

グリーンインフラの多面的効用に係る分析評価

グリーンインフラの多面的効用に係る分析評価の概要

1) 目的

ネイチャーポジティブなどの社会潮流から緑地保全・都市緑化政策の着実な推進が求められています。そこで、緑地保全・都市緑化政策の検討における根拠を得るため、市民生活を支え豊かにするみどりの多面的な効用に係る解析を実施するものです。

2) みどりのはたらき

みどりは、次のような機能を持ち、私たち人間や生きものの暮らしを支えるとともに、朝霞市の街の魅力の向上に貢献しています。このようなみどりの持つ様々な機能を活かして、まちづくりにおける課題解決を図る取り組みを「グリーンインフラ」と呼びます。

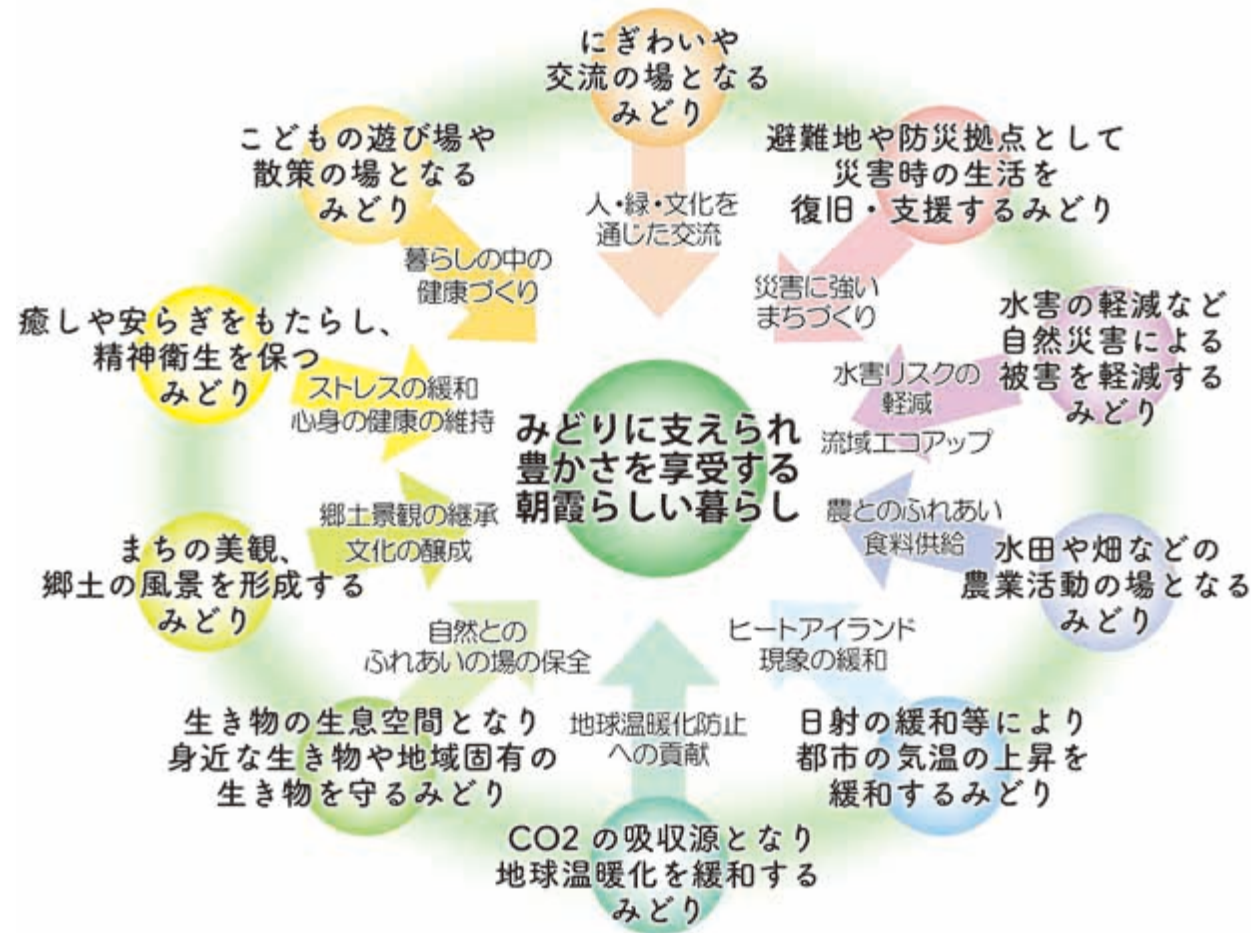


図 グリーンインフラによるまちづくりのイメージ

3) みどりの分析評価の構成

本市の樹林地や草地、農地、水辺地などの自然地に加え、市街地などにおける自然的性質も合わせた基盤地図として「朝霞市グリーンインフラマップ」を作成します。

分析評価は、「朝霞市グリーンインフラマップ」をもとに、以下に示す分析軸におけるみどりの持つ能力を、市域をカバーするヘキサゴン(六角形)メッシュ(1メッシュの面積は約 2,150 m²)を空間単位として評価します。また、「みどりの市民アンケート調査」における“みどりの効用別サービスへの支払い意思”の結果を用いて、各効用別評価を重み付けし、総合評価を行います。

