

2019年8月27日 10時～13時

## B 都市工学専門

### 受験番号

---

- (1) すべての答案用紙の所定の欄に、問題番号、受験番号を記入しなさい。氏名を記入してはならない。
- (2) 問題冊子に受験番号を記入しなさい。
- (3) B-1～B-15の15問の中から5問を選択し、解答しなさい。ただし、5問の解答の中で以下の条件を満たすこと。
  - ・専攻分野として「都市環境工学」を希望するものは、B-1～B-7のうちから3問以上選択しなければならない。
  - ・専攻分野として「都市計画」を希望するものは、B-8～B-15のうちから3問以上選択しなければならない。
- (4) 答案用紙は1問につき1枚（裏を含む）とし、問題毎に用紙を変えなさい。

## B-1 上水道学・下水道学

問題1 以下の用語についてそれぞれ3～5行で説明しなさい。図や式を補足的に用いて構わない。

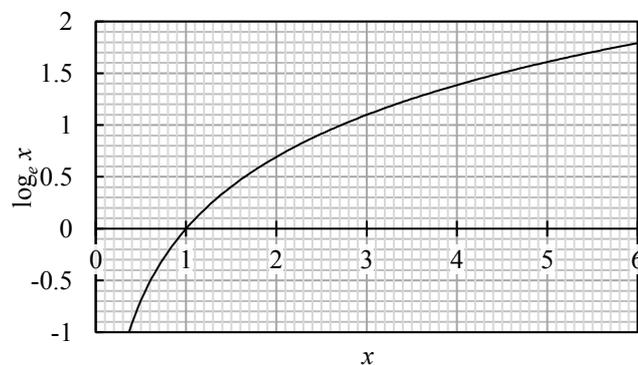
- (1) DLVO 理論
- (2) 促進酸化処理
- (3) F/M 比
- (4) ストークスの法則

問題2 下水道への急激な雨水流出を抑制する方法には、大別して貯留型と浸透型がある。

- (1) 貯留型と浸透型の雨水流出抑制法の特徴をそれぞれ説明しなさい。
- (2) 貯留型と浸透型の施設を2つずつ挙げ、適した設置場所や施設規模の点から比較しなさい。

問題3 人口減少などにより水道利用者の水使用量が減少すると、配水管内の滞留時間が長くなるため、給水栓での残留塩素濃度の低下が課題となる。以下の問いに答えなさい。

- (1) 現在、ある浄水場の出口での残留塩素濃度は  $0.9 \text{ mg/L}$ 、その給水区域の末端給水栓での残留塩素濃度は  $0.3 \text{ mg/L}$ 、末端給水栓までの到達時間は 50 時間である。将来、この給水区域での水使用量は 30% 減少すると予測されている。給水栓の末端で現在と同じ残留塩素濃度を達成するために必要な浄水場出口での残留塩素濃度を求めなさい。なお、配水管内での残留塩素濃度の低下は、残留塩素濃度の 1 次反応式に従うものとする。また、給水管内での滞留時間は到達時間に比べて無視できる程短いとする。必要であれば下図を用いてよい。



- (2) 給水栓における残留塩素濃度の低下を抑制するための対策を3つ挙げ、給水栓における消毒副生成物の濃度への影響やそれぞれの対策導入の容易性について簡潔に説明しなさい。

## B-2 水理学

問題1 次の用語を簡潔に説明しなさい。

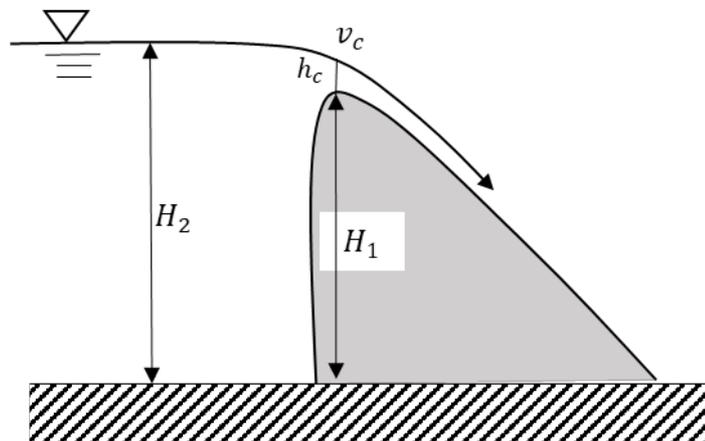
- (1) 速度ポテンシャル
- (2) レイノルズ応力
- (3) ベンチュリー計
- (4) 等流水深

