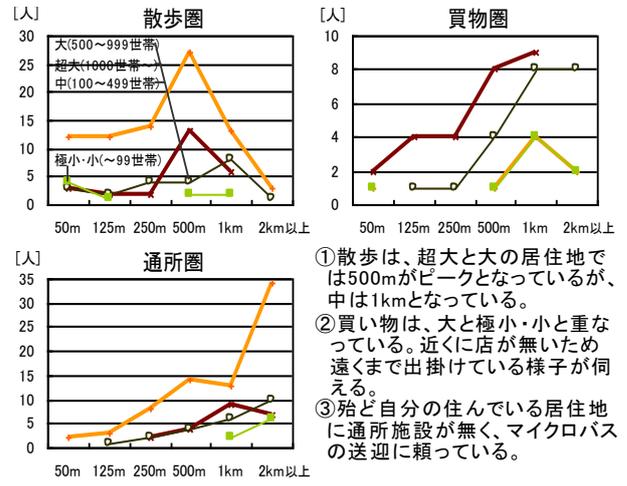


図11 居住地規模別高齢者の行動圏

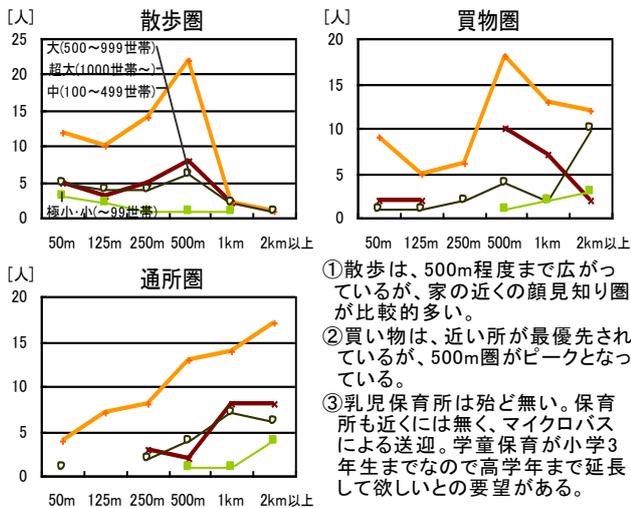


図12 居住地規模別乳幼児の行動圏

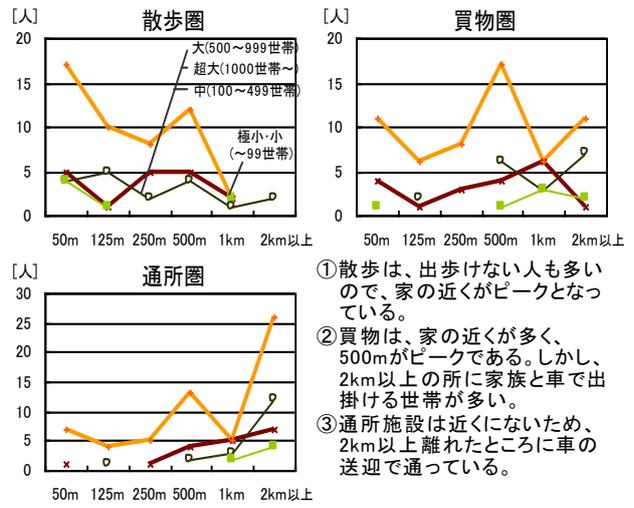


図13 居住地規模別障害者の行動圏

(5) 財政規模の縮小とインフラ整備の限界

1) 就業者人口と非就業人口の推計と財政の縮小

前項の年齢別人口推計を基に就業・非就業人口の推計をした(図14・図15)。2050年には非就業者数が就業者数の約1.5倍となる(2050A)。一般の就業を75歳迄伸ばし、女性等の雇用を増やことを仮定すると2050Bのようになり、現在の割合に近づく。しかし、総体的に市の税収は大幅な減少が予想され、2008年の歳出総額416.1億円から就業人口減に基づく場合は現在の約58%となる。2050Bのように就業人口を増やしても現在の約70%になると推計された。

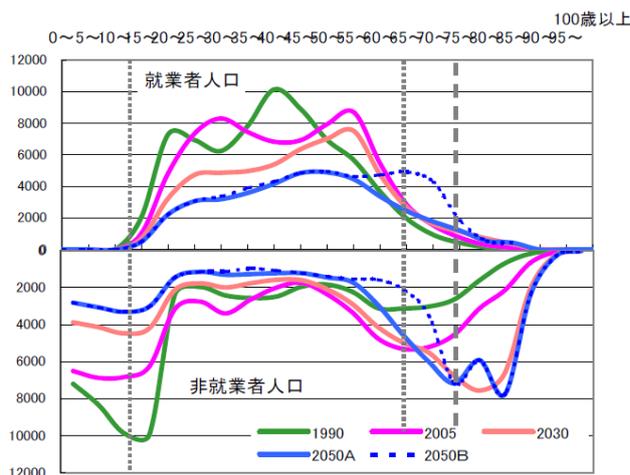


図14 土浦市の年齢別就業人口の推移

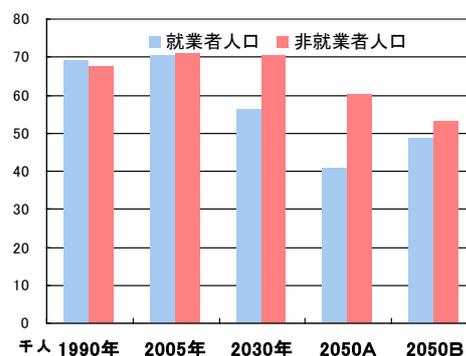


図15 土浦市就業人口と非就業人口の比較

2) 人口減少が及ぼす上下水道整備・土木費への影響

本研究では、都市基盤の維持可能性の限界を探るため、インフラ歳出額(上下水道整備費と土木費の合計以下同義)をファクターとして都市サービスの可能性を検討する。2050年の就業人口比率と同率のインフラ歳出額を算定し、その内訳の金額について表4に示す。以下計算条件を示す。

a 市の歳出額

- ・ 就業者1人当りの歳入額=歳出額とし、2010年時点と同額(物価デフレーターは考慮しない)とする。税収増による歳入額の増加または高齢化に伴う歳入額の減少、歳出額を考慮しない。
- ・ 市財政規模(歳入歳出額の総額) = 就業者人口×就業者1人当りの歳入歳出額
- ・ 2050Aは就業人口推計に基づき、2050Bは、就業人口の増量を見込んだ数値である。

b 普通建設事業費

- ・ 2008年から2050年の歳出総額減少と同率の土木費総額の中で他項目を差し引いた額とする。

c 都市インフラの維持管理コスト

2008年の市の総歳出額に対し土木費の割合は17.4%だが、同量の維持費を保つためには、2050Aの総歳出額に対して30.6%となる。高齢者が増加し民生費等他の歳出に大きな影響が出ると思われる。そのため本研究では2050Bの就業人口比率に応じた上下水道整備・土木費について検討する。

土木費の道路と公園については、「茨城県におけるコンパクトなまちづくりに関する調査研究」(茨城県企画部企画課/平成20年3月における土浦市の予測値)における予測値から参照し、橋梁については、東通村橋梁長寿命課修繕計画(青森県東通村/平成22年4月)における1橋当り費用から算出した。

- d 土木費は橋梁維持にコストが生じ、①普通建設事業費から減額する必要がある。2050Bの場合、市が維持する都市インフラサービスの限界は7割弱となり、総人口減少率に近似となる。

表4 土浦市人口減少が及ぼす上下水道整備・土木費(年額)への影響

	2008年	2050年想定A	2050年想定B
土浦市人口	144,060人	100,840人	100,840人
就業者人口	70,306人	40,689人	48,543人
就業者人口	73,754人	60,151人	52,297人
土浦市歳出総額 (公社貸付など除く)	41,611,383千円	24,082,234千円 (2008年の57.9%)	28,730,711千円 (2008年の69.0%)
インフラ歳出総額(ア+イ)	7,256,008千円	4,199,353千円	5,009,934千円
ア.上下水道整備	912,922千円	528,346千円	630,330千円
公共下水道	657,304千円	380,409千円	453,838千円
下水道	255,618千円	147,937千円	176,492千円
イ.土木費総額	7,256,008千円	4,199,353千円	5,009,934千円
①普通建設事業費	2,728,259千円	1,472,957千円	1,777,735千円
②建設・維持補修費	4,077,876千円	2,360,036千円	2,815,583千円
③維持補修	449,872千円	366,360千円	416,616千円
内訳			
道路維持	72,730千円	42,092千円	50,217千円
道路更新	169,357千円	98,014千円	116,933千円
橋梁維持(22箇所)	0千円	106,000千円	106,000千円
公園維持	72,730千円	42,092千円	50,217千円
公園更新			
その他維持補修費	135,055千円	78,162千円	93,249千円

※現在市内総生産：704,339,000千円／5%＝35,216,900千円

3) 都市基盤の維持費用を70%に削減する戦略

就業人口の増量と行政が維持する都市インフラサービスを現在の7割と仮定した場合、市域のどの範囲まで維持可能か考える。このサービス範囲の設定について以下の2つのシナリオを提案した。

シナリオⅠ：行政サービス地区を2段階に設定し、その他の地域を自主サービスとする。

- a 行政サービス100%地区：2050年時点において人口密度が40人/ha以上保たれると予想される駅勢圏を中心とした地域に今まで通り100%行政が都市サービスを行うエリアサービス地区を設定。特に土浦駅前市街地を居住地として充実させ、都市サービスの集約化を図る。
- b 行政サービス50%地区：行政サービス100%地区に準じた地区で、上記100%の地区外となった現在の市街化区域市が、維持補修費用を負担する道路(例：団地内幹線道路)、公園などを定め、都市基盤について、行政が50%負担する。
- c 自立地区：行政サービス地区外の低密市街地や農村集落など市街化調整区域は自立地区として、都市基盤の維持補修費用などについて住民の負担とする。結果として、シナリオⅡのように沿道に集約する地域になる可能性もある。郊外住宅地では、エリアサービス地区内への適度な住み替えが推奨され、市域全体のコンパクト化を図る。

シナリオⅡ：行政サービス地区と自主サービスと2つの地域に設定する。

- a 行政サービス100%地区：定義は、シナリオⅠと同様であるが、幹線道路沿道と住宅地のメイン道路沿いを含めてやや広く設定。住宅団地などは同地区において住民がサービス圏に住み替えることが推奨される。
- b 自立地区：シナリオⅡは、行政サービス50%地区を設けず、行政サービス100%地区以外の地域は、都市サービスについて住民主体の運営とする。
- シナリオⅠもⅡもどちらも合算すると現在の70%の都市サービス供給とする。
- ・市は、行政サービス地区外居住者が地区内に住み替える住宅供給を誘導(一部市が直接供給)。

- ・行政サービス地区外の一部の都市基盤について居住者が維持を望む場合、自己負担とする。
 - ・維持補修コストが少ない都市基盤へ変更する
- 上記のシナリオに従って人口、ストック量の設定(表5)とそのイメージ図を図16、17に示す。

表5 エリアサービス地区及び自立地区

シナリオ 主旨 概要		シナリオ I コンパクト化・郊外拠点整備対応			シナリオ II 公共交通サービス軸設定		
		駅勢圏をエリアサービス地区とし、都市的サービス機能、居住機能を集積。郊外にエリアサービス地区を1地区設定			駅勢圏及び一部の幹線道路沿道にエリアサービス地区を設定		
		面積(ha)	人口密度 (人/ha)	人口	面積(ha)	人口密度 (人/ha)	人口
人口	エリアサービス地区	921.4	50	46,070	1,305.0	40	52,200
	自立地区	11,191.6		54,770	10,808.0		48,640
	計			100,840			100,840
都市基盤のストック量 推計※(2005年時点)		ストック量			ストック量		
	エリアサービス地区	都市計画道路	17.2%		26.1%		
	自立地区	都市計画道路	81.8%		73.9%		
DID内の都市計画 施設のストック (2005年時点)		DID面積	ストック量		※：DID内の都市計画施設のストックを面積比で案分し、推計		
	都市計画道路延長	2,136ha	42.8%				
	下水道処理区域面積		40.7%				

資料：DID内の都市計画施設のストック：都市計画年報(2008年)