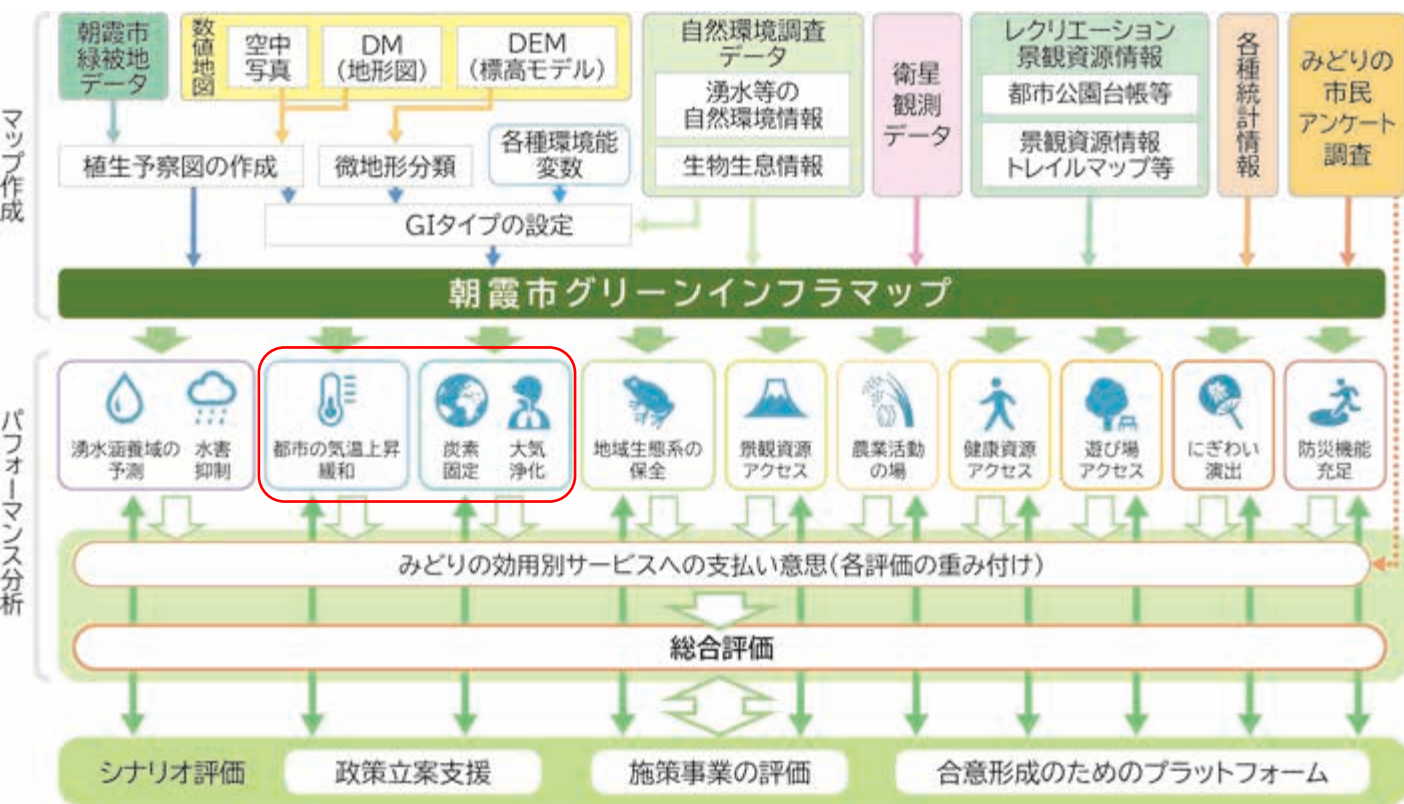


図 グリーンインフラの多面的効用に係わる分析評価の構成

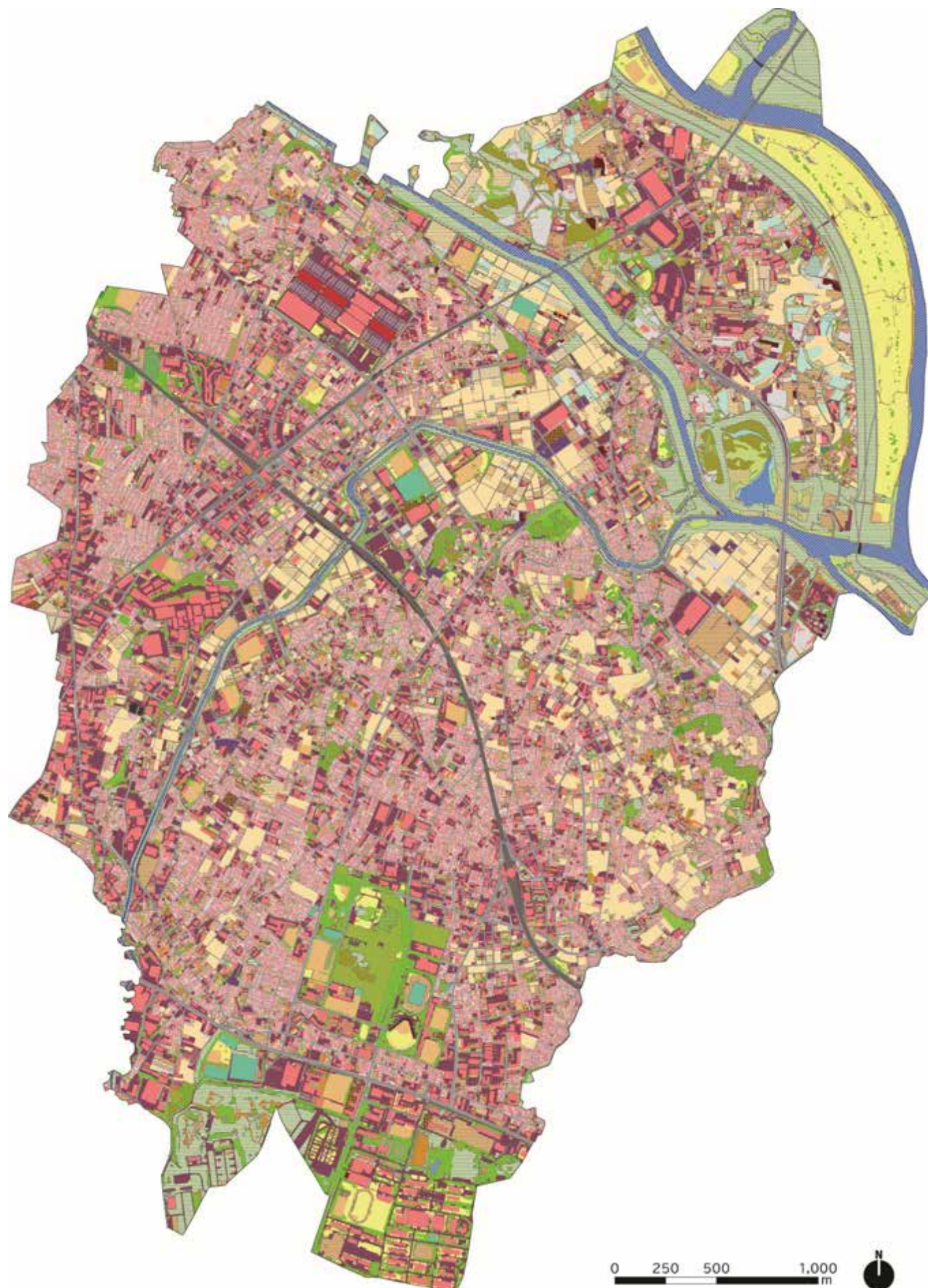
※本資料は赤枠の分析結果をまとめています。

4) 朝霞市グリーンインフラマップ

グリーンインフラマップのベースとして、令和5年度朝霞市緑被地調査、空中写真やDM(デジタルマップ)などの数値地図を用いて詳細な植生予察図を作成しました。次に微地形の分布状況や自然環境情報を踏まえグリーンインフラタイプ(凡例)を設定し、植生予察図の修正を施しながら凡例付けを行い、また雨水の最終浸透能や植生区分におけるバイオマス係数等の各種環境変数を与え、グリーンインフラマップを作成しました。