問題2 管径  $D$  (m) の真直ぐな円管 (長さ  $L$  (m)) を水平設置し、そこに  $20^\circ\text{C}$  の水が満管で流れる定常状態を考える。摩擦損失水頭  $h_f$  (m)、管路のマニングの粗度係数  $n=0.013$ 、ハーゲン・ポアズイユ流れの平均流速  $U = \left(-\frac{dp}{dx}\right) \cdot \frac{a^2}{8\mu}$ 、( $a$ : 半径、 $\mu$ : 粘性係数、 $20^\circ\text{C}$ において  $\mu=1.0 \times 10^{-3} \text{Pa} \cdot \text{s}$ ) とする。また、 $(0.0025)^{2/3} = 0.018$  としてよい。

- (1)  $D=0.01$ 、 $L=1$  の場合、乱流になりえる流速の下限を求めなさい。
- (2)  $D=0.01$ 、 $L=20$ 、 $h_f=0.1$  の場合、平均流速を求めなさい。
- (3)  $D=0.5$ 、 $L=4$ 、 $h_f=1$  の場合、平均流速と摩擦損失係数を求めなさい。

問題3 下図のように、地盤面よりの高さ  $H_1$  のダムがあり、貯水池の水深を  $H_2$  とする。堤頂において、支配断面となり限界水深をとる。堤頂での水深を  $h_c$ 、流速を  $v_c$ 、越流幅を  $b$  とする。

- (1) 貯水池の中心部および堤頂における比エネルギーを式でそれぞれ示しなさい。
- (2)  $h_c$  と  $v_c$  の関係を示しなさい。
- (3) ダムの越流量を求めなさい。ただし、 $H_1=15\text{ m}$ 、 $H_2=16\text{ m}$ 、 $b=10\text{ m}$  とする。ただし、 $\sqrt{30}=5.5$  としてよい。



## B-3 水環境学

問題1 日本の水質汚濁に係る環境基準に関する以下の設問に答えよ。

- (1) 「人の健康の保護に関する環境基準」と「生活環境の保全に関する環境基準」に関して、環境基準（類型の指定を含む）の設定後、環境基準の達成に必要な期間はどのように定められているか、それぞれの基準について説明せよ。
- (2) 以下の表は「生活環境の保全に関する環境基準」の一部を示したものである。表中の(a), (b), (c), (d)に該当する項目を答えよ。
- (3) 環境基準において、BOD あるいは COD が項目のひとつとして使われている。BOD と COD の測定原理と測定方法を説明せよ。

表 生活環境の保全に関する環境基準

項目 類型	基準値			
	(a)	(b)	(c)	(d)
AA	6.5 以上 8.5 以下	25mg/L 以下	7.5mg/L 以上	50MPN/100ml 以下
A	6.5 以上 8.5 以下	25mg/L 以下	7.5mg/L 以上	1,000MPN/100ml 以下
B	6.5 以上 8.5 以下	25mg/L 以下	5mg/L 以上	5,000MPN/100ml 以下
C	6.5 以上 8.5 以下	50mg/L 以下	5mg/L 以上	-
D	6.0 以上 8.5 以下	100mg/L 以下	2mg/L 以上	-