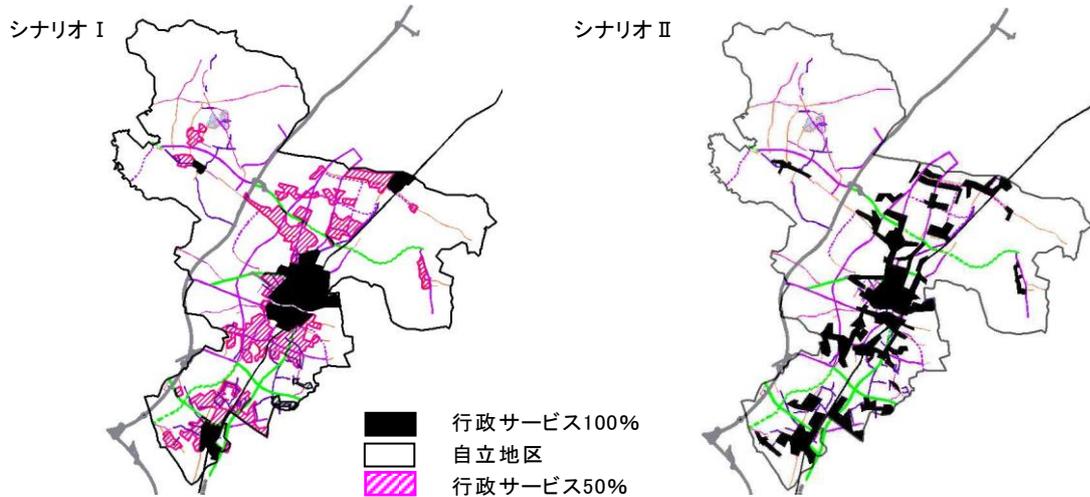


図16 行政サービスの範囲によるシナリオIとシナリオII

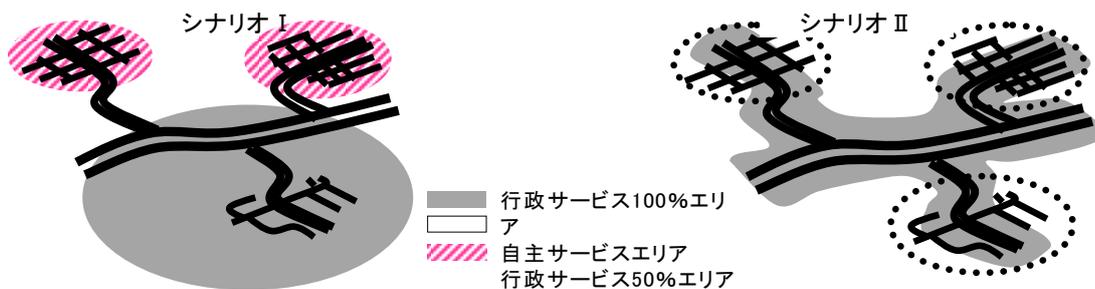


図17 シナリオI、IIに基づく行政サービスの範囲の概念図

(6) コンパクト化の定量的検証とシナリオの選定 (サブテーマ2によるLCCO₂計算)

市場型と2つのシナリオの3つについて、ライフサイクルCO₂(LCCO₂)から考えて低炭素化に寄与するか比較した。

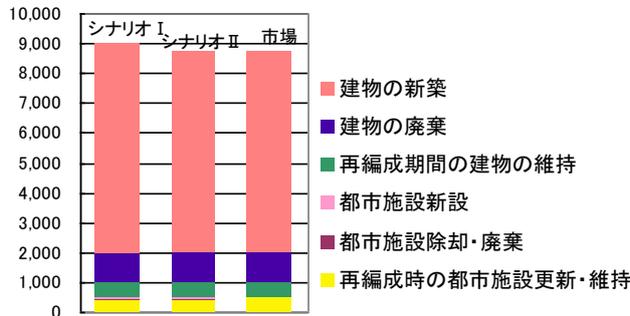


図18 シナリオ別、移行にかかるCO₂排出量の比較
(単位：千t)

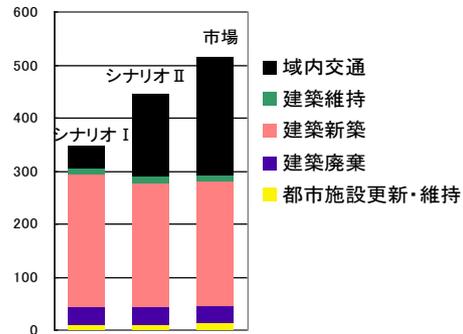


図19 移行後1年間のフローに係るCO₂排出量の比較 (単位：千t)

2050年迄のLCCO₂は、3つのシナリオの差はほとんどなく、シナリオⅡが最も低い(有利な)値となった。しかし、移行後の年間CO₂排出量を比較すると、シナリオⅠの値が最も低く、約2年足らずでCO₂排出量が回収されることがわかった。シナリオⅠを採用すると、地域住民で自主的にマネジメント方法を選択できる可能性があり、地域により沿道に集約するケース、空地に地域の拠点を建設しまとめて行くケースなど様々な方法が考えられる。ただし、どちらのシナリオを選択するかは、市民・行政が専門家も交え討議する中に検討していくことが望まれる。

(7) 都市像実現の戦略と方策

上記のシナリオを実現するために以下の3つの方策を提案する。

- ・方策1：都市計画マスタープランによる新たな区域区分と都市基盤の区分
- ・方策2：税制や補助を活用した集約型都市構造への転換
- ・方策3：地域や住民主体のエリア・マネジメント

a 方策1：都市計画マスタープランにおける新たな区域区分と都市基盤の区分

i 地区区分

市町村の都市計画マスタープランにおいて、市町村の行政区域を、行政サービス地区と自立地区に区分する。自立地区については、更に集約エリアと非集約エリアに区分する(表6)。

表6 現行の都市計画地区との対応

現行都市計画制度における区分	提案	
地区区分	地区区分	都市基盤
市街化地区	行政サービス地区	公共維持都市基盤
	自立地区	公共維持都市基盤
市街化調整地区	集約エリア	公民協働維持都市基盤
都市計画地区外	非集約エリア	住民維持都市基盤
		廃止都市基盤

ii 都市基盤の区分

市町村の行政区域内にある都市基盤を維持に関する公共の費用負担の割合で4つに区分する。

- ①公共維持都市基盤：自立地区において、行政が維持する都市基盤(道路、公園、橋梁、下水道)を指定。行政サービス地区内にある都市基盤は、原則として全て公共維持都市基盤とする。
- ②公民協働維持都市基盤：行政と住民が維持費用を負担して、維持する都市基盤
- ③住民維持都市基盤：住民のみが費用を負担して、維持する都市基盤
- ④都市基盤廃止地区：維持費用に比べて、効果(便益)が著しく低い都市基盤については、維持管理を行わず将来的に廃止する。廃止都市基盤については、必要に応じて維持費用の少ないシステムに転換する。(例えば、公共下水道を廃止しコミュニティプラントや個別浄化槽に切り替える)

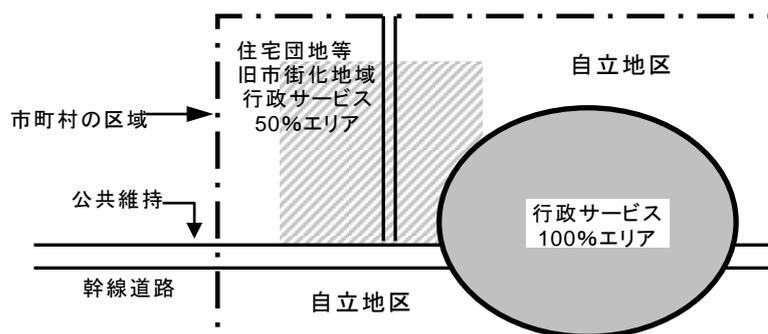


図 20 区域区分のイメージ

b 方策 2：税制、補助を活用した集約型都市構造への転換を促す方策

固定資産税及び都市計画税等の税制を活用し、行政サービス地区及び集約エリアの土地の有効利用、住宅供給を促す一方、自立地区非集約エリアにおける住宅供給、大規模商業施設の立地を抑制する。住宅及び住宅用地の固定資産税及び都市計画税については、各種の減免措置(表 7)があり、所有者の負担が低減されているが、集約型都市構造の実現の視点から、それを見直し、集約型都市構造の実現を誘導する。

表 7 住宅及び住宅用地に関する固定資産税及び都市計画税の減免

対象	住宅用地		新築住宅	
	小規模住宅用地	一般住宅用地	3階以上の耐火構造・準耐火構造	一般の住宅
固定資産税	1/6	1/3	1/2 (新築後5年間)	1/2 (新築後3年間)
都市計画税	1/3	2/3	1/2 (新築後5年間)	1/2 (新築後3年間)

行政サービス地区及び集約エリアにおいて、地区内の空家及び低未利用地に対する固定資産税、都市計画税の課税を強化する一方、空家を貸家化(空家転用貸家)した所有者に対し、固定資産税、都市計画税を減免し、土地所有者に土地の有効利用を促す。また、新規に建設される中高層の集合住宅の建物の固定資産税、都市計画税を減免し、住宅供給を促す。

自立地区非集約エリアにおいては、新築住宅に対する固定資産税の軽減措置を廃止する一方、既存の大規模商業施設に対する固定資産税、都市計画税の課税を強化する。また、住み替え等により、空地となった隣接地を取得する住民に対し、取得税及び一定期間について固定資産税、都市計画税を減免する。更に、自立地区非集約エリアから行政サービス地区または自立地区集約エ

リアへ住み替えを行った住民に対し、一定期間の住民税を減免するとともに、土地建物の取得税を減免する。

c 方策 3：補助

前記の課税強化による税収の増収分を集めて、仮称都市構造再編ファンドを創設し、行政サービス地区、自立地区集約エリアにおける新規の住宅供給に対する補助、空家の改修費の補助、住み替え先の賃貸住宅の家賃補助を行う。また、自立地区から行政サービス地区へ住み替えを行う市民に対し、補助を行う。更に隣接する空地を取得する住民に対し、補助する。空家を取り壊し、更地にして、売却するか貸し付ける所有者に対し、取り壊し費用の一部を補助する。

d 住民主体のエリア・マネジメント

i 概要

市町村は、自立地区内について、住民自らが都市基盤の維持を担う地区が設定できる制度を創設し、一定のまとまりのある地区（団地、集落など）で、住民が合意し、エリア・マネジメントを行う組織（以下エリア・マネージメント組織）を設立した場合、市は住民自治区を設定する。住民自治区においては、固定資産税と都市計画税の課税標準額、維持する都市基盤、財源の用途をエリアマネージメント組織が決められ、住民自治区内の空き地、住み替え時の土地の買い取りを行うことができる。

ii エリア・マネジメント組織に対する市の支援

市は、エリア・マネジメント組織に地区内から徴収される固定資産税及び都市計画税、住民税の一部を支出する。

iii エリア・マネジメント組織の選択

エリア・マネジメント組織は、住民合意に基づいて、維持する都市基盤を決め、維持費用を負担し、維持する。また、同一自治区内の集約エリアへの住み替えを行う住民の従前敷地については、買い取る。一方、出来るだけ、多くの都市基盤を維持したい自治区は、固定資産税及び都市計画税の軽減措置を変更し、維持費用を確保する。

以上の税制及び補助による集約型都市構造への転換手法を表 8 にまとめた。

表 8 税制及び補助による集約型都市構造への転換手法

	エリア	誘導または抑制したい対象	税		補助
			固定資産税、都市計画税	取得税、住民税	
誘導	行政サービス地区、自立地区集約エリア	住み替えの受け皿となる住宅供給	新築中高層集合住宅、空家転用貸家に対する減免		中高層集合住宅建設、貸し家転用のための空家改修に対する補助
		空家、低未利用地の有効利用	空家、低未利用地に対する課税強化		
	住み替え		住み替えに伴う土地建物の取得税の減免。住み替えた住民の住民税の減免。	住み替え先の賃貸住宅の家賃補助	
	自立地区非集約エリア	空地の集約、有効利用		空地の取得税の減免	空地の取得に対する補助 更地化に対する補助
抑制	自立地区非集約エリア	住宅の新築	住宅用地に対する減免の廃止 新築住宅に対する減免の廃止		
		大規模商業施設の新設	固定資産税、都市計画税の課税強化		