この他、みどりの効用別分析のために、衛星観測データ、レクリエーション資源・景観資源等の分布を地理情報システムで重ね合わせ出来るようにデータを構築しました。

凡 例



- | | |
|----------------------|--------------------|
| 101, 湿田 | 511, アスファルト舗装 |
| 102, 休耕湿田 | 512, 透水性舗装 |
| 103, 湿性立地の管理放棄型の草原 | 513, 土系砂系舗装 |
| 104, 中性立地の冠水型草原 | 514, 碎石舗装 |
| 105, 蓮池 | 515, 樹脂舗装 |
| 201, 蔬菜畑 | 516, 造成地 |
| 202, 果樹園・樹木畑 | 517, 資材置き場 |
| 203, 休耕地 | 518, 墓地 |
| 204, 耕作放棄地 | 521, 建築物 |
| 304, 河辺の落葉樹自然林 | 522, 特殊緑化(草地) |
| 309, 低山地の常緑樹二次林 | 523, 特殊緑化(樹木) |
| 310, 段丘崖の常落広葉樹混交林 | 524, 人工芝 |
| 311, 中～乾性立地の落葉樹二次林 | 526, 防草シート |
| 312, 中～乾性立地の伐採跡地二次林 | 527, 敷き鉄板 |
| 314, 中～乾性立地の針葉樹植林 | 528, コンクリート構造物 |
| 318, その他の落葉樹植林 | 529, コンクリート擁壁 |
| 319, タケ類植林 | 531, 間地 |
| 321, 中～乾性立地の管理放棄型の草原 | 542, 緑化ブロック |
| 322, 中～乾性立地の粗放管理型の草原 | 543, 太陽光パネル |
| 323, 湿性立地の冠水型草原 | 544, 配管施設 |
| 324, 中性立地の冠水型草原 | 550, 植栽地起源の管理放棄型樹林 |
| 401, ため池 | 601, 車道(舗装) |
| 402, 生態復元池 | 602, 車道(未舗装) |
| 403, 自然的護岸の池 | 603, 車道(透水性舗装) |
| 406, 遊水池・調整池 | 604, 車道(高架) |
| 407, プール他 | 606, 歩道(舗装) |
| 412, 人工護岸の中小河川 | 607, 歩道(未舗装) |
| 413, 自然的護岸の中小河川 | 608, 歩道(透水性舗装) |
| 421, 農地の小水路 | 611, 鉄道の軌道敷き |
| 422, 市街地の小水路 | 612, 鉄道の高架 |
| 424, 公園等のせせらぎ(護岸不透水) | |
| 425, 公園等のせせらぎ(自然護岸) | |
| 441, 礫原 | |
| 442, コンクリート護岸 | |
| 443, 空隙のある護岸 | |
| 501, 高中木植栽地 | |
| 502, 灌木植栽地 | |
| 503, 芝生植栽 | |
| 504, 花壇等 | |
| 505, 裸地 | |
| 506, 強管理草地 | |
| 507, 路傍雑草地 | |

図 朝霞市グリーンインフラマップ

2. ヒートアイランド現象の緩和パフォーマンス

1) ランドサット9号の画像から推測する地表面温度の分布

ランドサット9号の熱赤外線バンド(Band10)をもとに本市における夏季の地表面温度図を作成しました。地表面温度は、2023 年と 2024 年の夏季からランドサット衛星の通過のタイミングと天候条件から3時期の画像を選定し、必要な変換を施した輝度温度の平均温度としました。

使用した ランドサット画像の 撮影日時	2023 年 7 月 27 日 am10:15 頃 2023 年 8 月 4 日 am10:15 頃 2024 年 7 月 5 日 am10:15 頃
---------------------------	---

ランドサット画像より作成した地表面温度図において、最高温度は 36.5℃、最低温度は 25.7℃となっています。地表面温度図を見ると、駅周辺や住宅地などの都市的な土地利用が分布するエリアで温度が高く、荒川や新河岸川、基地跡地などのまとまりのあるみどりが分布するエリアで温度が低いことがわかります。黒目川や小規模なみどりにおいても周囲より温度が低いクールスポットが形成されていることがわかります。また、まとまったみどりに接する住宅地などでは、温度の低い領域がにじみだしていること(にじみだし現象)も確認できます。