問題2 以下の水環境に係る用語についてその問題の内容、問題のメカニズム、問題に対応する対策を含め、簡潔に説明せよ。

- (1) 湖沼の富栄養化
- (2) 水俣病

問題3 日本における水系感染症の代表的なものとしてクリプトスポリジウム症がある。クリプトスポリジウム症の感染経路とその対策に関して説明せよ。

## B-4 環境微生物工学

問題1 有機性排水の生物処理について、以下の問いに答えよ。

- (1) 標準活性汚泥法により生活排水を処理する場合、溶存態の窒素化合物およびリン化合物はどのような処理を受けると考えられるか。それぞれの化合物の存在形態に注意しながら説明せよ。
- (2) UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket) 法について、文章と概念図で説明せよ。

問題2 メタン ( $\text{CH}_4$ ) は、微生物により生成したり、消費されたりする物質である。表1を参考にして、以下の問いに答えよ。

- (1) 表1の物質を用いて、メタンを生成する場合と消費する場合の反応の全反応式をそれぞれ書け。
- (2) (1) で答えたもののうち、メタン消費反応式におけるメタン 1 mol あたりの標準自由エネルギー変化を求めよ。ただし、ファラデー定数 (F) は  $96,500 \text{ C/mol}$  とする。

表1 メタン生成/消費に関連する酸化還元カップル

酸化還元カップル	pH 7 における標準酸化還元電位 ( $E^0$ )
$\text{H}^+/\text{H}_2$	-0.42 V
$\text{CO}_2/\text{CH}_4$	-0.24 V
$\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}$	+0.82 V

問題3 グルコースを基質とする異化代謝について、以下の用語をすべて用いて説明しなさい。

解糖系、TCA サイクル、電子伝達鎖、発酵

問題4 以下の語句をそれぞれ1~2行で説明せよ。

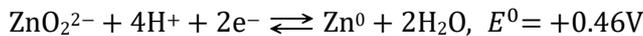
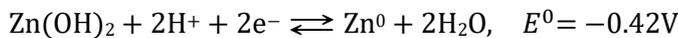
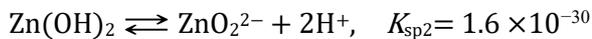
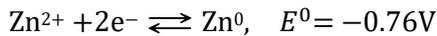
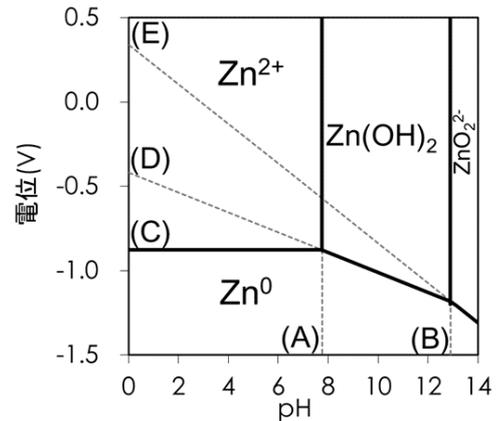
- (1) 化学合成独立栄養生物
- (2) 活性汚泥のバルキング
- (3) 共代謝

## B-5 環境化学・反応論

問題1 水溶液中の  $\text{Zn}^{2+}$  は、溶液の pH が上昇すると  $\text{Zn}(\text{OH})_2$  となって沈殿し、さらに pH が上昇すると  $\text{ZnO}_2^{2-}$  となって溶解する。また、還元状態になると  $\text{Zn}^0$  (金属) となる。

右図は、水溶液中の溶存態亜鉛化学種の濃度  $1.0 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ 、 $25^\circ\text{C}$  における電位-pH 図である。図中の pH 軸切片 (A) (B) および電位軸切片 (C) (D) (E) に当てはまる数値を算出し、その計算過程とともに示しなさい。