(8) 地域住民主体のエリア・マネジメント

高齢者の増加に対応しつつ、きめ細かい福祉サービスを提供するため、徒歩圏に新たなコミュニティの拠点を整備することを提案したが、将来的に市の財政状況が厳しくなることが予想されることから、その拠点の整備運営費用を市が負担し、市の職員が運営することは不可能と考えられる。そのため、本論文で提案している新たなコミュニティの拠点は、地域住民や NPO 法人、民間企業等が主体となって運営する必要がある。

一方、人口が減少する都市においては、道路公園等の都市基盤や公共公益施設（コミュニティ施設や小中学校）、生活利便施設（商店等）を現在のまま維持することが難しくなり、また高齢化に伴い住み替える居住者が増える結果、空地空き家も増加し、防犯や防災、景観の問題が発生すると考えられる。そのため地域住民が利用する都市基盤、公共公益施設や生活利便施設の維持、空地空き家の管理について、地域が積極的に関与する必要が発生する。

身近な生活道路等の整備や維持管理を地域住民が担うことは、既に過疎地の中山間地の集落において行われているが、将来的には都市部においても、居住者の生活を支えるために一定のエリアにおいて地域住民が主体となるエリア・マネジメントを行うことが求められる。そしてこのようなエリア・マネジメントを実施するためには、組織体制と活動資金の確保が必要となる。組織体制として、自治会や町会といった既存組織が活動領域を広げてエリア・マネジメントを担うこともあれば、住民が主体となって、組織を立ち上げ、それを行政や専門家が支援することが考えられる。

エリア・マネジメントに必要な資金については、市からの資金提供とサービスを受益する住民による負担でまかなうことが基本であり、エリア・マネジメント組織が行政機能の一部を代替することにより行政コストが低減できることから、対象エリアから得られる住民税、固定資産税、都市計画税の一定割合を市が拠出することが適切と考えられる。さらに、レベルの高い維持運営を行う場合は、住民から負担金を徴収することが考えられる。^{※1}

更にエリア・マネジメント組織が居住者のためにコミュニティレストランやコンビニエンスストア等の店舗を経営し、その収益を活動資金の一部に当てることも考えられる。^{※2}

※1：アメリカの一部の都市においては、BID という一定のエリア内の企業が負担金を拠出し、エリア・マネジメントを行う仕組みがある。

※2：団地や集落等で住民組織が店舗を経営している事例がある。

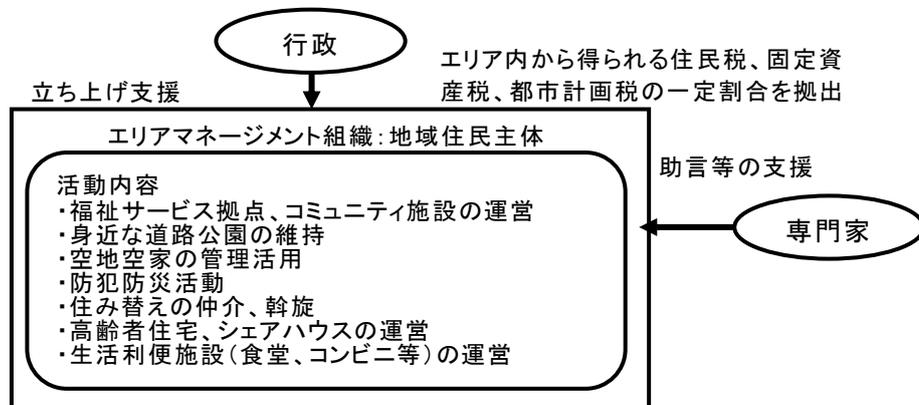


図21 地域住民主体のエリア・マネジメント組織のイメージ

(9) 市内郊外住宅地における地域再編のシナリオの検証

1) 対象地の概要

土浦市の将来人口推計で示したように、郊外住宅地の人口密度は26人/haから19.5人/haに減少、高齢人口率は19.6%から38.4%に上昇する。

これらの住宅団地や宅地は、1960年代から近年まで幹線道路沿いにパッチワーク状にスプロールしてきた。研究対象地とした天川町は、1966年に市内で最初に開発された現在人口2,250人/955世帯、人口密度68人/haの戸建住宅団地である(図22)。数年前から人口減少と開発時期に入居した世代の高齢化が始まり、独居老人の問題を抱えている。人口減少に対し世帯数の増加が目立つ(図23)。今後、市内各所の住宅地において同様の現象が起こることが予想され、この町をモデルとしてシナリオの検証を行い、具体的な郊外住宅地再編の方策を提案する。

2) 天川町の住民像

居住者39人へのアンケートとヒアリング、2007年の天川町固定資産税台帳により住民像と住宅・建物を分析した。町内の既存住宅の内、約92%は戸建住宅で木造2階建が最も多い。更に戸建住宅の約52%は1981年までに建設されたもので、開発当初に入居した家族が継続的に住んでいることがわかる。共同住宅は、土浦市の共同住宅1戸の平均延床面積54.9㎡で算出すると138戸、1棟あたり約6戸となる。

3) 2050年のまちのシミュレーション

天川町の2005年と2010年の年齢別人口統計からコーホート法により、2050年までの人口推計を行った。町人口は約56%、世帯数は、約7割となることが予測される。この計算をもとに、家族類型数の変化について推計した(図24)。開発当初に入居した団塊の世代がほぼいなくなる2050年には、高齢者率については、現在の27%に対し、2050年には36.2%と増加することがわかった。ただし、2030年は開発当初に入居した世代のピークであり、高齢者数はもっとも多いと推計された。この高齢者率を世帯類型の推計に反映させて以下のような世帯類型別世帯数を割り出した。更にこの人口推計から、戸建住宅と共同住宅数を推計した(図25)。戸建住宅数は、現存する戸建住宅数の約66%となる。

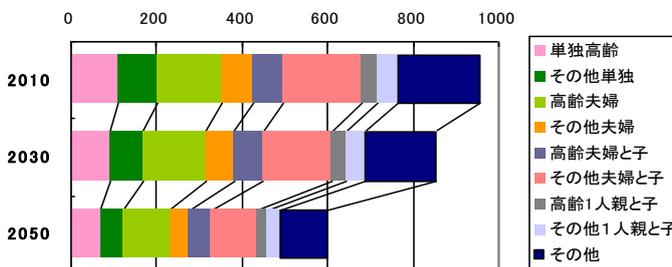


図24 天川町の現在から2050年の家族類型別世帯推計

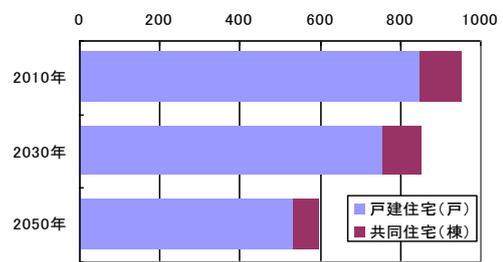


図25 天川町の2010年から2050年の戸建・共同住宅数推計表

天川町の現在・2030年・2050年の世帯推計値による住宅を住宅地図上に均等にプロットした(図26)。現在、土地区画に対し、約1、2割の空き家・空地は、2050年には約5割になり、戸建住宅に住む世帯の3割弱は高齢世帯で占められることが予測される。



図22 土浦市天川町

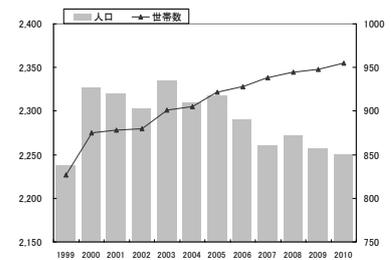


図23 天川町の人口と世帯数の推移

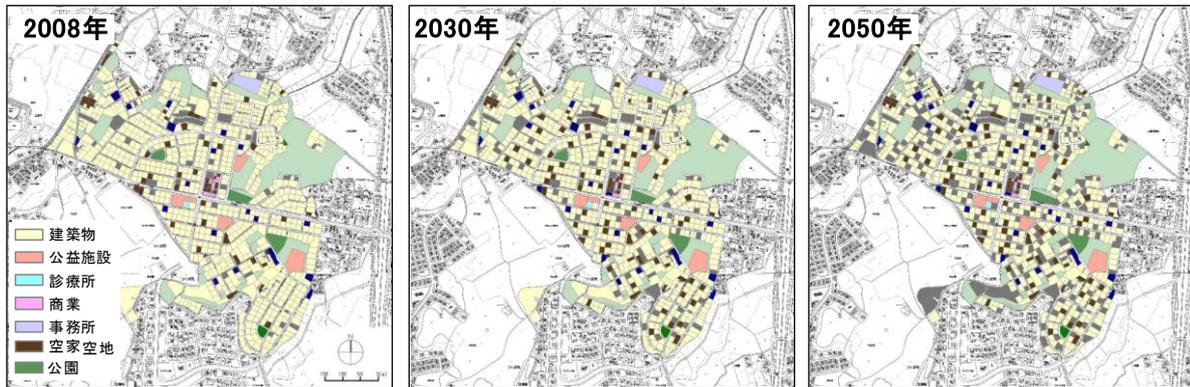


図26 現在・2030年・2050年の世帯の市場型推計値による空地・空き家数の推計

4) 2050年の課題

得られた2050年のまちの空洞化の様子と併せて、住民へのヒアリング・アンケート調査、市民ワークショップの中から、まちの住民の実態と将来の課題について抽出した。以下の通りである。

a 家庭から消費されるエネルギー量の増加：開発時に入居した世代の子世代は町から離れたケースが多い。残りは親と同居の単身が多いことから、今後更に高齢者世帯の増加が予測され、人口に対する世帯数の割合が増え、1人当りのエネルギー消費量が増加することが予測される。

b 高齢者世帯の日常生活を支える移動の問題：高齢になり自動車の運転が困難になると、町に店舗がないため買物や通院など日常生活が困難となる。しかし近隣に知り合いがいる安心感から居住者の永住志向は強い。

c 治安の問題：人口減少による空地・空き家の増加と共に、高齢世帯が増え安全性が低下する。

5) 2050年シナリオ比較の検証と課題

土浦のシナリオⅠを実施すると、天川町は行政サービス50%地区となり、町の都市サービスの50%は自主的に運営していくことになる。シナリオⅡを想定すると、幹線沿いに住宅を集約しなければならない。住宅の建設・運用・廃棄に係る2050年までのCO₂排出量を以下の3つのシナリオについて推計し比較した。定量的な検証結果が住民の判断の材料の1つとなることを目的とする。