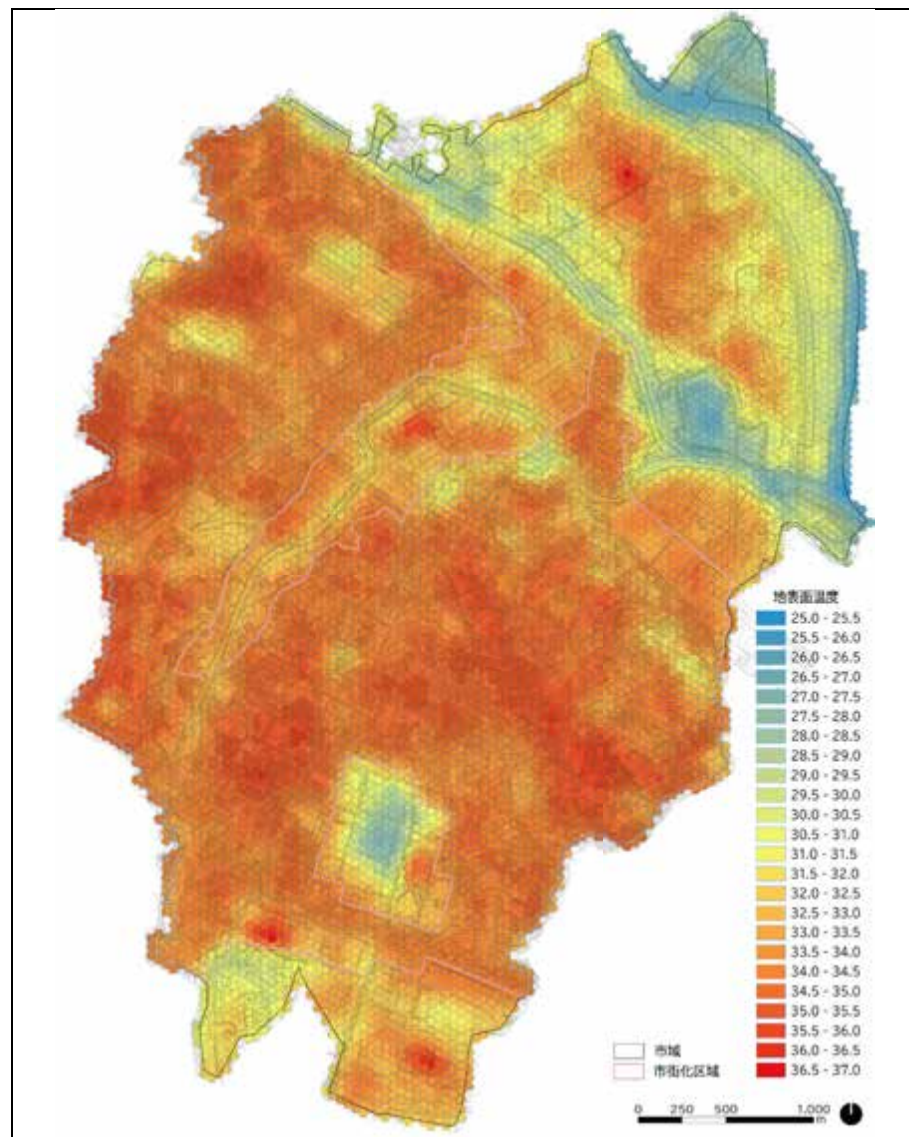


図 ランドサット衛星画像による地表面温度分布図

2) みどりによるヒートアイランド現象の緩和能力の試算

ランドサット画像による輝度温度を目的変数とし、グループ化した GI タイプの各面積を説明変数として重回帰分析を行うと、以下のような回帰式を求めることができます。

式 GI タイプの分布から地表面温度を推測する回帰式

$$\begin{aligned} \text{推測地表面温度(℃)} = & 31.6 + (-0.40 \times \text{草地系 GI タイプ面積(ha)}) \\ & + (-1.93 \times \text{樹林地系 GI タイプ面積(ha)}) \\ & + (-4.28 \times \text{水系 GI タイプ面積(ha)}) \\ & + (1.87 \times \text{都市系 GI タイプ面積(ha)}) \\ & + (0.98 \times \text{建物面積(ha)}) \end{aligned}$$

補正 R²=0.773

補足：にじみだし現象を考慮し、目的変数は対象メッシュの地表面温度、説明変数は対象メッシュと隣接する6つのメッシュを合わせた GI タイプの面積としました。1メッシュの面積は約 2150 m²。

GI タイプの分布状況から、回帰式をもとに市域の地表面温度を推測すると以下の図を作成することができます。

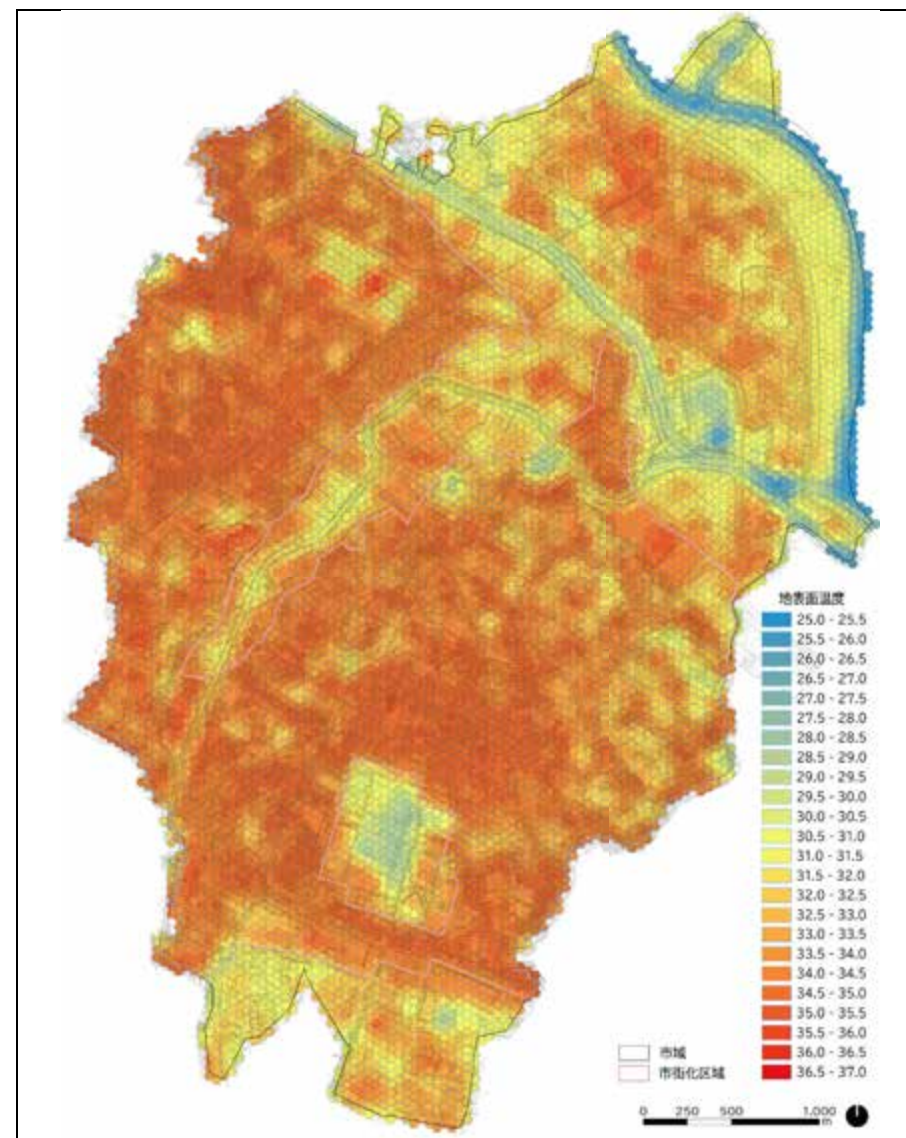


図 回帰式による推測地表面温度分布図

回帰式を見ると、ヒートアイランド現象の緩和能力が最も大きいものは水系 GI タイプで、次いで樹林地系 GI タイプ、草地系 GI タイプとなります。

また、回帰式を用いると、例えば樹林地が駐車場に置き換わった場合の地表面温度の変化を予測することも可能になります。仮に、0.25ha の樹林地系 GI タイプが都市系 GI タイプに置き換わると、約 1.5ha の範囲の平均地表面温度が約1℃上昇する計算結果となります。

3) ヒートアイランド現象の緩和の視点による評価単位の得点化

現実の観測データに基づき作成したランドサット衛星画像による地表面温度分布においては、ランドサット画像の解像度やそのほかの要因から、同様の環境条件においても地表面温度にムラが生じることがあります。特に小規模なみどりの地表面温度の推測が難しいと考えられます。