なお、以下の情報が既知である。また、 $\log_{10} 3.2 = 0.51$ 、 $\log_{10} 1.6 = 0.20$  を用いてもよい。



$25^\circ\text{C}$  において、酸化還元対からなる半電池反応  $\text{Ox} + n\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Red}$  の電極電位  $E$  は以下の式で近似できる。

$$E = E^0 - \frac{0.059}{n} \log_{10} \frac{a_{\text{Red}}}{a_{\text{Ox}}}$$

ここで、 $E^0$  は標準酸化還元電位 (対標準水素電極)、 $K_{\text{sp}1}$ 、 $K_{\text{sp}2}$  はそれぞれの反応における  $\text{Zn}(\text{OH})_2$  の溶解度積、 $n$  は移動する電子数、 $a_{\text{Red}}$  と  $a_{\text{Ox}}$  は順に半電池反応における Red と Ox の活量を表す。また、水溶液の活量  $a$  はモル濃度で近似できる。

問題2 以下の用語について、定義を簡潔に述べなさい。さらに、環境化学においてどのような場面で用いられる用語か、例をひとつ挙げて説明しなさい。

- (1) オクタノール/水分配係数
- (2) 比表面積
- (3) 臨界ミセル濃度

## B－6 地球環境工学

問題1 以下の用語について、それぞれ7～10行で説明しなさい。

- (1) 予防原則
- (2) カーボンニュートラル
- (3) エルニーニョとラニーニャ

問題2 大気汚染問題に関する以下の質問に答えなさい。

- (1) 大気の越境汚染の事例を1つ挙げて、①汚染発生の背景と原因、②汚染の空間的な大きさ及び環境とヒトの健康への影響、③汚染の削減と防止対策、について述べなさい。
- (2) 光化学スモッグによる大気汚染の発生源と発生機構、ヒトへの健康影響、および日本において実施された光化学スモッグの削減策とその効果について述べなさい。

問題3 再生可能エネルギーの固定価格買取制度（FIT：Feed-in Tariff）について、以下の質問に答えなさい。

- (1) FITの①導入の目的、②FITの利点、③FIT導入の効果、④FITの課題、について説明しなさい。
- (2) FITの対象となる再生可能エネルギーの種類をすべて挙げ、それぞれの特徴を述べなさい。
- (3) 再生可能エネルギーの導入を促すための政策として、FIT以外にはどのような施策があるかを述べなさい。また、FITと比べて、それらの施策と長所と短所を述べなさい。

## B－7 廃棄物管理・資源循環

問題1 下記の文章は、持続可能な開発目標（SDGs）の目標12「持続可能な生産消費形態を確保する」に含まれるターゲット12.3（外務省による仮訳）である。また、以下の表は、Xに由来する廃棄物（以下、「X廃棄物等」と記す）およびロス（以下、「Xロス」と記す）の年間発生量に関する日本（平成28年度）の推計値である。これらに関して、(1)～(5)の問いに答えよ。

12.3 2030年までに小売・消費レベルにおける世界全体の一人当たりの  の廃棄物を半減させ、 損失などの生産・サプライチェーンにおける  の損失を減少させる

	X廃棄物等の年間発生量	
		うちXロス
家庭系廃棄物	789万t	291万t
事業系廃棄物および有価物	1,970万t	352万t

- (1) XおよびYについて、それぞれに入る適切な語を答えよ。
- (2) いわゆるXロスとは、X廃棄物等のうち、どういった部分のことを指すか、簡潔に説明せよ。
- (3) この表に示された数値をもとに、Xに関する日本の個別リサイクル法が対象とする廃棄物等の量を答えよ。
- (4) 家庭からのXロスは、3つに分類される。それらのうち1つは「直接廃棄」であるが、それ以外の2つは何か答えよ。さらに、直接廃棄を含む3つの内容について、それぞれ1行程度で説明せよ。
- (5) 日本においてSDGsのターゲット12.3で述べられた「廃棄半減」の目標を達成するために、どういった取組が有効と考えられるか。具体例を挙げつつ、小売レベルおよび消費レベルの取組について、それぞれ3行程度で述べよ。