2050年の市場型推計値による天川町の姿とシナリオⅠ、Ⅱによる姿を図27に表した。

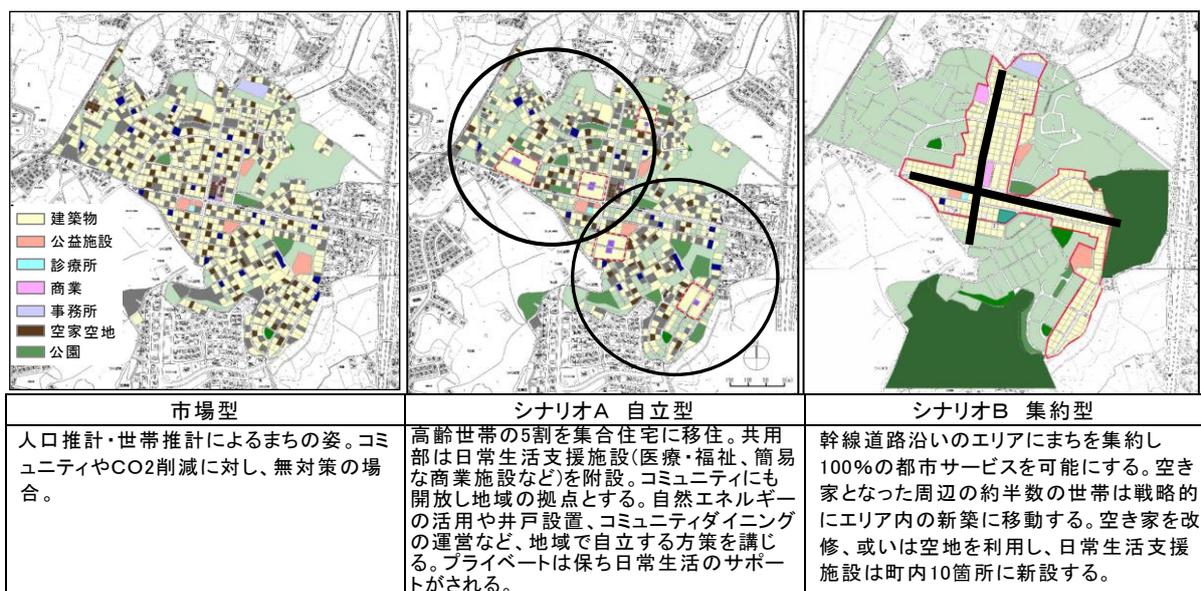


図27 2050年の天川町の姿（市場型・シナリオⅠ・シナリオⅡ）

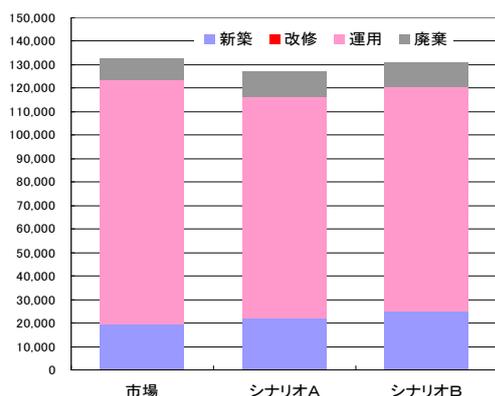


図28 新築・改修・運用時・廃棄の40年間CO₂排出量の比較

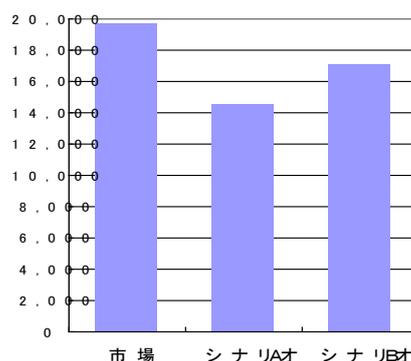


図29 2040年から2050年の運用時CO₂排出量

表9 3つのシナリオの評価

タイプ	市場型	シナリオA 自立型	シナリオB 集約型
新築・改修廃棄の40年間CO ₂ 排出量	△	◎	○
運用時CO ₂ 排出量	×	○	△
治安	△	○	△
コミュニティ	×	◎	△

計算結果は、2050年までの2050年からの運用時シナリオAが最も低い値となった(図28・29)。

更に、住宅地における更新のシナリオとして、2050年の都市・施設像の2つのシナリオについて社会的、環境的の両側面から検証した。当地域においては、できるだけ新築の少ない自立型のネットワークの方が有利であることが検証された。ただし、将来の建設技術などにより建設時、運用、廃棄時にかかるCO₂排出量も変わる可能性がある。また、計算は2050年までであるので、その後の検証をどのようにするか課題が残る。自立型は、コミュニティの運営に関してや、エネルギーの確保という意味でも有利なことが明らかとされた。

6) 既存戸建住宅への環境負荷削減手法の導入

自然減の年代別世帯推計の割合と世帯数将来推計から、竣工年代別戸建住宅数の推移を推計した(図31)。1965年から1981年の間に竣工した戸建住宅は、2050年にはほぼなくなると見られ、1991年までに竣工した住宅もわずかとなる。既存住宅を全て改修して残すと仮定しても1981年までに竣工した8割の住宅は居住の需要がなくなる。

現在、既存住宅への省エネ手法としてあげられる主な手法とその金額を表10にあげたが、1991年迄竣工の住宅に関しては自然減を考え、安価でCO₂削減効果の高い手法を推奨し、1999年以降竣工の住宅には、持主が替わっても長期的に使用できるように長寿命や快適性を考慮した断熱改修などの手法導入が望まれる。このように、長期的な視点と地域の特性を配慮した環境負荷導入政策や補助を計画することが必要である。

表10 既存住宅への代表的な環境負荷削減手法のコストとCO₂排出量削減効果

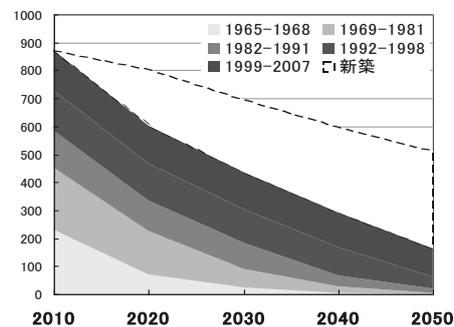


図30 既存戸建住宅の竣工年別数推計

	手法	戸建平均金額 (万円)	削減効果 (kg-CO ₂ /年)	1万円当り CO ₂ 削減量 (kg-CO ₂ /年)
次世代 基準改修 ※2	断熱改修 従来型比較	600	1,617	2.7
	断熱改修 省エネ基準比較	400	588	1.5
	断熱改修 新省エネ基準比較	100 ~	329	~3.3
新エネルギー	燃料電池	300 ~ 350	1,300	3.7~4.3
	太陽光発電	200	1,300	6.5
	太陽熱給湯 自然循環型	30	420	14.0
	太陽熱給湯 熱交換型	120	850	7.1
高効率機器	ヒートポンプ式給湯器導入	70 ~ 100	600	6.0~8.6
	家庭用ガスエンジン コージェネレーション	80	876	10.95
	潜熱回収型給湯器	25 ~ 50	240	4.8~9.6
家電機器	エアコン 5年前型比較	15 ~ 20	60	3.0
	エアコン 10年前型比較	15 ~ 20	160	8.0

※1：経済産業省資料、実施工事金額、各メーカー資料などによる。2010年前後の資料で増減はある。

※2：特に断熱改修は既存住宅の状態によってコストや工期、削減効果の増減が出やすい。

7) 天川町におけるサービス拠点の在り方(図31)

- i 多世代型集合住宅:拠点については、現在のデイサービスのように既存住宅の改修としてもよいが、単身や少人数となった世帯が馴染みのある町内に集合住宅を設けた場合の入居の可能性は高く、またその共用部を地域の拠点とすることもできる。適度にプライバシーを保ちながら、可能なものは共用できるコレクティブハウジングの形式とする。
- ii 集会所とコミュニティダイニング:地域に開かれた集会所、コミュニティダイニング、イベントスペース、娯楽・教養の場所とする。学童や保育所を兼ねることにより、雇用の場と地域が子供、老人を見守る場所となる。
- iii エリア・マネージャーの役割と事務所

前項であげたように、各町、地域のソフト面、ハード面からエリア・マネジメントするために専門家の派遣をして調整役とすることが望まれる。町内には2箇所の拠点を設置し各拠点との連携を図り様々なイベント開催なども可能となる。地域のタクシー会社を利用したカーシェアリングやコミュニティバスの整備により、駅、大規模店舗、病院などへの交通手段も開かれる。

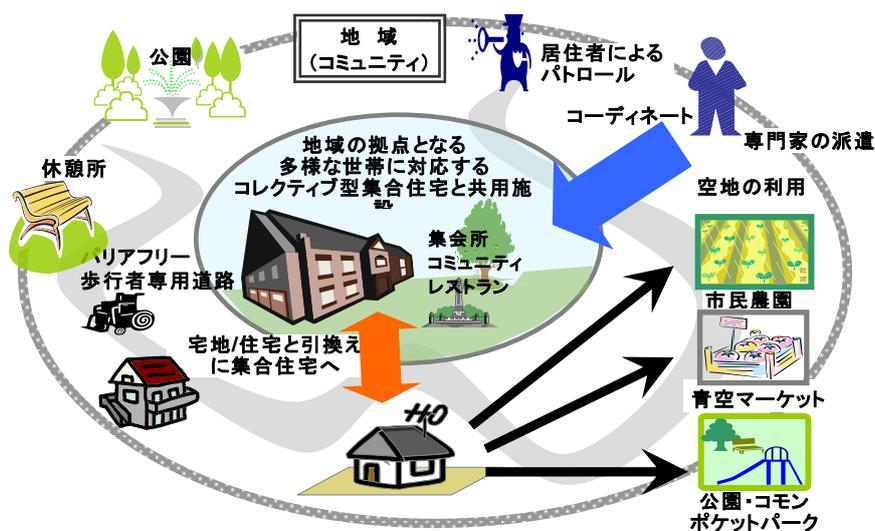


図31 エリア・マネージャーの役割と拠点の概念図

(10) 地域再編のシナリオに基づく駅前中心市街地の整備

駅前の中心市街地(図32)は、2050年にもまだ人口密度がある程度保たれることから、居住地化を図る方策について検討した。

1) 現況の課題—空洞化

市民会議において中心市街地における課題に「商店撤退と駐車場空地の増加による街の衰退と環境的問題」があげられたが、実際どの程度なのか知るために住宅地図により市街地内の土地・建物用途の推移を比較した(図)34。1983年の各用途の水平投影面積を1として2007年の変化率を図33に示した。空き家、集合住宅や駐車は約2倍に増加している。工場や旅館は半減している。駅前の大型商業施設の撤退後も写真1のように駐車場となっている。このまま2050年まで空洞化が進むと駅前市街地は商業地としての機能はなくなる。特に駅前から土浦城址近くまでであった商店街はますます空洞化し歴史的建物の撤退も予測される。現在行政は、旧水戸街道沿いの街並みの保存・再生に取り組んでいる。



図32 土浦中心市街地

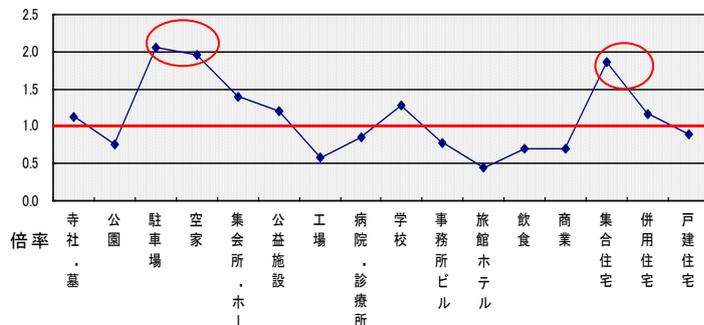


図33 土浦中心市街地の土地利用別水平投影面積の変化率 (1983年比)



写真1 土浦駅前の商業施設撤退後の駐車場



図34 土浦市中心市街地の商業施設と駐車場の推移 (1959年～2007年)

2) 航空機リモートセンシングデータによる土浦市中心市街地の土地被覆及び熱環境の分析

立地・気候特性に配慮した地区計画策定や街区設計に向けて基礎となる環境情報として、分解能0.5mの秋季・冬季の土地被覆と表面温度分布図(日中・夜間)を前述のように作成した。その結果、郊外部に比べて土浦駅周辺は、高層建物周辺において日射遮蔽の影響を受ける部分を除き、日中・夜間ともヒートアイランド現象の形成要因となる表面温度が高い傾向がみられた。一方、中心市街地郊外部では、中心市街地よりも表面温度が低い傾向がみられるが、秋季、冬季と季節によって土地被覆の様相が変化して、水田(稲刈り後に再び成長した稲穂の緑)から湿潤土壌となる個所もみられ、それに伴う表面温度分布の傾向が異なる個所もみられた(図35)。