そこで本市におけるヒートアイランド現象の緩和の視点による評価は、再現性の高い「回帰式による推測地表面温度分布図」をもとに評価しました。

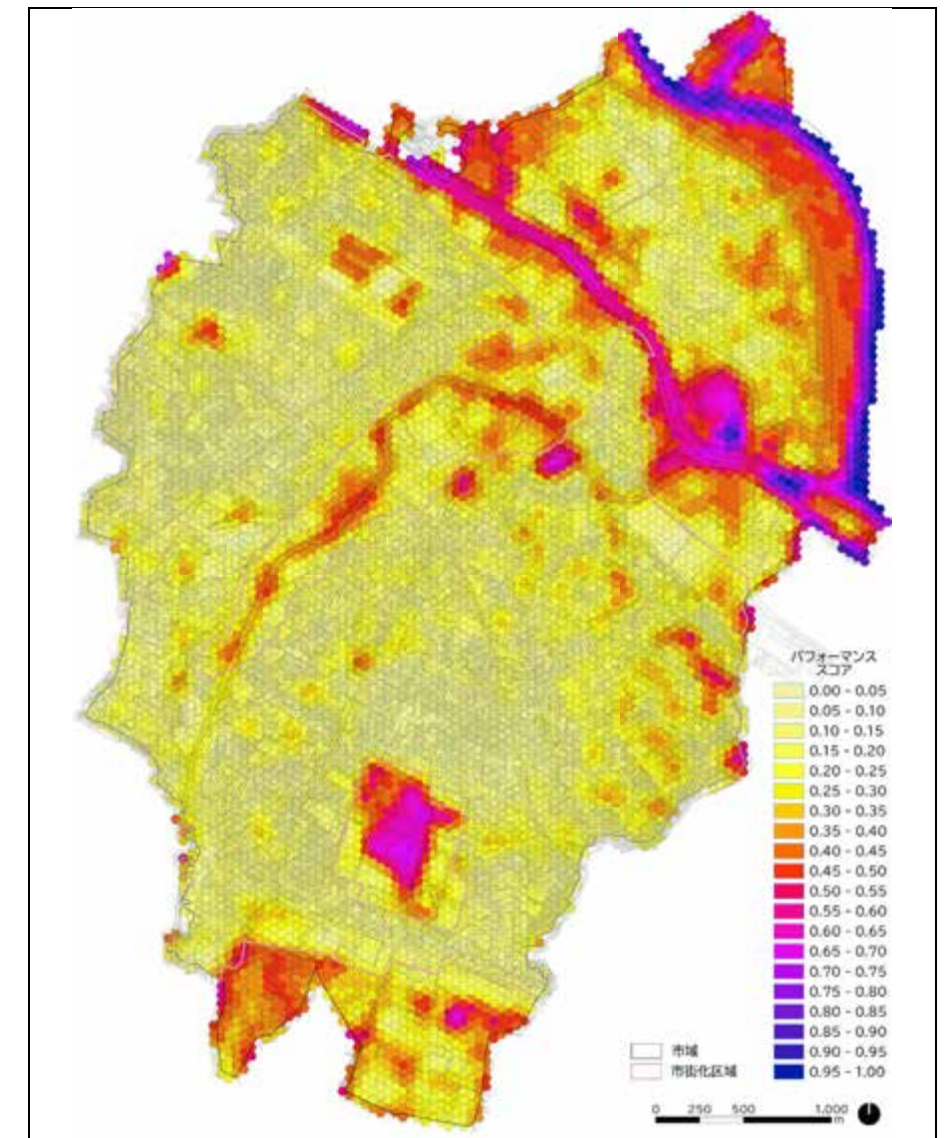


図 ヒートアイランド現象の緩和パフォーマンス

1) 炭素固定量算定の手順

緑色植物において、光合成により生産された有機物の総量を総生産量といいます。また、植物は自ら生産したものの一部を呼吸により消費しながら生育しているため、総生産量のうち呼吸消費量を差し引いた残りが植物体として固定され、これを純生産量といいます。

炭素固定量の推定は、使用できるデータ等を踏まえ、既往研究において蓄積のある森林や草地などにおける単位面積当たりの純生産量に関する数値を活用し算出します。GI タイプの分布面積から評価単位メッシュにおける純生産量を算出し、さらに炭素量に換算して炭素固定量を算定します。

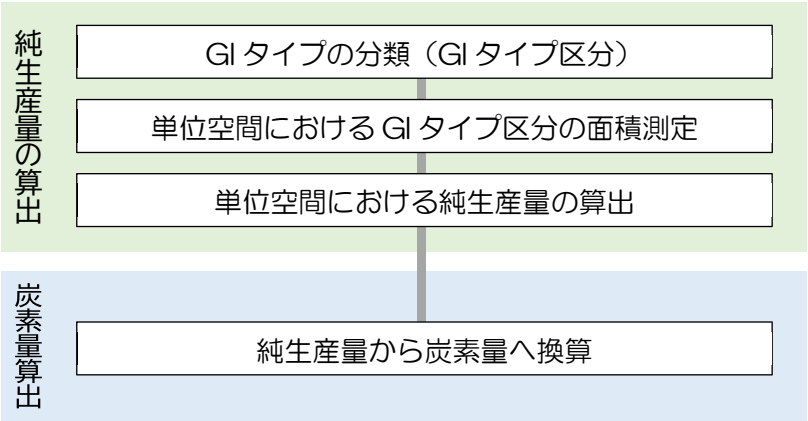


図 大気浄化量の算定手順

表 GI タイプ区分の純生産量・炭素固定量

GI タイプ区分	純生産量 (t/ha・y)	炭素固定量※1 (t/ha・y)
常緑広葉樹林	18	8.0
落葉広葉樹林	12	5.3
常落混交広葉樹林※2	15	6.7
常緑針葉樹林	18	8.0
草地（竹林含む）	12	5.3
農耕地（果樹園等含む）	10	4.4
その他緑地（公園等を含む）※3	6	2.7

参考：大気浄化植樹マニュアル 2014 年度改訂版（2015），独立行政法人環境再生保全機構

※1：植物体の乾物重の大部分を占める多糖類（ $C_6H_{10}O_5$ で代表される）と、この中の炭素量の重量比から炭素固定量を設定しています。多糖類と含有炭素の重量比は、 $[6C]/[C_6H_{10}O_5]=6*[12g/mol]/[162g/mol] \div 44.4\%$ です。

