

津波避難とまちづくり

Tsunami Evacuation and Urban Planning

石神孝裕* 大門 創** 中野 敦*** 佐藤弘子**** 松井 浩**** 岡田真理子*****

By Takahiro ISHIGAMI, Hajime DAIMON, Atsushi NAKANO, Hiroko SATO, Hiroshi MATSUI and Mariko OKADA

1. はじめに

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東北地方沖太平洋地震をきっかけに、津波に強いまちづくりに関する検討が被災地にとどまらず全国的に動きだした。同年 12 月には防災基本計画が修正され、発生頻度は極めて低いものの発生すれば甚大な被害をもたらす最大クラスの津波と、最大クラスの津波に比べて発生頻度が高く津波高は低いものの大きな被害をもたらす津波の 2 つのレベルの津波を想定し、防災対策を検討することとされた。また同時期に津波防災地域づくりに関する法律が制定され、市町村がハード、ソフトを組み合わせた津波防災地域づくりを総合的に推進するための計画（推進計画）を作成できることとなった。

こうした流れを受けて、国土交通省都市局都市安全課と街路交通施設課は、地方公共団体の防災、都市計画部局の担当者を念頭におき、津波に強いまちづくりを検討するための方策をとりまとめた「津波防災まちづくりの計画策定に係る指針（第 1 版）」¹⁾（以下、津波防災まちづくり指針と言う）を公表した。この中では、津波避難困難者を推計する手法、津波対策の検討方法、住民との合意形成の図り方等が示されている。

本稿では、都市計画部署が津波防災まちづくりに関わることの意義を述べた上で、津波防災まちづくり指針のポイントを概説する。

2. 都市計画部署が津波防災に関わることの意義

(1) “逃がす” ためのまちづくり

東日本大震災以前の防災対策の多くは、延焼の遮断、高潮や洪水に対応するための堤防整備など、直

接的な被害を軽減することを主としたインフラ整備に力点が置かれてきた。こうした中で発生した東日本大震災に起因する津波被害により、“人を逃がす”という視点でまちづくりを進めることが重要であることを再認識させられた。最大クラスの津波が発生した場合であっても人命を守ることを最優先とする方針が示され、海岸保全施設等のハード整備だけでなく、逃げやすい都市をつくることの重要性が強調されるようになった。逃げやすいまちをつくるためには、その前提として、避難対象者、避難先、避難経路等の全体像をとらえることが重要となる。

(2) 防災対策とまちづくり

津波避難に関わる対策は、自治体の危機管理担当部署が中心となって進められるケースが多くみられる。今日明日にでも被災するかもしれないことを鑑みれば、危機管理担当部署が中心となって、避難のための計画を作成し、津波避難ビル等の必要な施設の整備を進めることは当然のことと思われる。

しかし、危機管理担当部署のみで避難対策を検討する場合、長期将来の視点が十分に考慮されないことが多いように見受けられる。現状の避難の計画は、当然、現在の土地利用や都市施設の状況が前提となる。しかし、長期的な視点に立てば、土地利用の誘導や都市施設の整備を着実にを行うことで、結果的により安全でスムーズな避難を実現できる可能性がある。現状では決して実現できない安全で効果的な避難を、長期的にインフラ整備やまちづくりに取り組むことで実現できるのである。インフラ整備やまちづくりは、将来世代が今以上に安全で快適な活動や生活が行うことができることを目的に進めるものであり、こうした意味で津波避難に都市計画部局が取り組むべき意義があるのではないだろうか。

*都市・地域計画研究室 室長 **都市・地域計画研究室 研究員 博士（工学） ***次長 博士（工学）
****情報システム研究室 研究員 *****都市交通研究室 専門情報員

3. 津波避難困難者数の推計手法

(1) 推計の概要

津波避難ビルの設置や避難経路等の確保などの津波避難対策を検討する際には、あらかじめ現状で津波が発生した場合に想定される被害規模を把握しておくことが重要である。このための一つの方法として、津波により浸水する恐れがある地域を想定し、その中を津波から避難することが難しい地域を抽出し、その地域に滞在している人数を把握することが考えられる。ここでは、津波防災まちづくり指針に示された津波からの避難が困難な地域および避難困難者数を推計するための手法の全体像を概説する。