問題2 以下の廃棄物管理・資源循環に関わる用語について、それぞれ3～5行程度で説明せよ。

- (1) 資源生産性
- (2) エネルギー回収

## B－8 都市計画

問題1 日本とイギリスの都市計画制度を比較し、各々の特徴を以下の各観点から説明しなさい。

- (1) 都市計画が対象とする空間的領域・範囲
- (2) 開発コントロール

問題2 上記の比較の結果を踏まえ、日本の都市計画制度の課題について、簡潔に説明しなさい。

## B－9 都市デザイン

問題1 都市デザインに関する以下の用語について、実例に言及しながら、それぞれ5行程度で説明しなさい。

- (1) インセンティブ・ゾーニング
- (2) LEED (Leadership in Energy & Environmental Design)
- (3) ニューアーバニズム

問題2 都市デザインは、(a)都市の構造を変革の対象とする視点と、(b)個々の都市空間を変革の対象とする視点という、二つの異なったスケールの視点を持っている。これらの視点に関する以下の問いに答えなさい。

- (1) それぞれの視点に基づいた際のデザインの担い手、プロセス、手法などについて整理し、二つの視点の違いを論じなさい。
- (2) 二つの視点を上手に接続させている具体的な都市デザインの事例を一つ挙げて、その成功要因について考察しなさい。事例は、国内、国外いずれでも良い。

## B-10 都市住宅学

問題1 宅地価格と宅地特性の関係を記述する次式のヘドニックモデルを推定し、下表の結果が得られたとする。

$$P/S = const + \sum_i c_i \cdot (X_i/S) + \sum_i d_i \cdot X_i + \varepsilon$$

ただし、 $P$ は宅地価格（100万円）、 $S$ は宅地面積（ $m^2$ ）、 $const$ は定数、 $X_i$ は宅地特性  $i$ を表す独立変数、 $c_i$ と  $d_i$ はパラメータ、 $\varepsilon$ は誤差項とする。以下の問いに答えなさい。

宅地特性	係数	$t$ 値
定数	0.90	9.17
<i>Greenery</i> / $S$	24.0	3.14
<i>T.station</i>	-0.015	-9.61
<i>T.terminal</i>	-0.018	-6.60
<i>Actual FAR</i>	0.12	3.22
<i>W.road</i>	0.020	2.86
<i>Greenery</i>	-0.16	-2.97

注： $R^2 = 0.756$ 、調整済み  $R^2 = 0.734$

*Greenery*: 公共緑地への隣接 (Yes=1/No=0)

*T.station*: 最寄駅までの時間 (分)

*T.terminal*: 最寄駅からターミナル駅までの時間 (分)

*Actual FAR*: 敷地面積に対する床面積の割合

*W.road*: 前面道路幅 (m)

- (1) 宅地 A ( $T.station = 10$ ,  $T.terminal = 20$ ) と宅地 B ( $T.station = 15$ ,  $T.terminal = 15$ ) の推定価格を比較しなさい。ただし両宅地の他の特性は同じとする。
- (2) 公共緑地に隣接する宅地について、面積と価格の関係を説明しなさい。
- (3)  $25m \times 50m$  の土地に、宅地 10 区画 (各  $100 m^2$ ) と公共緑地 ( $250 m^2$ ) を計画する場合、全体として宅地価格が高くなるようにするにはどう配置すればよいか、図と文章を用いて答えなさい。ただし、この土地は四方を幅員の等しい道路に囲まれているとする。

問題2 次の文章は日本の住宅セーフティネットについて述べたものである。これに関して、以下の問いに答えなさい。

A \_\_\_\_\_ (2006年施行)に基づくB \_\_\_\_\_ (2011年閣議決定)において、「住宅確保に特に配慮を要する者の居住の安定の確保」等が目標として掲げられた。この目標を達成するための国の施策には、2011年のC \_\_\_\_\_の改正により登録が始まったD \_\_\_\_\_の供給促進、居住支援協議会の設置支援などが含まれる。