※2：常落混交広葉樹林の純生産量、炭素固定量は、常緑広葉樹林と落葉広葉樹林の値の平均としました。

※3：グリーンインフラマップにおける高中木植栽地、灌木植栽地は、「その他緑地」として計算した。

2) 炭素固定量の算定

純生産量及び炭素固定量を算出した結果、市全域では年間約 3,018t/y の炭素固定能力があると算定されました。

表 朝霞市内のみどりによる年間純生産量・炭素固定量

総生産量 (t/y)	炭素固定量 (t/y)
6,790.47	3,017.98

また、評価単位メッシュ(約 2,150 m²)における炭素固定量の最小値は 0t/y、最大値は約 1.566t/y と算定されました。最大値を1m²に換算すると約 0.73kg/m²・y となります。

炭素固定量の比較的高いまとまりあるエリアは、みどりの分布状況と同じであり、荒川河川敷、朝霞調整池、新河岸川沿い、基地跡地、陸上自衛隊朝霞駐屯地においてまとまって分布しているほか、黒目川沿いや内間木、根岸台、岡、宮戸付近では、点在する農地や屋敷林等によるエリアが確認できます。

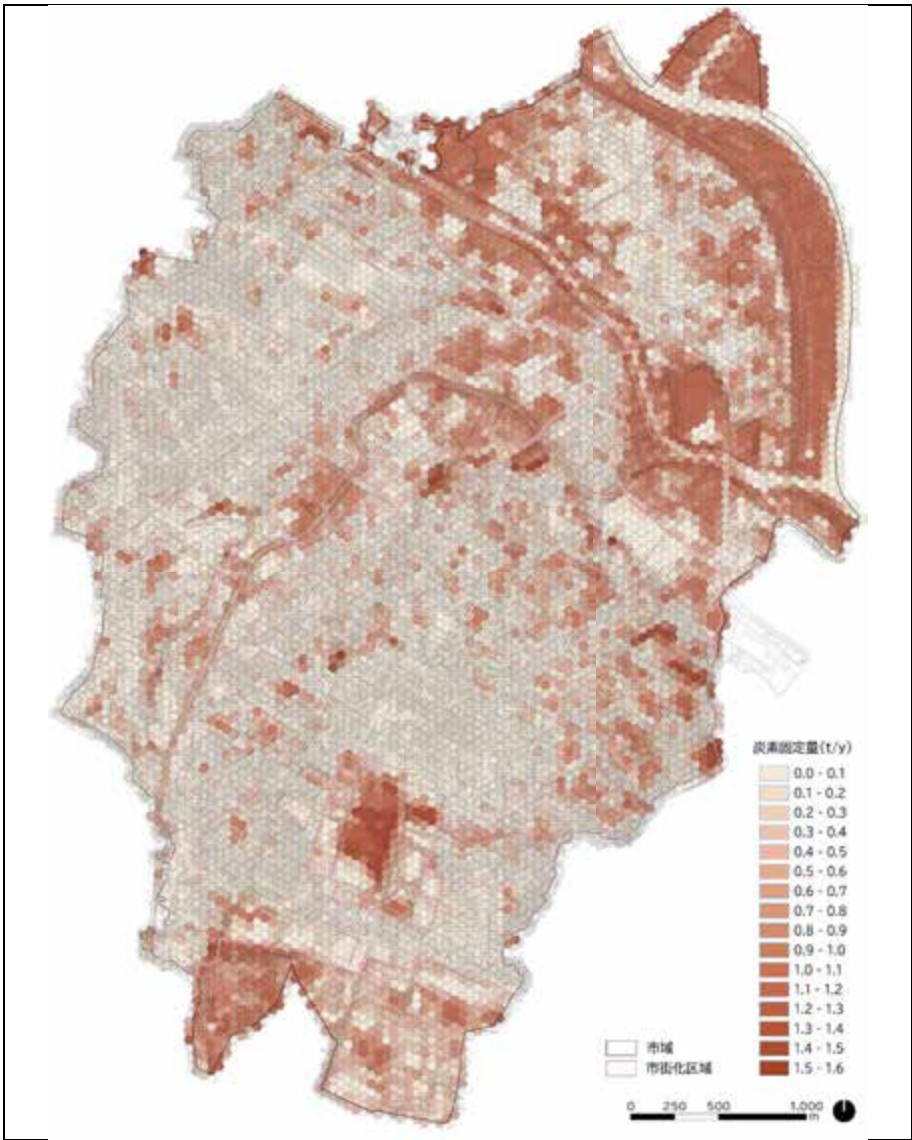


図 炭素固定量

また、炭素固定量が特に高いエリアは、常緑広葉樹を含む斜面林や基地跡地などで確認できます。次いで河川沿いの草原系 GI タイプや農地系 GI タイプの評価が高い傾向があります。

本算定では、GI タイプ区分の面積に単位面積当たりの変数を乗じて算出する簡易な手法を採用しています。植物群落の樹高や密度などを踏まえた高精度な算定はデータの整備手法を含め、今後の課題とします。