まず、都道府県が検討する津波浸水想定等に基づいて津波により浸水する地域（津波浸水想定区域）を把握した上で、避難対象地域を設定する。津波からの避難を確実にする観点から、津波避難対象地域は津波浸水想定区域の外側とすることが基本となる。こうして設定した避難対象地域の中には、現状において避難が可能となる地域（避難可能地域）が存在することから、これらの場所を把握する。避難可能地域の抽出にあたっては大きく2つの考え方が存在

する。一つは避難対象地域外への避難であり、もう一つは津波避難ビル等の浸水想定区域内の避難場所への避難である。1つ目の避難対象地域の外側への避難とは、避難対象地域外にたどり着くことができるれば浸水を免れることができることから、地震発生から津波到達までに要する時間の間で移動できる距離を算出し、避難対象地域外にたどり着くことができる地域（避難可能地域）を把握する方法である。2つ目の浸水想定区域内の避難場所への避難とは、避難対象地域内の高台、津波避難ビルや津波避難タワー等の施設を把握し、これらの施設への避難が可能な地域（一時避難可能地域）を把握する方法である。津波避難ビル等への避難が避難対象地域外への避難と異なるのは、避難施設等への避難の場合は収容可能な人数に限界がある点にある。施設等への避難の場合、地震発生から津波到達までに要する時間の間に移動可能な距離と、避難施設への収容可能な人数の両方を考慮し、施設の容量が少ない場合には容量側が制約となり、また、施設の容量が十分に大きければ移動距離が制約となって、避難可能となる地域が決まってくる。これにより、津波浸水想定区域内で避難が困難な地域（特定避難困難地域）とそ