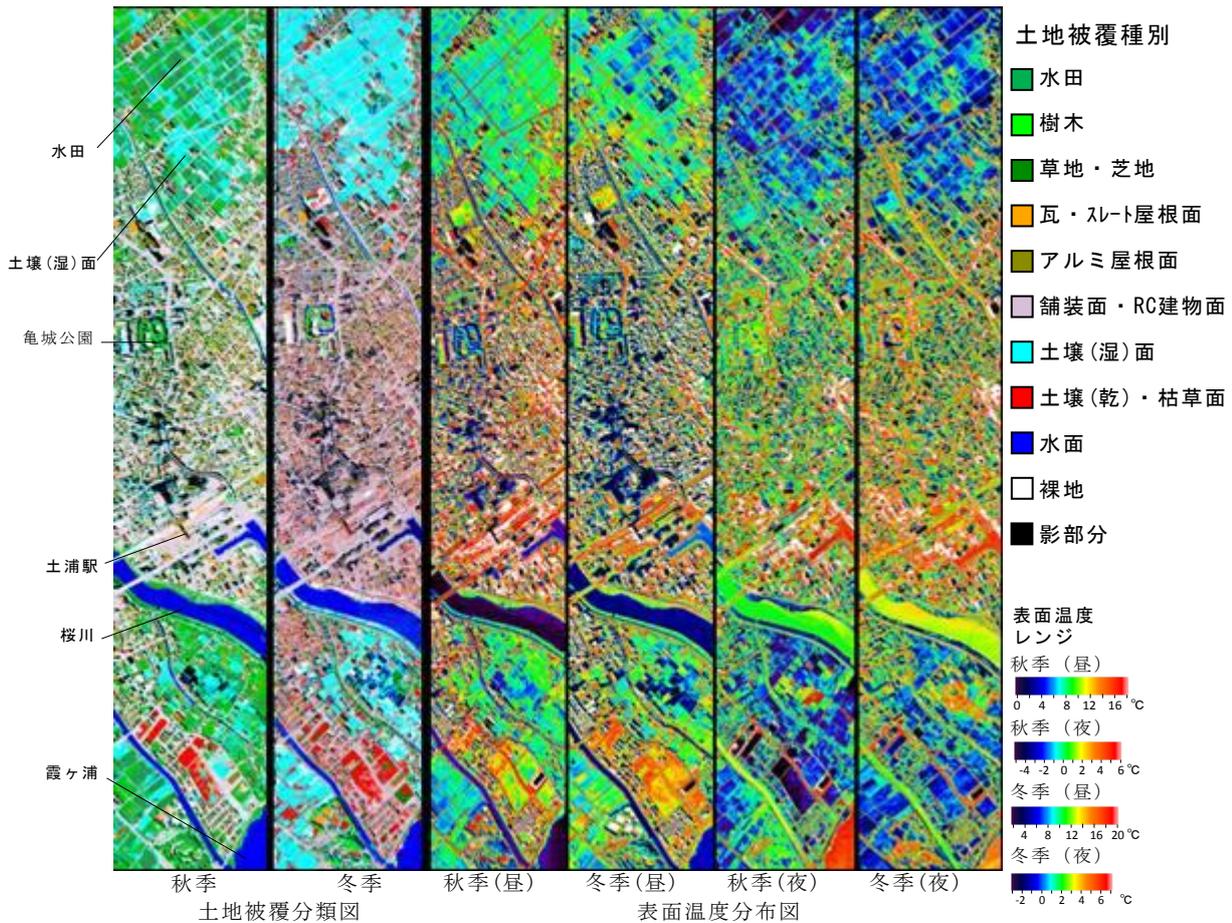


図35 作成した航空機リモートセンシングによる中心市街地周辺の土地被覆及び熱環境情報図

3) 2050年に向けたまちづくりーまちなか居住の検討

前項の提案に則り、政策的に市街地への居住を推進しコンパクト化を図るための戦略を検討した。居住を誘導する方法として魅力的な居住地の創出があげられるが、具体的に魅力的な居住地とは何か探るために、市民会議において中心市街地の持つ特性、要望をあげてもらい、魅力や好きな場所を図にまとめた(図37)。これらを基に、まちの①特殊性、②機能、③環境の3点から市街地の新たなまちづくりのための基本方針を打ち出し、現在の土地・建築利用図(図36)を基にマスタープランを作成した(図38)。

a まちの特殊性：かつて霞ヶ浦から城まで水路で囲まれていた町は水の都と呼ばれていたが、現在、城社に向かう運河は暗渠化されて姿を消し緑被率も低い。城下で栄えた商業は蔵などの歴史的建造物や伝統的文化、特産物、行事などを遺している。毎年開催されるキララ祭りや全国花火競技会は、中心市街地内に30～60万人の人出で賑わうまちの行事として定着している。

b まちの機能：今後、通販や宅配等の普及により商業地としての駅前商業地の役割は伝統的な商店など特殊なものを除き需要に限られると予測される。高齢化が進むまちで、そのニーズにあった新しい役割が期待される。

c まちの環境共生型の街：建築物や人々の生活様式は、現在の石油エネルギー依存型から低エネルギー型、再生可能エネルギー由来による運営とし、地域内で物が循環するシステムを作る。



図36 土浦中心市街地内の現況建物用途

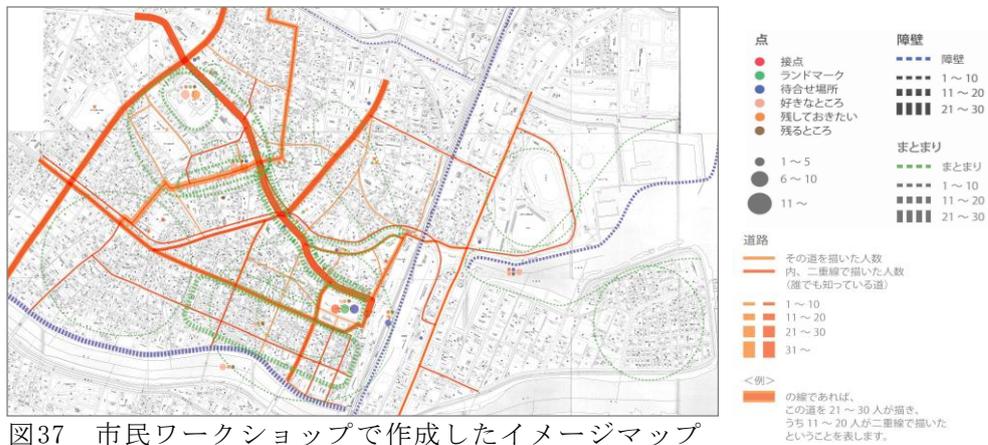


図37 市民ワークショップで作成したイメージマップ

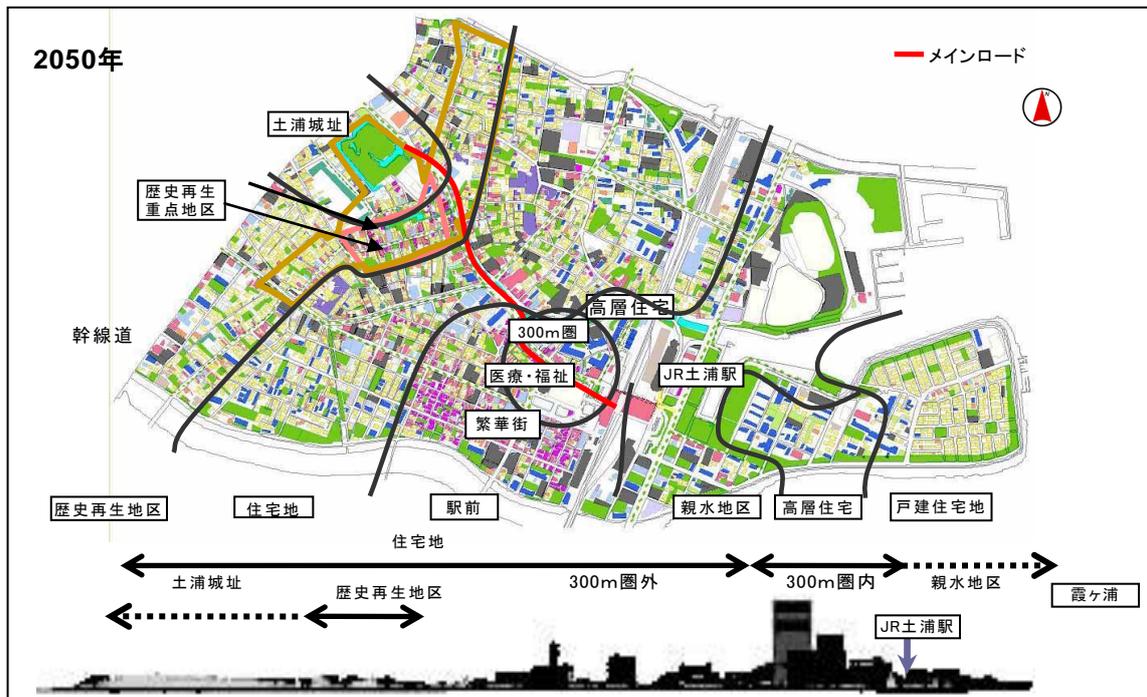


図38 土浦中心市街地内の2050年マスタープランの提案

4) 魅力的なまちをつくる6つの方策

基本コンセプトに基づき、まちなか居住を推進する魅力的なまちづくりの6つのテーマ(表11)をあげ、そのイメージを描いた上で各ゾーンの役割やプランニングを提案した。

表11 魅力的なまちをつくる6つの方策

考え方	イメージ
<p>① 新しい居住のカタチをつくる</p> <p>町別の2050年人口密度推計値によると、駅西側300m圏内は特に高密度を保つが、300m以遠は現在の郊外住宅地並みになることが推計された。現在、駐車場(空地)を利用した街区ブロック内のコモン、共用菜園などへの転換、或いはゆったりとした区画にするなど、駅からの徒歩圏内に良好な住宅地を創出する。特に街区ブロックの沿道内側は共用地として付置義務化も考えられる。</p> <p>駅西側300m圏内は、図書館、市役所、市民情報センター、集合住宅などを集約し駅前の新しい価値と雇用を生み出す。集合住宅は14階程度に高さを制限し駅への利便性を活かす。人の共生として、血縁でない世帯形態の住まい、コミュニティづくりを考えたコレクティブ型住宅を基本とし共用スペースを充実する。或いは地域のサービス拠点を活用し、高齢者や子育て世代など、社会的サポートを必要とする人々にとって住みよい住宅環境を創出する。</p>	
<p>② 歩いて暮らせるまち</p> <p>駅前から土浦城址までの幹線道路に挟まれた中心部を人々が歩いて暮らせる歩行者・自転車専用地区として整備する。搬入や工事、緊急車両以外の車両は周囲に駐車場を配備しパークアンドライドとする。パスルートは南側の道を使う。徒歩圏内の日用品店の復活と路面の整備により凹凸を減らし高齢者や子供にも快適なまちとする。自転車道路の整備により市街地内の行き来を自由にとすること、旧新治村へ続く自転車専用道路への乗り入れを容易にしてレジャー・観光性を高める。いずれも市民や来訪者が散策など楽しみ人とのコミュニケーションを可能にする場とする。</p>	
<p>③ 水と緑のまち</p> <p>現在、空き店舗が増えている商業施設を取り壊し、岸辺に緑豊かな散策路を配備した運河と城址近くの水路を再生して親水空間を取り戻す。主な幹線沿いや街の人が多く活用する路には街路樹を配備して、緑のネットワークを形成。沿道のビルのエネルギー負荷削減に寄与する涼しい外部と新しい憩いの風景となる空間を同時に創出する。駅東口の高層ビルの間引き整備により、湖の見晴らしを取り戻す。湖岸は緑地帯を整備し景観を考えた美しいまちを創る。</p>	
<p>④ 歴史と文化の再生</p> <p>現在市が整備を進めている中城通り一帯は、短冊形の区割りのまちや型併用住宅が建ち並んでいた。街道沿いすべての復元は難しいが蔵や江戸時代の日本家屋など歴史的遺産を利用し、重点的にこの街区の街並みを再生すると同時に文化継承の交流点とする。アーティストや伝統文化関連のアトリエやギャラリー等を誘致し、観光スポットも組み込んだ職住一体となったまち空間を再生する。景観保存のためにファサード、外装材料と改修方法についての規定について提案した。</p>	
<p>⑤ 医療・福祉・教育のまち</p> <p>居住者にとって快適な居住空間を得るにはまちの機能性も大事である。商業に代わる医療・福祉・教育の街を提案した。オフィスビルや商業施設だった場所に医療、健康、高齢者のための店舗や施設を誘致、コンバージョンして活用する。同時に市内にもともとある教育・情操教育、文化関連の誘致、或いはネットワーク化を図り、多くの世代にとって住みよいまちを目指す。</p>	
<p>⑥ エネルギーを生み出す自律したまち</p> <p>まち単位でリサイクルなどを推進する。駅の貨物車両置き場だった場所にまちの廃棄物からエネルギーづくりをする工場を建設し、エネルギープラントとする。</p>	

5) 中心市街地5街区の現状分析と提案街区の熱環境・エネルギー・CO₂排出量の予測・評価

i 研究方法

環境負荷の抑制と快適な生活空間を両立するまちづくりの実現のためには、既存のまちづくりに関する情報に加え、熱環境・エネルギー・CO₂排出量等の環境情報を用いて、その場の立地・気候特性や自然エネルギーを最大限活用した街をデザインし、その実現に向けたロードマップを提示していくことが重要である。