3) 炭素固定の視点による単位空間の得点化

評価単位メッシュにおける炭素固定量の最大値を 1.0 となるように変換し、炭素固定パフォーマンス図を作成しました。

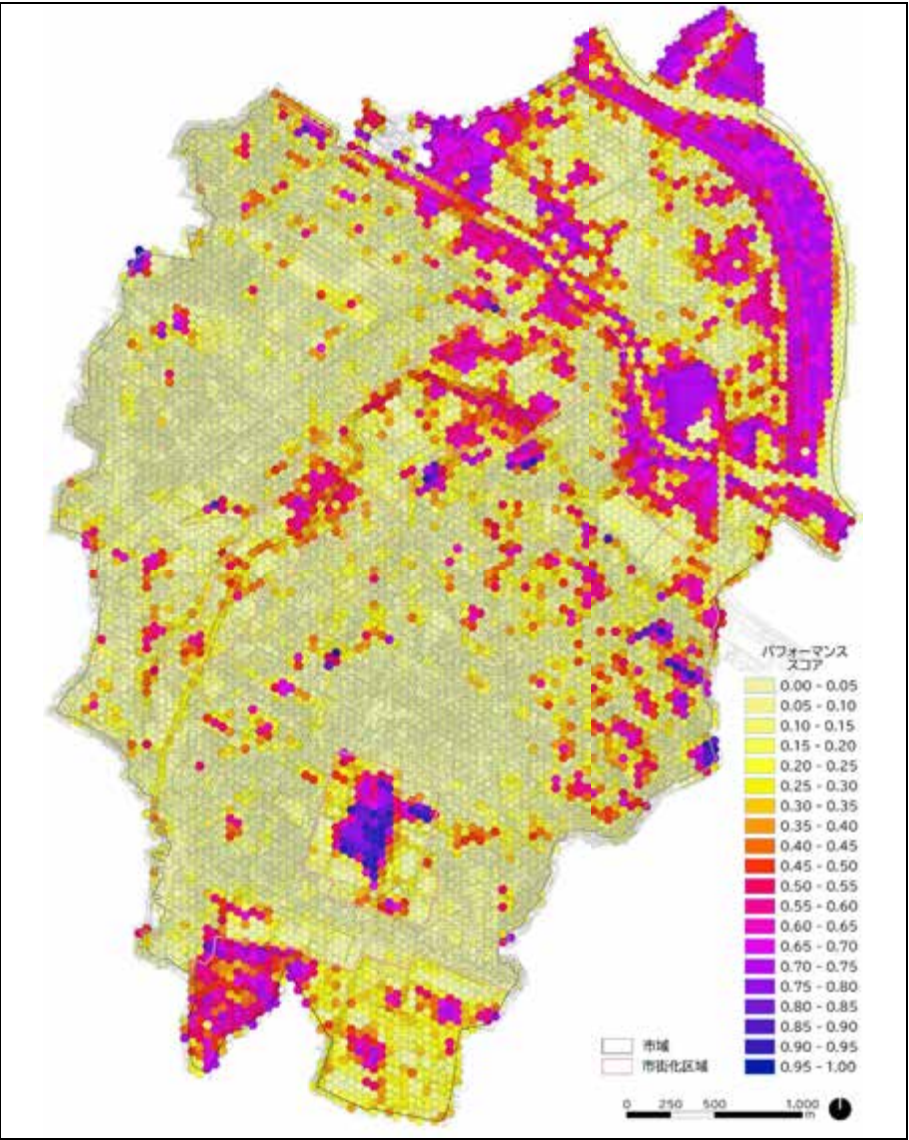


図 炭素固定パフォーマンス

3-b. 大気浄化パフォーマンス

1) 大気浄化量算定の手順

植物は、葉の表面にある気孔を通じて、空気中の CO_2 を取り込むと同時に空気中に含まれている大気汚染物質を吸収します。

大気浄化量の推定は、まず植物の光合成によって生産される総生産量※1を推定します。総生産量は、森林や草地などにおける単位面積当たりの総生産量に関するデータを活用して推定します。次に GI タイプの分布面積から評価単位メッシュにおける総生産量を算出し、地域の大気汚染濃度等を用いて、モデル式により汚染ガス吸収量を推計します。

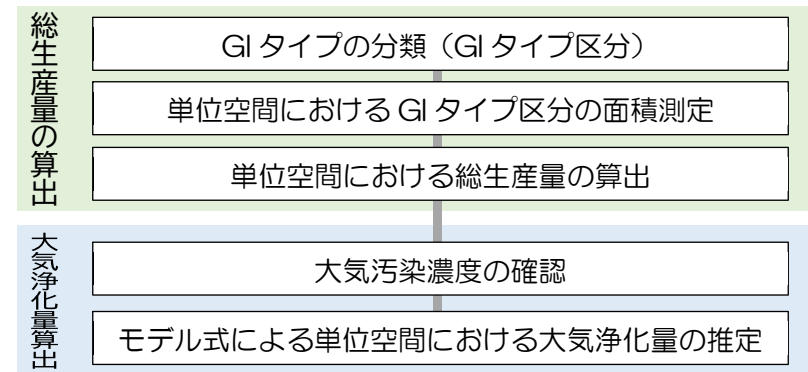


図 大気浄化量の算定手順

式 大気浄化量のモデル式

$$\begin{aligned} \text{SO}_2 \text{ の吸収速度 (t/y)} &= 18.6 \times \text{大気中の SO}_2 \text{ 濃度 } (\mu\text{g}/\text{cm}^3) \times \text{総生産量 (乾重量 t/ha} \cdot \text{y)} \\ \text{NO}_2 \text{ の吸収速度 (t/y)} &= 13.9 \times \text{大気中の NO}_2 \text{ 濃度 } (\mu\text{g}/\text{cm}^3) \times \text{総生産量 (乾重量 t/ha} \cdot \text{y)} \end{aligned}$$

出典：大気浄化植樹マニュアル 2014 年度改訂版（2015），（独）環境再生保全機構

表 GI タイプ区分の総生産量・汚染大気吸収速度

植生区分	総生産量 (t/ha・y)	SO ₂ 吸収速度 (t/ha・y)	NO ₂ 吸収速度 (t/ha・y)
常緑広葉樹林	51	0.00247	0.03736
落葉広葉樹林	22	0.00106	0.01612
常落混交広葉樹林※2	36.5	0.00177	0.02674
常緑針葉樹林	51	0.00247	0.03736
草地（竹林含む）	22	0.00106	0.01612
農耕地（果樹園等含む）	18	0.00087	0.01319
その他緑地（公園等含む）	13	0.00063	0.00952

参考：大気浄化植樹マニュアル 2014 年度改訂版（2015），（独）環境再生保全機構

表 大気汚染濃度

二酸化硫黄	0.001ppm※3	0.0000026 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$ ※4
二酸化窒素	0.028ppm※3	0.0000527 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$ ※4

※1：植物の光合成によって生産される有機物量を総生産量といいます。この一部は植物の呼吸によって大気中に戻され、その残りが葉や幹などの新たな植物組織（純生産量）となります。

※2：常落混交広葉樹林の総生産量は、常緑広葉樹林と落葉広葉樹林の総生産量の平均値としています。

※3：「令和5年度大気汚染物質の常時監視測定結果（2024），埼玉県環境部」に記載の新座観測局における日平均値の2%除外値を引用

※4：標準気圧 1013.250hPa、気温 25℃として換算

2) 大気浄化量の算定

大気浄化量を算出した結果、年間で二酸化硫黄（ SO_2 ）は約 0.63t/y、二酸化窒素（ NO_2 ）は 9.44t/y の浄化能力があると算定されました。

大気浄化量の比較的高いまとまりあるエリアは、みどりの分布状況と同じであり、荒川河川敷、朝霞調整池、新河岸川沿い、基地跡地、陸上自衛隊朝霞駐屯地においてまとまって分布しているほか、黒目川沿いや内間木、根岸台、岡、宮戸付近では、点在する農地や屋敷林等によるエリアが確認できます。

また、大気浄化量が特に高いエリアは、常緑広葉樹を含む斜面林や基地跡地などで確認できます。次いで河川沿いの草原系 GI タイプや農地系 GI タイプの評価が高い傾向があります。