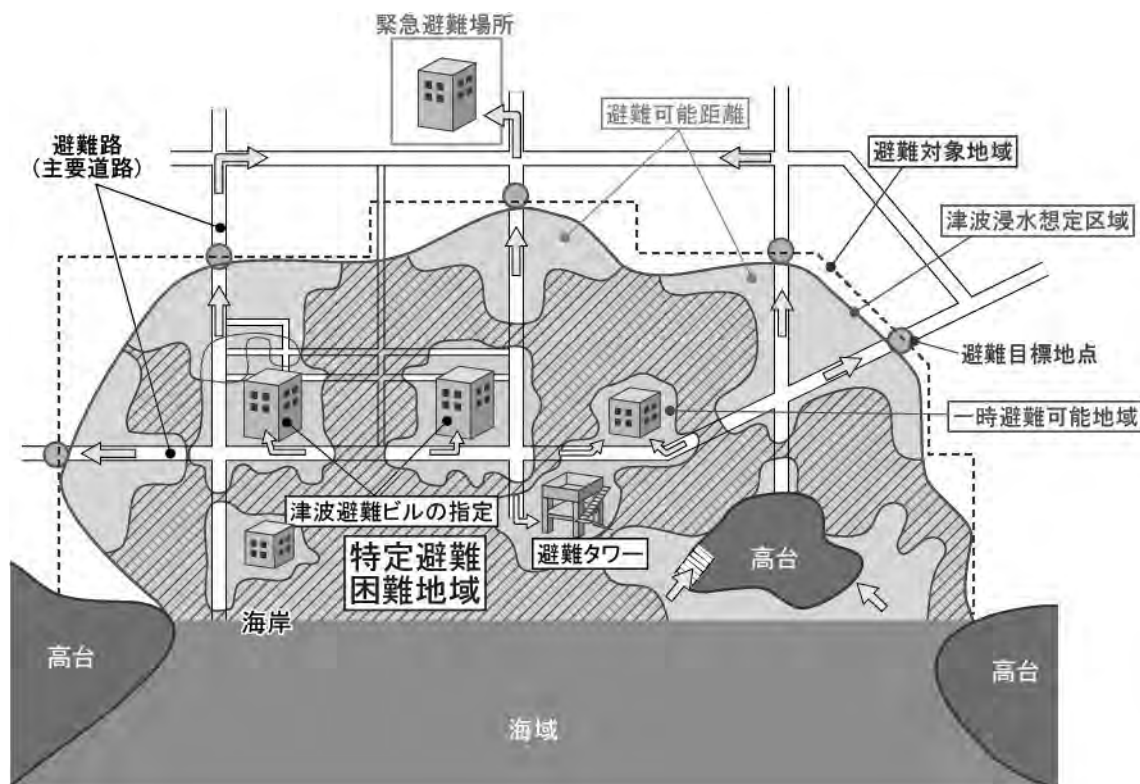


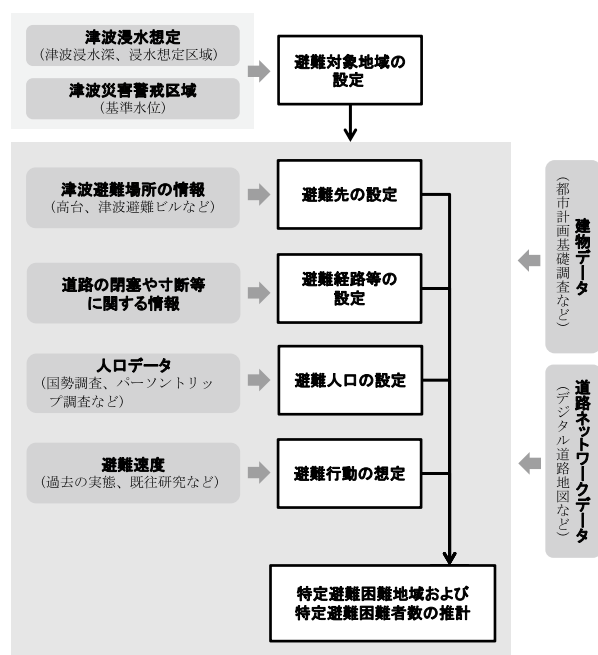
図-1 特定避難困難地域の抽出イメージ

出典：津波防災まちづくりの計画策定に係る指針（第1版）、国土交通省都市局都市安全課・街路交通施設課

の地域に滞在している人の数を把握することで現状把握を行う。

(2) 推計に必要な情報

図－2に、推計に必要な情報を示す。まず、検討の対象となる避難対象地域は、津波浸水想定や津波災害警戒区域等の情報をもとに設定する。その上で、推計に必要な避難先、避難経路、避難人口、避難行動の4つの条件を設定することになる。避難先の設定にあたっては、高台、津波避難ビル、津波避難タワーの位置や収容可能人数といった津波避難場所の情報が必要となる。避難経路等の設定は、単に利用経路を把握するだけでなく、大地震による影響としての道路の閉塞や寸断などの影響を考慮する必要がある。避難人口については、国勢調査等にもとづく夜間人口が基本となるが、これ以外にも、把握できるのであれば日中の滞留人口の活用が考えられる。避難行動としては避難時の移動速度の想定が必要となる。以下では、これらの条件の設定の考え方を解説する。



図－2 特定避難困難地域と特定避難困難者数の推計の流れ
出典：津波防災まちづくりの計画策定に係る指針（第1版）、国土交通省都市局都市安全課・街路交通施設課

(3) 避難先の設定

避難先として設定することが必要となるのは、避難先となる施設の位置と、避難困難者の収容可能人数である。

数である。

津波避難ビル等の設定にあたっては、地域防災計画等の防災計画で定められている避難先や、指定済み津波避難ビルの情報を活用することが考えられる。この際、最新の津波浸水想定（浸水深）及び津波災害警戒区域（基準水位）を前提とした場合でも津波避難ビル等として機能するかどうか、津波避難ビル等の利用時間に制約はないか、津波避難ビル等の入り口の容量などについても確認することが望ましい。

津波避難ビル等の収容可能人数は、避難者が滞りできる空間の大きさと、出入り口や階段等の幅が影響する。このことから、単位面積あたりの収容可能人数と単位時間あたりの収容可能人数をそれぞれ算出し、それぞれのうち収容可能人数が小さい方を、施設の収容可能人数として設定することが望ましい。

(4) 避難経路等の設定

地震発生から津波が到達するまでの時間の間に、人が逃げるための道路等を避難経路として設定する。津波からの避難は原則として徒歩が想定されることから、人が通行可能な幅員が確保された空間であれば避難経路として考慮することが望ましい。幹線道路や生活道路、通路、階段等が避難経路の候補と考えられる。