本研究では、バックキャスト手法により 2050 年を想定した低炭素社会の実現に向けた具体的な街区の将来像を図 39 に示すように提案する。

①現状の熱環境・エネルギー・CO₂排出量や街区特性等に関する分析結果、②将来において普及が予想される建築設備・構成材料・対策技術の適用、③サブテーマ 3 により提示された、環境的な側面だけではなく、将来予想される少子高齢化等の社会的な問題にも対応した住まい方、④サブテーマ 1 で行われた住民とのワークショップにおける意見や前述の土浦公園都市のマスタープラン、等に基づく。そして提案街区の熱環境・エネルギー・CO₂排出量を予測・評価した上で、実現に向けたロードマップを作成する。

まずサブテーマ 5 において中心市街地の中でも低・未利用地の増加や、人口減少、少子高齢化の問題等、多くの地方都市の中心市街地が現在抱えている問題を同様に含んでいる図 40 に示す 5 街区(約 30ha・800 棟)を対象に熱環境・エネルギー・CO₂排出量に関する現状分析を行う。そして対象街区の一部について、サブテーマ 4 と 5 が共同で図 41 に示すような将来街区(①旧街道を含む歴史街区→歴史再生街区、②土浦駅前の商業・業務街区→駅前福祉街区、③高層集合住宅への転換等が進む再開発街区+④自動車専用道路の高架下に商店が連続する商店街区→駅前高層住宅街区、⑤低中層建物密集街区→駅前優良住宅街区)を提案した結果に基づき、サブテーマ 5 において熱環境・エネルギー・CO₂排出量の予測・評価と実現に向けたロードマップを示す。

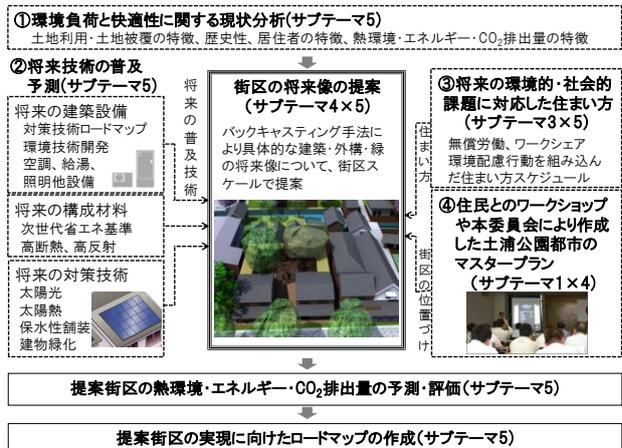
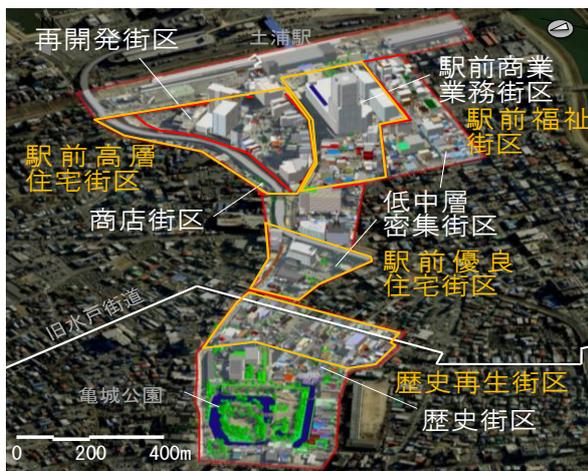


図 39 提案街区の予測・評価方法



赤枠が現状分析範囲を示し、オレンジが提案街区範囲を示す。

図 40 対象街区全域の3D CADモデルと航空写真の統合画像

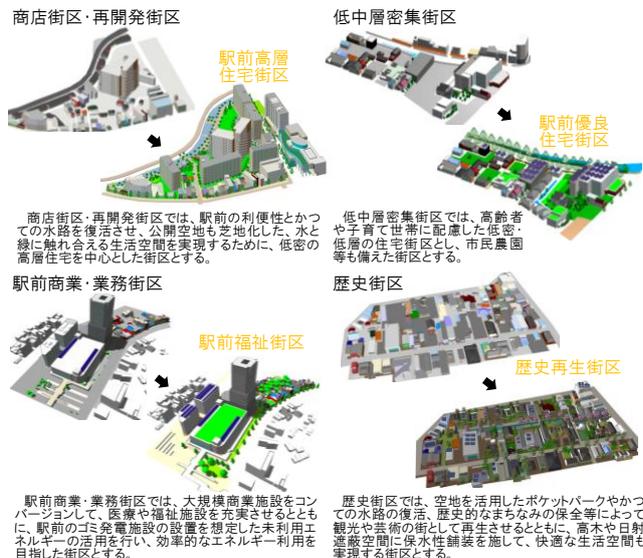


図 41 現状と提案街区の3D CADモデル

ii 現状の熱環境・エネルギー・CO₂排出量の分析

まず1/2500都市計画基本図や航空写真、現地実測等による調査結果から、1/500レベルの建物・外構・緑に関する3D-CADモデルを作成し、現状の熱環境・エネルギー・CO₂排出量について分析した。このうち歴史的な建物が多く残存している旧水戸街道沿道を含む歴史街区では、他の地方都市でも多くみられるように建物の消失に伴い歯抜け状に空地化し、駐車場となる等の景観面での問題が顕在化している（図42）。そこで、空地の駐車場化が及ぼす熱環境への影響についても、開発したシミュレータを用いて分析した結果、大気への顕熱負荷の増大や、図43に示すように例えば建物西側の隣接敷地における駐車場化によって、建物への受熱日射量が増加して室内顕熱負荷の増大がみられた。これらのことから、密集市街地における空地の駐車場化は、駐車場化した敷地だけではなく周囲の建物に与える影響も大きいこと等が示された。

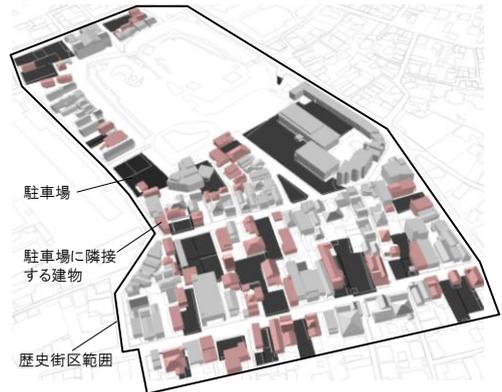


図42 歴史街区における駐車場分布

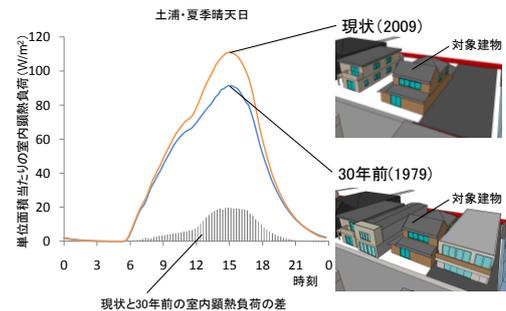


図43 30年前と現状の室内顕熱負荷

iii 将来像の提案-歴史再生街区を事例として-

本研究では、熱環境・エネルギー・CO₂排出量の現状分析とともに、市街地の空洞化や少子高齢化等の社会的課題への対応に加え、環境負荷の抑制、快適な生活空間の形成等の環境的な課題の双方への対応を考慮して、街区の将来像を提案した。歴史街区内では、街区の一部について図44に示すように歴史再生街区としての提案を行い、[A]明治時代迄存在した水路の復活や住民が快適に滞在できる水辺空間の整備、[D]空地対策として歴史的建物の保存・活用、歴史的景観に配慮した新築・改修、エネルギー需要や歴史的景観に配慮した太陽光発電・太陽熱集熱器の設置、[C]旧水戸街道沿いの短冊状敷地における通風と採光が確保できる中庭を設けた住商併用建物の新築、[B]市民の憩いの場や熱環境の緩和に寄与するポケットパークの提案等を行った。

ワークショップにおける議論や開発したシミュレータを用いた現状分析

- 熱環境・エネルギー消費量の現状分析
- 空地化に伴う環境影響
- 熱放射環境の改善
- 建物性能の向上
- 自然エネルギーの利用

江戸時代 土浦城内
歴史地区中央の水路の復活
武家地 街路 町方
2009年
提案街区の方向性
・徒歩で生活できるまちづくり
・個店の魅力向上

歴史再生地区中央の水路の復活
旧水戸街道沿いのにぎわいを取り戻す(写真:大正初期*)
歴史的建物、景観の保全・再生と増加する駐車場への対策

[A]歴史再生地区内の水路の復活

- 樹木による日射遮蔽
- 小舟が通れる幅の水路
- 水面からの蒸発冷却
- 住民が快適に滞在できる散策路の整備
- 小舟の運行 船着き場の整備
- 水路に隣接したフードコート
- 小舟の運行など観光資源としての活用

[B]空地の活用提案

- CASE1(標準的なポケットパーク)
- ベンチ
- 生垣
- 芝生
- CASE2(提案したポケットパーク)
- 観光客や地域住民のための憩いの場
- 子供の遊び場としての利用や高齢者が立ち寄れる場所
- 快適な熱環境を形成し利用者が滞留できる場を想定
- 現状分析に基づいた提案
- 隣接する建物の壁面と開口部への日射を軽減するように樹木・生垣を配置

[C]商店との併用住宅の提案

- 太陽電池・太陽熱集熱器の設置
- 中庭を設け、通風、採光、冬季における日射取得を実現

[D]建物の景観規定と太陽電池、太陽熱集熱器の設置基準

外装材	外壁面積の50~70%は象徴的な建物の材料と同等なものにする
ファサード	上部のファサードと同等なもの ファサードの外壁の95%(面積比)は上記の材料を使う
太陽熱集熱器	周辺建物・樹木等の影響が少なく十分な受熱日射量が得られる場所で 旧水戸街道沿道から見えない部分 旧水戸街道と敷地の境界線から10m以上離れた部分のいずれか

歴史再生地区コンセプト

- 歴史的街並みと景観の再生
- 土浦の文化を活かしたまちづくり
- 水と緑あふれる豊かな暮らし
- 環境負荷の少ないまちと建物

*1土浦市教育委員会・むかしの写真・土浦、p.73,1990

図44 提案した歴史再生地区

iv 提案街区の熱環境・エネルギー・CO₂排出量の予測・評価

提案した将来像について、環境負荷の抑制と熱的に快適な屋外生活空間がどの程度実現されているかを明らかにするため、提案街区の熱環境・エネルギー・CO₂排出量を予測・評価した。

熱環境については、まず夏季晴天日及び冬季晴天日の全表面温度分布を、現状と同様に算出した。その結果図 45 に示すように、高木を配して、その樹冠下を散水した保水性舗装とした街路や、水辺空間等を中心として、地表面温度の上昇が抑えられていることが確認できる。また街区全体や各敷地の大気への顕熱負荷を、ヒートアイランドポテンシャル(HIP)^{注1)}により予測・評価した結果、歴史再生街区においては、30年前よりも駐車場が増加した現状の方が日中のHIPが高くなるが、提案街区では並木や水路を設置し、保水性舗装への散水を施すこと等により現状よりも最大約20%抑制された(図46)。また各敷地においても例えば図42において示した駐車場化した敷地に図47(a)に示すような対策を施したポケットパークを提案した場合には、樹木による日射遮蔽効果と保水性舗装や細水路による蒸発冷却効果により、夏季晴天日の12時において地表面温度が気温より3~5℃程度低い空間が形成された(図47(b))。そのため、生活空間の熱的快適性を評価するため、生活空間高さの平均放射温度(Mean Radiant Temperature:MRT)分布^{注2)}を算出した結果をみると、現状では気温より5℃以上高いMRTとなっていたが、提案ではほぼ気温相当となり、劣悪な熱放射環境が改善されていた(図47(c))。

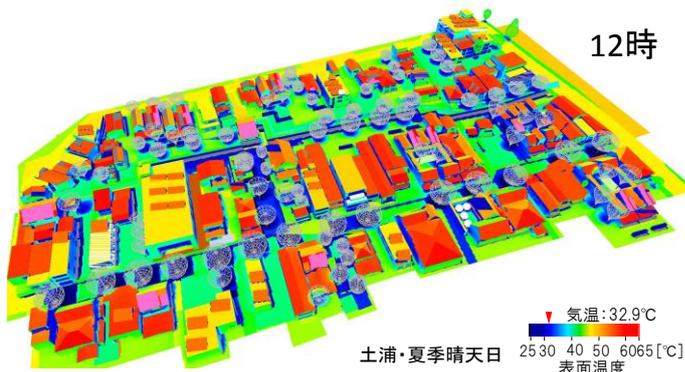


図45 提案街区の表面温度分布(土浦・夏季晴天日)