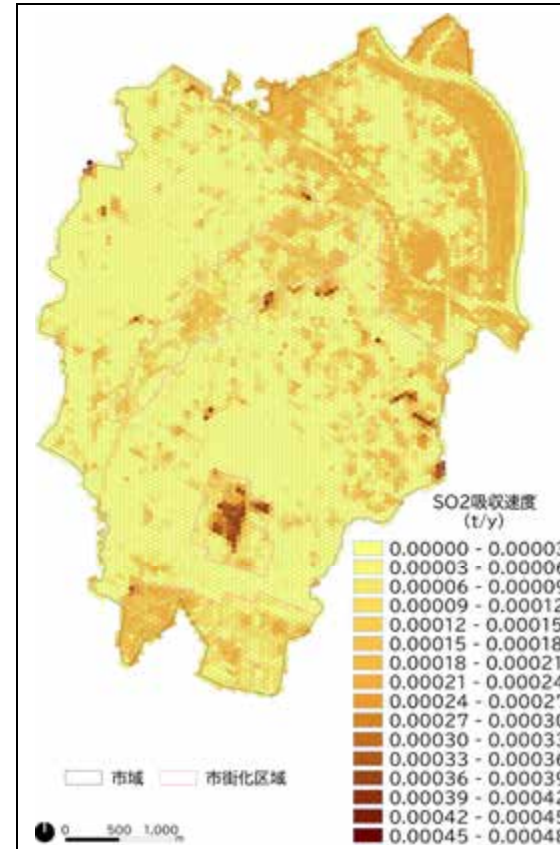


図 大気浄化量(SO₂吸収速度)

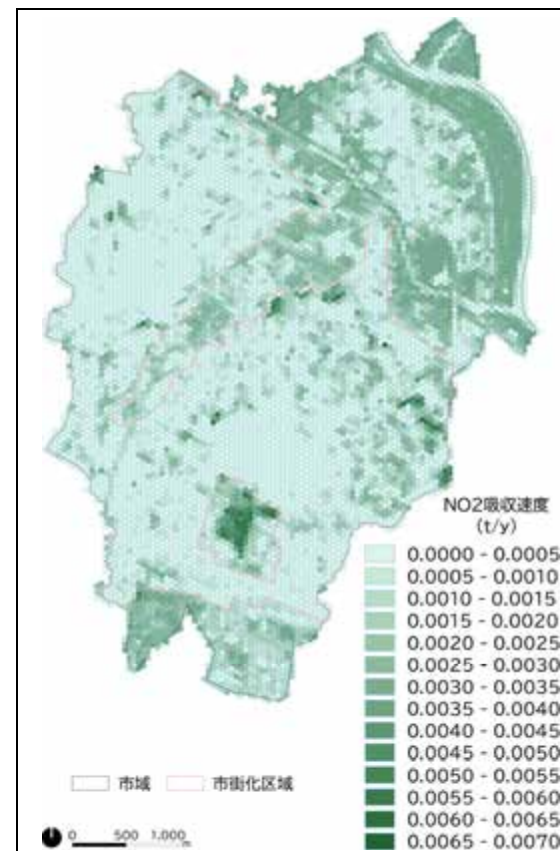


図 大気浄化量(NO₂吸収速度)

3) 大気浄化の視点による単位空間の得点化

他のみどりの効用別パフォーマンス図と合わせ、評価単位メッシュにおける大気浄化量の最大値を 1.0 となるように変換し、大気浄化パフォーマンス図を作成しました。

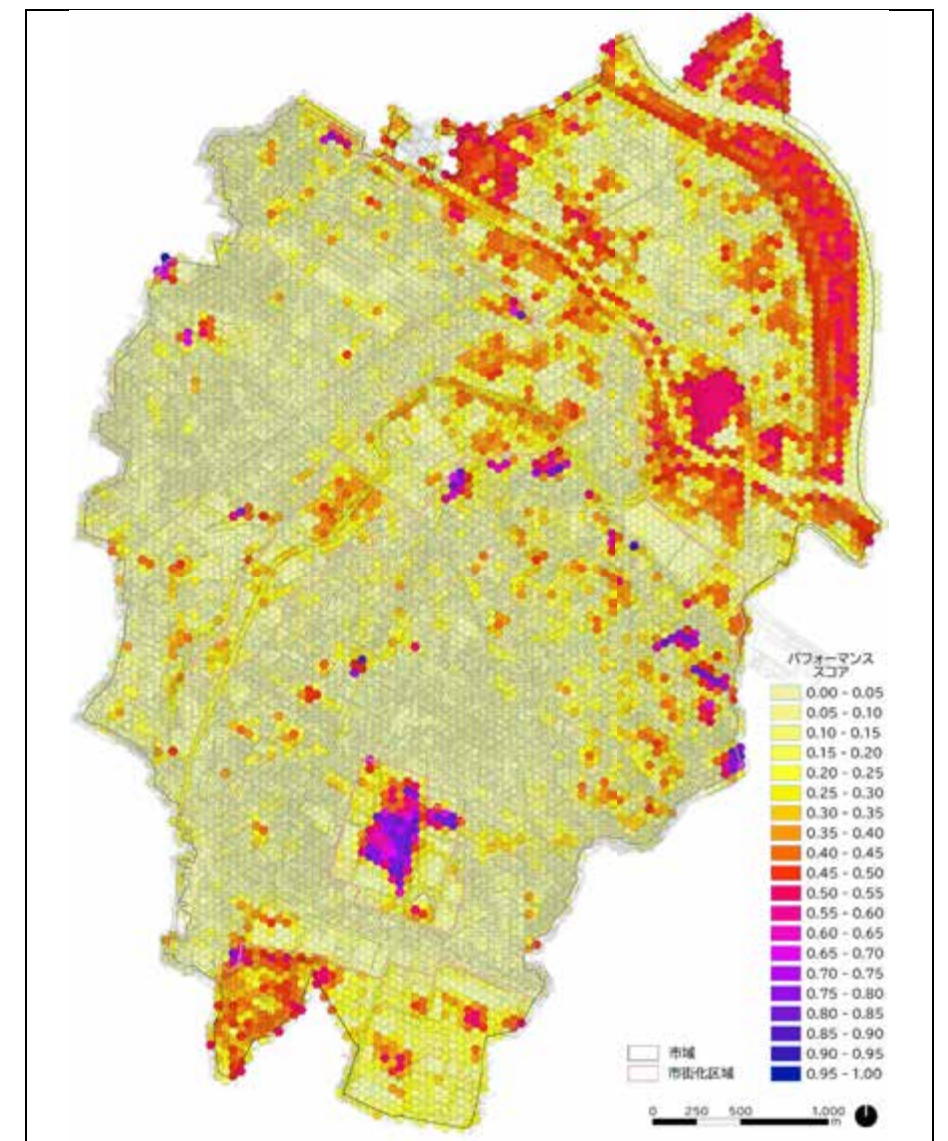


図 大気浄化パフォーマンス