また、避難経路は地震によって閉塞や寸断等が生じることが想定されるため、これらを考慮することが望ましい。道路の閉塞や寸断が生じる要因としては、液状化現象により地盤が変形することによる道路の変形、地震により沿道の建物が崩壊することによる道路の閉塞、土砂災害が生じることによる寸断、落橋による寸断などが想定される。寸断の恐れがある経路を抽出するには、ハザードマップや都市計画基礎調査等の情報と避難経路とを重ね合わせる方法が有効である。上記以外であっても、大規模地震が発生したら利用できない可能性がある経路が考えられる場合、利用の確実性が高い避難経路を対象として避難困難地域を検証することが望ましい。

なお、市民が安全に避難できる避難経路等として、市町村が予め指定する避難路や自主防災組織や住民が設定する避難経路を選定して検討することも考えられる。

(5) 避難人口の設定

津波浸水想定区域内であっても、人口分布によ

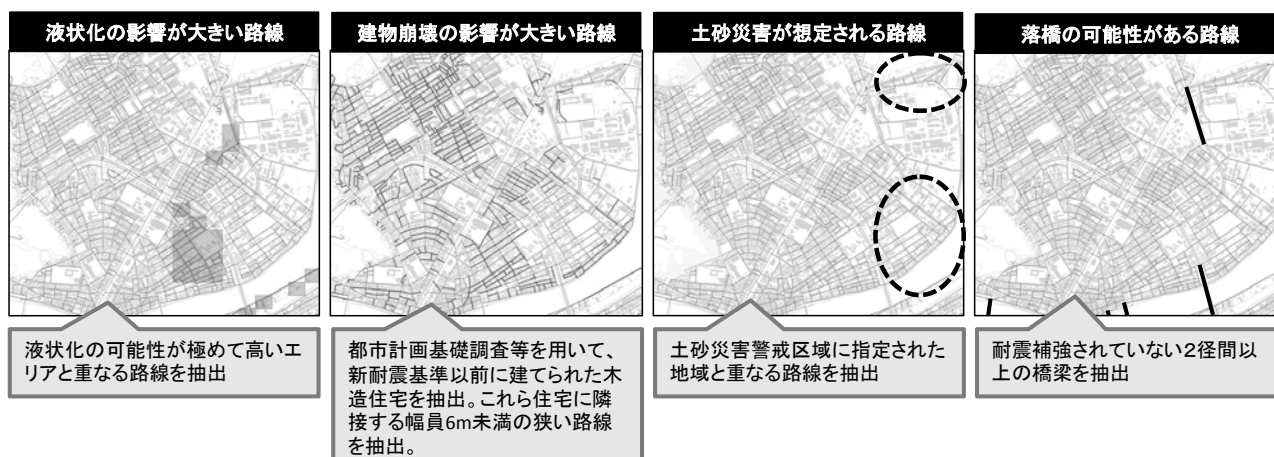


図-3 地震による影響を考慮した道路網の抽出例

出典：津波防災まちづくりの計画策定に係る指針（第1版）、国土交通省都市局都市安全課・街路交通施設課

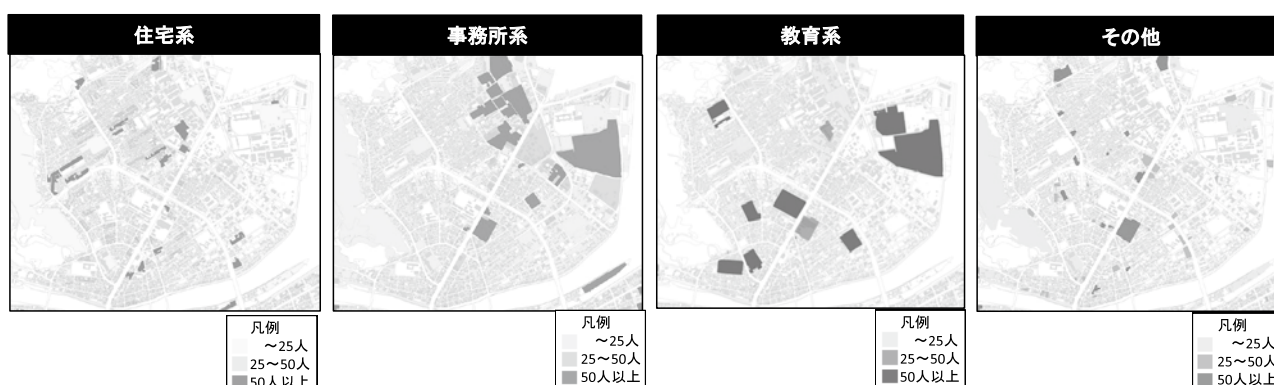


図-4 パーソントリップ調査による滞留人口と都市計画基礎調査とを組み合わせた分析例

出典：津波防災まちづくりの計画策定に係る指針（第1版）、国土交通省都市局都市安全課・街路交通施設課

て被害の程度は異なる。人口は、夜間は居住地に、日中は商業地や業務地等に集中する。このことから、避難対象地域における滞留人口は、平日休日の別や時刻によって大きく変動するものであり、地震や津波がいつ発生するかは定かではないため、時刻による人口分布の違いを考慮して、適切に避難人口を設定すべきである。ただし、時刻別に滞留人口を推計した上で避難困難者数を推計することは、作業量が多くなり現実的ではないと考えられることから、地域の状況を踏まえて人口の設定を検討すべきである。

例えば、農村や漁港のように夜間と日中の人口が大幅に乖離しないと想定される地域や、都市郊外の住宅地のように業務地等に通勤する人が多く日中の方が夜間よりも人口が少ないと見込める地域では、夜間人口を用いることが考えられる。夜間人口としては国勢調査や地域メッシュ統計を活用することが