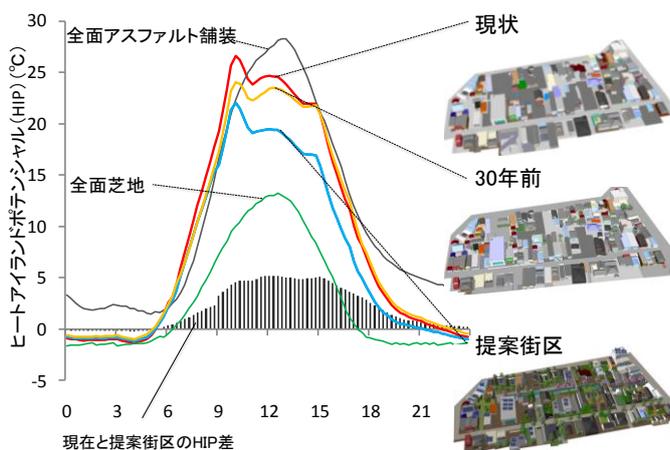
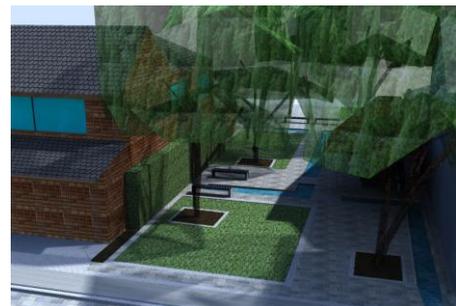
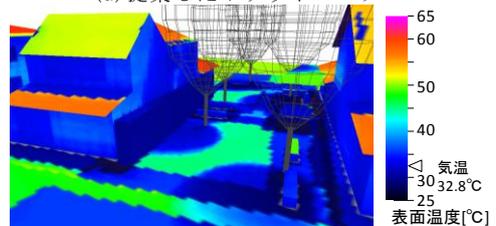


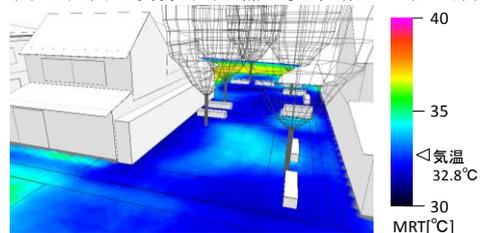
図46 現状と提案街区の大気への顕熱負荷



(a) 提案したポケットパーク



(b) 全表面温度分布(土浦・夏季晴天日(12時))



(c) 生活空間高さの平均放射温度(MRT)分布(土浦・夏季晴天日(12時))

図47 提案したポケットパークの全表面温度分布及び平均放射温度分布

注1) ヒートアイランドポテンシャル…ヒートアイランドを起こしうる度合いを評価するために梅干野らが提案したものであり、ある街区または敷地において全ての面から大気側に対してどの程度顕熱負荷を与えるかを、専門家以外の人々にもわかりやすいように温度の次元で示したものである。詳細はサブテーマ5の注を参照。

注2) 平均放射温度…人が暑さを感じるのは気温だけではなく、周囲からの熱放射も影響する。平均放射温度は、周囲の全方向から受ける熱放射を平均化して温度表示したもの。詳細はサブテーマ5の注を参照。

また各建物について図 48 に示すように緑化等の屋外空間の改善や高断熱化等の建物性能の改善、太陽光発電や高効率給湯機等の建物設備の導入、そして散水行動や空調時間の削減等の住まい方の改善を提案し、2次エネルギー消費量を算出した。算出方法や将来の普及設備等に関するデータベースの整備方法については、サブテーマ5の報告書内に詳述する。前述のポケットパークに隣接する建物において、夫婦子供二世帯（日中冷暖房）を想定した場合では、建物屋根面を覆う高木や西日を遮る生垣の設置等の屋外空間と建物性能、住まい方の改善と、太陽光・太陽熱給湯設備の導入により夏季25%、冬季21%の2次エネルギー消費量の削減が可能と試算され、さらに高効率建築設備の導入により、現状よりも夏季・冬季とも2次エネルギー消費量を約83%削減が可能となる結果が得られた（図49）。その他の建物についても、建物の特徴に応じて断熱の強化や各種建築設備の導入を想定して2次エネルギー消費量を算出した結果、地域活性化策の導入による空家・空地の活用や、定住者人口の集約等による人口増を想定した場合であっても、街区全体の2次エネルギー消費量が約50~80%削減可能という結果が得られた。また提案街区を2050年迄に実現するためのロードマップを作成し、建築及び土木に関するLCCO₂を既往研究に基づき予測した（図50）。その結果、LCCO₂の観点からも、駐車場化が進み、高効率設備の導入も行わず、電力やガス等のCO₂排出係数も現状維持とした成り行きケースより、想定人口が約1割増加し、観光産業等の延床面積も約2割増を想定した歴史再生街区であっても、提案した自然エネルギー利用や建物性能向上等によってLCCO₂が現状より50%以上削減できることを示した（図51）。

以上より、立地・気候特性や周辺環境に配慮しながら、個々の建物の空間形態、建物性能、建築設備、建物用途、住まい方の特徴に応じた対策手法や改善案を提示し、各街区の歴史の変遷や将来予測等の様々な情報を総合的に勘案しながら提案された街区において、環境負荷の抑制と快適な屋外生活空間の創出が実現可能であることを提示した。

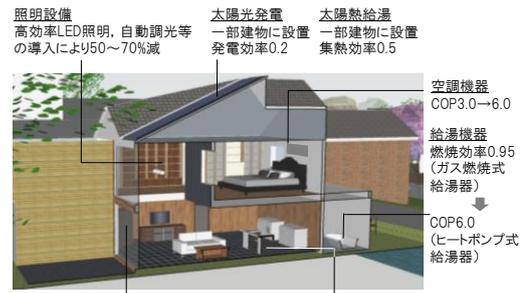


図48 将来の建築設備データベースに基づく設定例

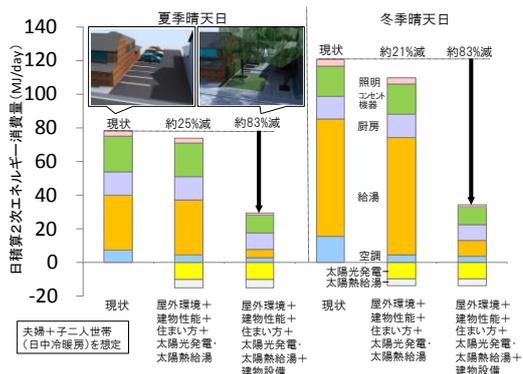


図49 現状と提案街区内の改修建物の2次エネルギー消費量

また提案街区を2050年迄に実現するためのロードマップを作成し、建築及び土木に関するLCCO₂を既往研究に基づき予測した（図50）。その結果、LCCO₂の観点からも、駐車場化が進み、高効率設備の導入も行わず、電力やガス等のCO₂排出係数も現状維持とした成り行きケースより、想定人口が約1割増加し、観光産業等の延床面積も約2割増を想定した歴史再生街区であっても、提案した自然エネルギー利用や建物性能向上等によってLCCO₂が現状より50%以上削減できることを示した（図51）。

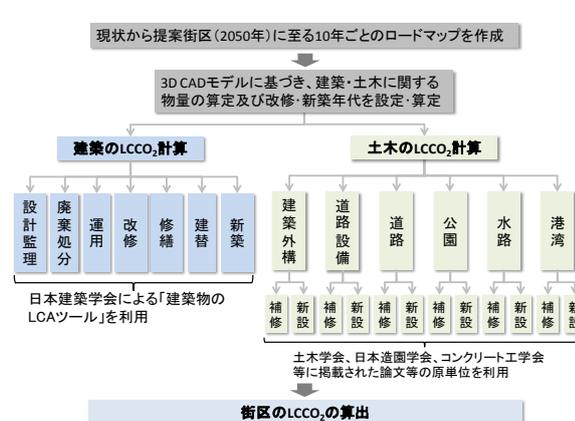


図50 現状から2050年迄のLCCO₂算出フロー

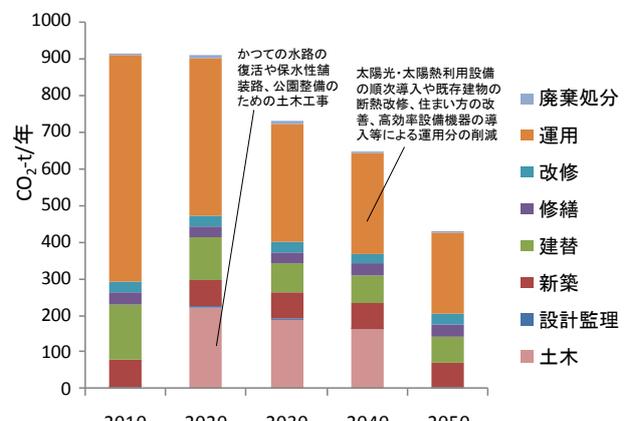


図51 現状から2050年迄の歴史再生街区のLCCO₂

6) 定量的検証建築施設によるCO₂排出量

駅前中心市街地の住宅件数と用途別建築床面積を求め、建築物から排出されるCO₂量を求めた。

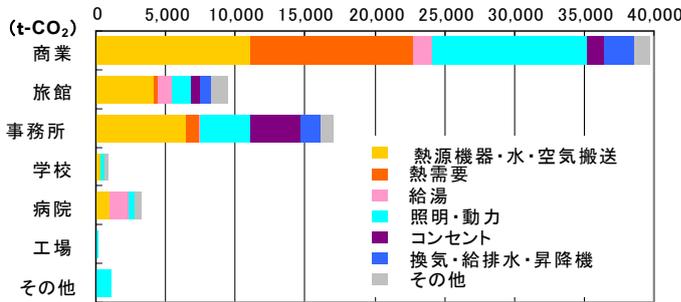


図52 土浦市中心市街地の建物用途別CO₂排出量

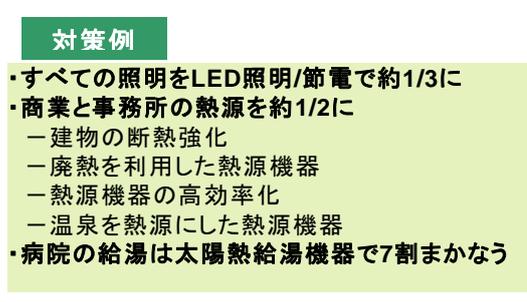


図53 CO₂削減のための対策例

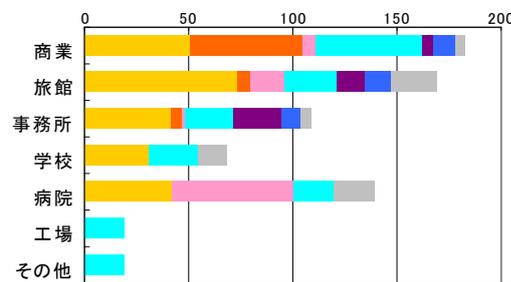


図54 建物用途別CO₂原単位 (kg-CO₂/m²)

原単位の削減

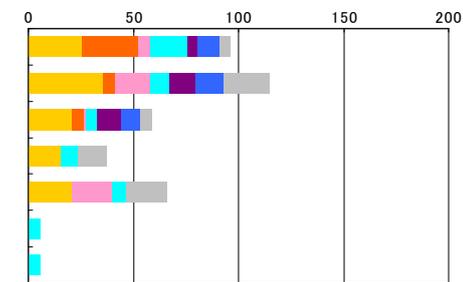


図55 対策後の建物用途別CO₂原単位

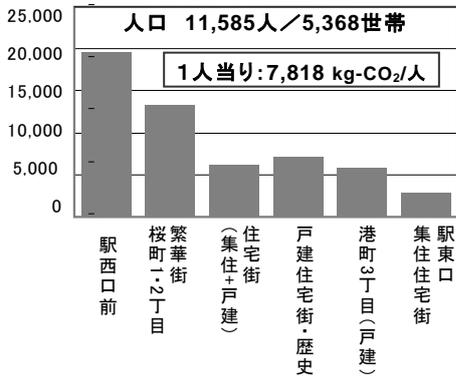


図56 現在の中心市街地エリア別 1人当りCO₂排出量 (kg-CO₂/m²)