- (1) AからDに当てはまる語句を答えなさい。ただしAとCは法律の名称である。
- (2) 住宅確保に特に配慮を要する者(住宅確保要配慮者)に含まれる属性を3つ答えなさい。ただし低額所得者、高齢者を除く。
- (3) 居住支援協議会とは何か、下記の語句を全て用いて2~3行で説明しなさい。  
【住宅確保要配慮者、民間賃貸住宅、地方公共団体】

## B－1 1 都市防災

問題1 以下の用語ペアについて、それぞれ3行程度で説明しなさい。

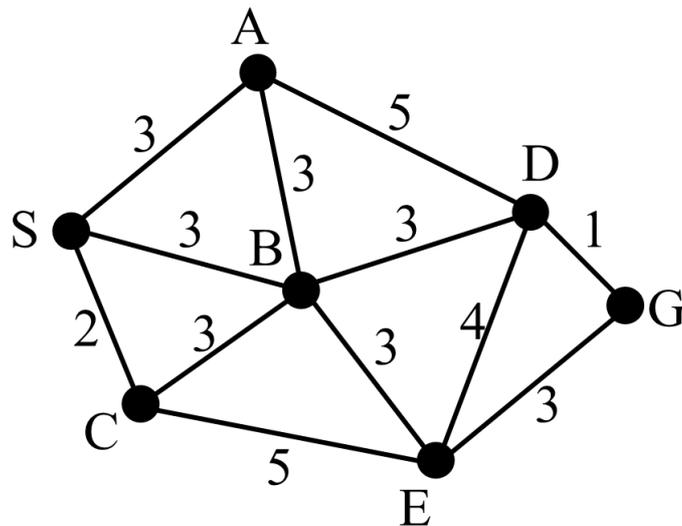
- (1) 「防火地域」と「準防火地域」
- (2) 「応急仮設住宅」と「みなし仮設住宅」
- (3) 「避難指示（緊急）」と「避難勧告」

問題2 伝統的建造物群保存地区において特徴的な事前防災対策の課題と解決策を説明しなさい。

問題3 地震火災の主要な出火原因を4つあげ、それぞれについて、地震発生後出火に至るメカニズムを説明しなさい。

## B-12 都市解析

問題1 下図のネットワークでは、ノードS、G、A、B、C、D、Eが与えられている。ノード間の所要時間[単位:時間]は各エッジのそばの数字で与えられている。例えば、SからAまでは3時間、AからSまでも3時間かかる。以下の問いに答えなさい。



- (1) ノードSからノードGに(必ずしもすべてのノードを通らないで)最短時間で行きたい。ネットワーク上をどのようにたどっていくと良いか。経路とその理由を答えなさい。
- (2) ノードSからノードGに、すべてのノードを少なくとも一度は通って最短時間で行きたい。ネットワーク上をどのようにたどっていくと良いか。経路とその理由を答えなさい。

問題2 一般的に、市民アンケートを実施する場合に、以下の観点からどのようなことに注意すべきかを述べなさい。

- (1) アンケートの対象者を定める場合の注意点
- (2) アンケート票を設計する際の注意点
- (3) アンケート調査で得られたデータを分析する場合の注意点

## B－13 都市交通計画

問題1 2006年に施行されたバリアフリー法（高齢者、障害者等の移動等の円滑化の促進に関する法律）に基づく面的なバリアフリー化の重点的・一体的推進の制度枠組みについて、以下の用語を全て使用して説明しなさい。ただし、「重点整備地区」と「生活関連施設」とは何かの説明も含めること。

使用する用語：移動等円滑化基準、移動等円滑化基本構想、重点整備地区、生活関連施設、事業

問題2 将来の都市圏の幹線交通網計画の立案にあたっては、複数の計画案と土地利用シナリオを交通需要予測モデルに入力し評価を行うことが一般的である。これらの入力を設定する際に重要な点を、それらが重要である理由とあわせて7行程度で説明しなさい。