考えられる。従業地、学校、観光地など、日中に人が集まるような場所が限定的にある場合には、現地踏査等により従業者数や学生数を調査し、夜間人口に上乘せればよい。

小売業が集積する商店街や商業地、業務地、鉄道駅等の交通結節点、観光地等では、夜間よりも昼間の方が人口は多い。こうした地域で夜間人口をそのまま採用すると、特定避難困難者数が過小に評価されてしまう可能性がある。都市の中心部等、昼間に多くの人が集まるような地域においては昼間人口を採用すべきと考えられる。昼間人口を採用する場合には、地域メッシュ統計もしくはパーソントリップ調査実施都市があればパーソントリップ調査データから推計される時刻別の滞留人口を活用することが考えられる。

なお、国勢調査やパーソントリップ調査データに

よる人口はゾーンレベル、地域メッシュ統計はメッシュレベルの人口となる。津波からの避難を検討する場合で、特に地震発生から津波到達までの時間が短い地域においては、街区レベルや敷地レベルの詳細な人口を用いることが望ましい。パーソントリップ調査データによるゾーン別滞留人口から敷地別滞留人口を推計する方法としては、パーソントリップ調査データで算出されるゾーン別滞留施設別滞留人口を、都市計画基礎調査の建物現況調査から算出される敷地別施設用途別の床面積を用いて按分する方法が考えられる。

(6) 避難行動の想定

津波からの避難が可能となる距離を算出するために、避難可能時間と避難速度を設定する。地震の発生から津波が到達するまでの時間、地震発生から避難開始までの時間、高台や高層階まで上がるのにかかる時間をもとに避難可能時間を、また既往の調査、研究や避難訓練等を通じて計測された避難時間等を活用して避難時の歩行速度を設定し、避難可能距離を算出する。津波到達予想時間は、原則として津波浸水シミュレーションの結果に基づき設定するものであるが、最大高さの津波が必ずしも第一波の津波であるとは限らないことから、避難を確実に行うためにも津波到達予想時間は地域の実情に応じて設定すべきと考えられる。

【避難可能時間の算定式】

$$\text{避難可能時間} = T - t1 - t2$$

T: 津波到達予想時間
(地震発生後から海岸部に到達するまでの時間)
t1: 避難開始時間
(地震発生後、避難開始までにかかる時間)
t2: 高台や高層階等まで上がるのにかかる時間