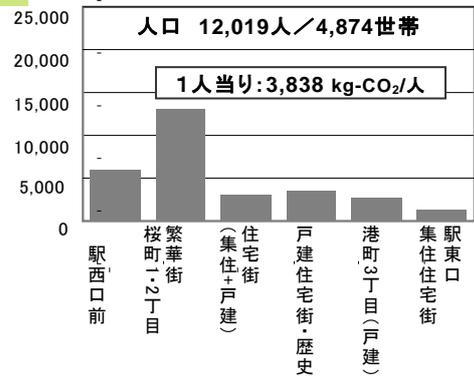


図57 対策を加えた2050年中心市街地 エリア別1人当りCO₂排出量 (kg-CO₂/m²)

図52の中心市街地の建物用途別CO₂排出量を見ると、商業系が最も多く、その内訳は照明・動力、熱需要、冷暖房などに関するものが多く、これらを抑えるだけでも大きな削減効果ができることが明らかとなった。図53のCO₂排出量削減のための各対策を講じたとき、各用途の原単位（図54）から図55の原単位となった。

1人当りのCO₂排出量は7,818 kg-CO₂で、エリア別でみると、駅西口に近い順に1人当りのCO₂排出量が多いことがわかった（図56）。2050年の中心市街地のマスタープランの提案に沿って、CO₂排出量を推計すると、1人当りのCO₂排出量は3,838 kg-CO₂で現在の約半分となった（図57）。

以上のように、建物用途に応じたエネルギー消費の削減方法を講じることが重要であることが明らかとなった。

7) 中心市街地マスタープランに基づく整備にかかるコスト

中心市街地整備にかかる金額は16,553,740千円となった。表4で示した年間普通建設事業費の5%をこの整備に充てると仮定すると約12年間で、3%を充てると20年間で完成することができる。

表12 中心市街地マスタープランに基づく整備にかかるコスト

	延長	面積	積算数量	単価(千円)	単位	整備費(万円)
水路再生	1,050					
水路整備	208	2,204				
計	1,258		1,258	400	延長1m当り	50,320
歩行者専用道						
計	4,718		6,352	650	延長1m当り	412,869
公園		26,835	26,835	20	m ² 単価	53,670
駅前商業街区基盤		23,500	23,500	100	m ² 単価	235,000
撤去モール505		8,125	8,125	30	m ² 単価	24,375
水路内		1,040	2,080	30	m ² 単価	3,120
計						27,495
石畳		240	240	50	m ² 単価	1,200
街灯			24	500	1本当り	1,200
駅前北地区第1種再開発						703,720
ウララ1コンバージョン		11,430	11,430	50	m ² 単価	57,150
自由通路		5,100	850	150	延長1m当り	12,750
エネルギープラント		4,800	10,000	100	出力1kW当り	100,000
総計						1,655,374

(11) 土浦市その他の地域の2050年まちづくり提案

本研究では、市街地と郊外住宅地をモデルとして、人口推計に基づく2050年のまちのシミュレーションとその対策についての提案をあげた。この他にも農村集落のように更に人口減少と高齢化が進むことが予想される地域での生活支援を考えなければならない。市民ワークショップで上げられた理想像や各地域のシミュレーションから抽出された都市全体の目指すまちづくり骨子をここにまとめる。

- 1) 町(地区)単位で拠点を決め、その地域の特色に応じて食糧・エネルギーの自給自足が可能となるシステムを構築する。その拠点は災害や非常時の避難場所、コミュニティレストラン、集いの場ともなる場所で、寺社や空き家など既存の建物の活用も可能である。中心市街地のような人口密度も高く特殊性のあるまちは特に歴史や文化を尊重したまちづくりを行う。
- 2) 地域内の自律と同時に、まちから農村集落まで、連携したネットワークを構築する。

表13 まちから農村集落までの連携ネットワークの例

	事例
①人々の交流ネットワーク	<ul style="list-style-type: none"> ・ 農村集落での子供の環境教育の場 ・ 遊休農地を開放して都会から休日の趣味として楽しんでもらう ・ 過疎地高齢者のケアとして市街地住宅地在住の主婦が行政のアルバイトとして、食事づくりや見回りするシステム(両者にメリット)
②食糧など物流ネットワーク	<ul style="list-style-type: none"> ・ 産地原産の農作物を市内各地で直売・宅配するシステム ・ 各地の拠点に ・ 市街地などの農地を農家の人がサポートする
③廃棄物などのリサイクルによるエネルギーのネットワーク	<ul style="list-style-type: none"> ・ 家庭・業務からの廃油を集めバイオディーゼルに利用 ・ 遊休農地に菜種やひまわり畑としてバイオディーゼルに利用 ・ 農家の温室の屋根を太陽光発電設置し、地域の電力に活用 ・ 農家の飼料を住宅地・市街地のエネルギー源に ・ 工場同士の連携によるエネルギーのカスケード利用 ・ 工場による廃熱で近くの住宅地へのエネルギー利用

(12) 2050年までの土浦市シナリオに基づくロードマップの提案

前項までの土浦市の地域別の2050年の都市提案を市民ワークショップの成果と併せて、ロードマップをまとめた(図58)。直近5~10年、或いは前期の間に改定、システム作りなど、決定しなければ2050年までに実現しないことが数多くあることがわかった。また、工業地と市街地のエネルギー連携には、インフラ整備など時間とコストがかかることが明らかとされた。

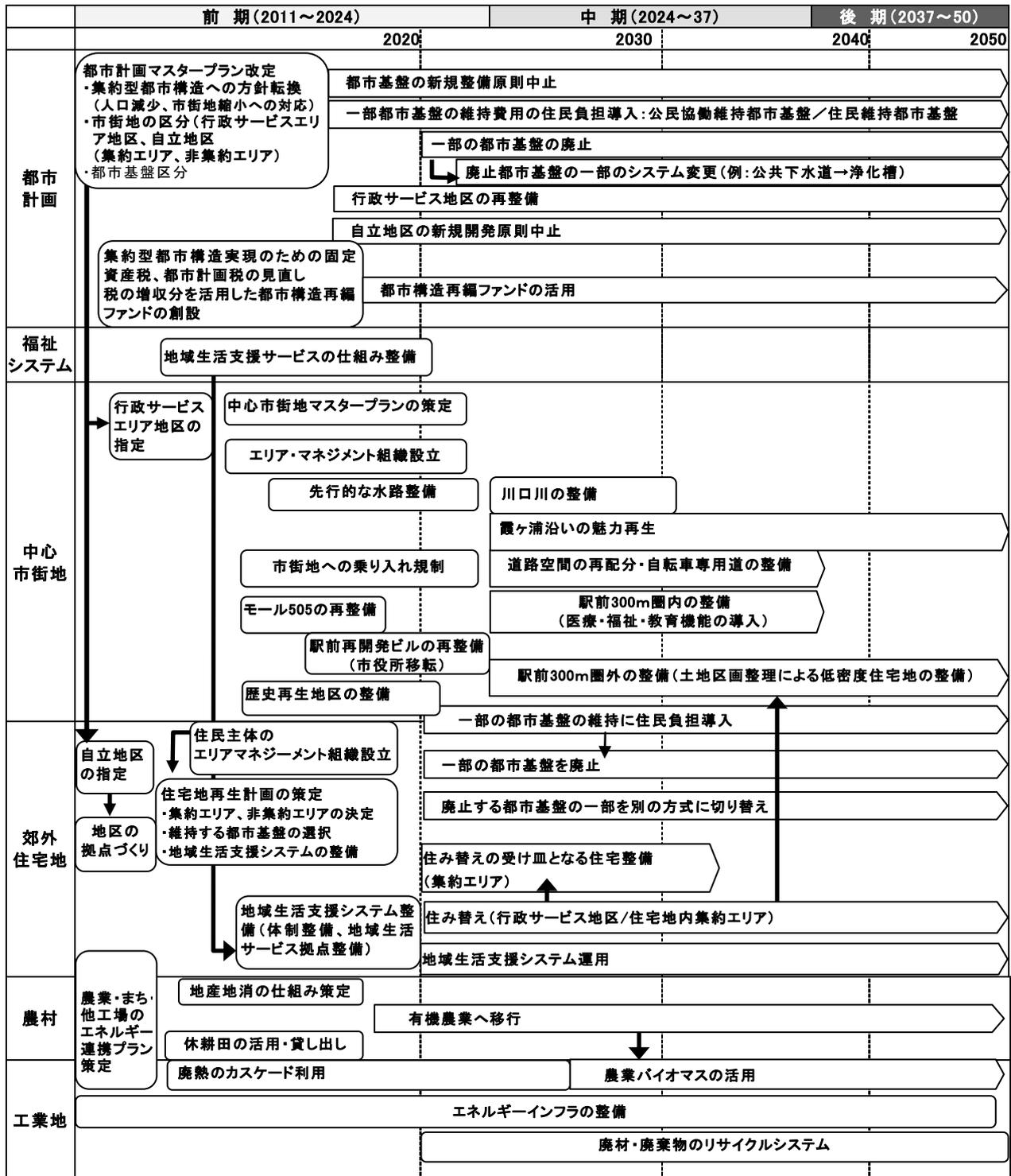


図58 土浦市シナリオに基づくロードマップ

5. 本研究により得られた成果

(1) 科学的意義

研究Ⅰ：省CO₂は設備分野の課題と狭義にとらえていたものが、建築の空間構成とデザインによる効果がわかり建築教育における変革が重要なことが明らかとなった。今後、設計者、施工者、学生、自治体、施主等建築に携わるステークホルダーらに使える教科書としてまとめる予定である。

研究Ⅱ：実在の都市の将来理想像を描くことにより、団地や街区の群としてのまちづくりはCO₂削減にも大きな効果があることを示した。また建築単体の環境負荷削減手法の導入は、まちの特性を長期的に捉えることで推奨される手法の優先度が明確となることがわかった。

(2) 環境政策への貢献

2009年12月、建築関連17団体において「建築関連分野の地球温暖化対策ビジョン2050」提言が行われたが、サブテーマ4主査の中村勉が、一委員として本研究成果である建築設計手法の原案を提示し、建築と都市・地域や社会の構築の方針の作成過程において寄与した。

6. 引用文献

- 1) 中村美和子、岩村和夫：ポスト・デザインによる環境共生住宅の実態と課題の検証 日本における近年の環境共生型集合住宅の事例解析日本建築学会計画系論文集、2006. 12. pp. 1-8
- 2) 中村勉・第5世代の環境建築から2050年再生に向けて一環境建築ガイドブック、日本建築家協会環境行動委員会編、建築ジャーナル、2007年、pp. 8-9
- 3) 岩村和夫デザイン・プロセス、地球環境建築のすすめ、日本建築学会編、2006

7. 国際共同研究等の状況 特に記載すべき事項はない

8. 研究成果の発表状況

(1) 誌上発表

<査読付論文に準ずる成果発表>

- 1) 中村勉, 中村美和子: 2050年の「大地の都市」とゼロカーボン建築(地球環境建築デザインそのコンセプトと環境性能, 選抜梗概), 日本建築学会大会(東北), D-1:1033-1036, 2009. 8
- 2) 中村勉: 総合的設計手法によるエコスクール, 建築設備士2011. 4. pp17-22

(2) 口頭発表(学会等)

- 1) 中村美和子, 中村勉: 人口減少社会における都市・建築環境負荷削減手法に関する研究—その1 土浦市天川町を事例とした戸建住宅の2050年シナリオ, 日本建築学会大会(東北) 学術講演会, D-1:823-824, 2009. 8
- 2) 中村美和子, 中村勉: 人口減少社会における都市・建築環境負荷削減手法に関する研究—その2 土浦市天川町を事例とした戸建住宅の2050年シナリオ, 日本建築学会大会(北陸) 学術講演会, D-1: 1051-1052, 2010. 9

(3) 出願特許 特に記載すべき事項はない

(4) シンポジウム、セミナーの開催(主催のもの) 特に記載すべき事項はない

(5) マスコミ等への公表・報道等 特に記載すべき事項はない

(6) その他 特に記載すべき事項はない