問題3 以下の用語ペアについて、それぞれ相互の関連や違いに着目して説明しなさい。

- (1) 物資流動における「純流動」と「総流動」
- (2) 「基本交通容量」と「可能交通容量」
- (3) 「合理的選択理論」と「ランダム効用理論」

## B－1 4 地域計画

問題1 基礎自治体の合併に関する、以下の問いに答えなさい。

- (1) 1970年代以降の特定の期間に合併が多く進められた国または地域を一つ選択し、その国または地域および合併が多く進められた概ねの期間を示した上で、その期間に合併が推進された主要な理由を2つ、それぞれ合併によって得られると想定された効果と関連付けながら、合わせて8～10行で説明しなさい。
- (2) 他方、こうした国や地域で合併が進められる過程では、合併に反対する意見も多く出され、結局合併しなかった例も多数見られた。上記で選択した国や地域において、その期間に合併が反対された主要な理由を2つ、それぞれ合併によってもたらされると想定された悪影響と関連付けながら、合わせて6～8行で説明しなさい。
- (3) 合併の是非が論じられるとき、自治体間協力と比較されることが多い。上記で選択した国や地域において、合併と比べた場合の自治体間協力の長所と短所をそれぞれ2点ずつ挙げ、合わせて6～8行で説明しなさい。

問題2 地域経済を分析する際の主要な指標の一つである特化係数 (location quotient) について、以下の問いに答えなさい。

- (1) 産業部門の特化係数の算出方法を、2行程度で説明しなさい。生産額や従業者数などを例に出して説明してもよい。
- (2) 地域経済を支える主要な産業について分析する際に、特化係数を用いることの長所と短所を合わせて4～6行で述べなさい。

## B-15 緑地計画・環境デザイン

問題1 下図は、夏季夜間におけるL市の中心部にある大規模緑地からの距離とヒートアイランド強度（UHI Intensity）との関係を示している。この図から具体的に読み取れること、およびそこから示唆される緑地の効果を5行程度で述べなさい。なお、ここでいうヒートアイランド強度は、緑地の内部（下図の0m地点）および周辺市街地（下図の400m地点まで）の各観測点と、L市近郊の農村地域に設けられた基準点との気温差を示している。

問題2 問題1で述べた緑地のもつ効果をヒートアイランド現象の緩和のために活かそうとするならば、具体的にどのような都市計画的手法が有効と考えられるか。8行程度で答えなさい。

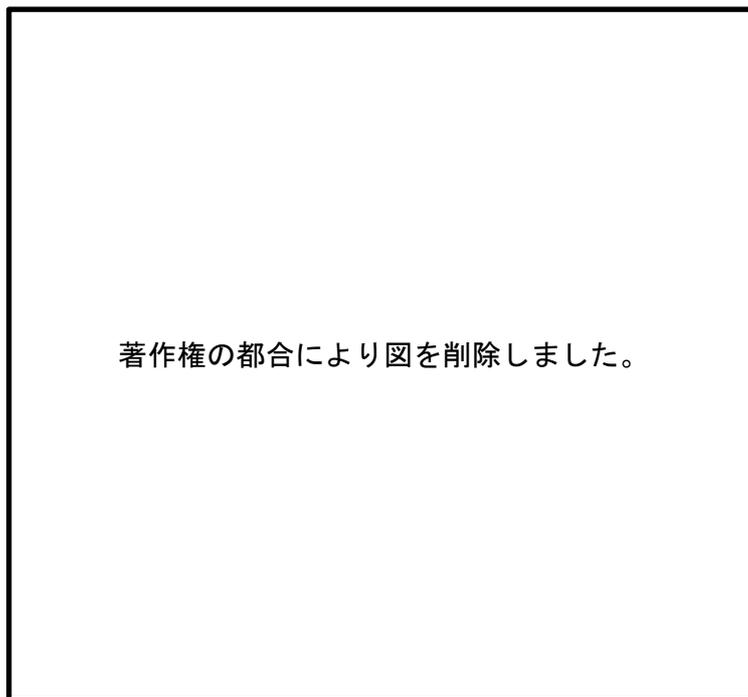


図 緑地からの距離とヒートアイランド強度との関係  
(出典：Doick et al. 2014)