【避難可能距離の算定式】

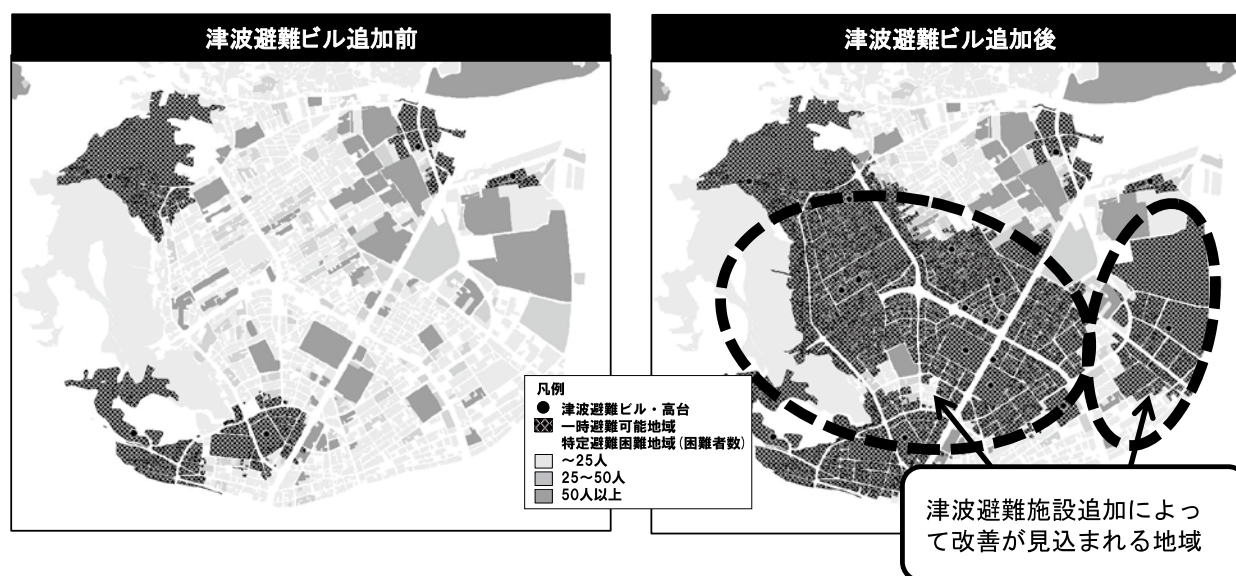
$$\text{避難可能距離 } L1 = P1 \times \text{避難可能時間}$$

P1: 避難速度

4. 津波避難対策の評価例

(1) 避難経路の確保

現状分析の結果、高台や津波避難ビルがあるものの、道路閉塞などが原因でそれら施設にたどり着けない地域がある場合には、道路閉塞が生じないような対策を進めることが有効と考えられる。しかし、寸断される全ての道路を改善するには長時間を要するため非現実的であることから、整備の優先度が高い経路を抽出して、集中的に対策を実施することが重要となる。そこで、道路閉塞がある場合の現状ケースをもとに、道路閉塞を改善すべきと考えられる路線を設定し、避難経路等として利用できるよう



図ー5 対策の検討例（津波避難ビル等の充実）

出典：津波防災まちづくりの計画策定に係る指針（第1版）、国土交通省都市局都市安全課・街路交通施設課

にして特定避難困難地域を抽出する。これにより、効果的な対策を明らかにし、優先的に対策を実施していくことが可能となる。

(2) 津波避難ビル等の充実

現状分析において、津波避難ビル等の収容可能人数が上限に達する場合は、津波避難ビルが不足していることを示している。津波避難ビル等が不足しているために避難困難地域となっている地域では、津波避難ビル等の充実を図ることが重要である。そこで、都市計画基礎調査の建物現況データの建物階数等の情報を活用して、津波避難ビル等の候補を効率的に抽出する。そして、これらを津波避難ビル等とした場合の特定避難困難地域や特定避難困難者数の変化を確認することで、津波避難困難地域の解消に効果的な津波避難ビル等を検討する（図－5 参照）。

5. おわりに

本稿では、「津波防災まちづくりの計画策定に係る指針（第1版）」をもとに、津波避難の観点から

見た都市の現状の把握および津波避難対策を評価するためのツールとしての津波避難困難地域および避難困難者数の推計方法を概説した。南海トラフ巨大地震をはじめとする海溝型地震の発生が将来想定される地域においては、本指針を参考にしつつ、津波に強いまちづくりを着実に進めていくことが望まれる。

なお、今後の都市づくりにおいては、都市の実態を適切に診断し、その結果にもとづいて計画づくりを進めることがますます重要となる。このためには、都市計画基礎調査をはじめとしたデータを、利用目的を十分に考慮し着実に整備することがより一層重要となっている。

参考文献

- 1) 国土交通省都市局都市安全課・街路交通施設課：「津波防災まちづくりの計画策定に係る指針（第1版）」、平成25年6月