

東京大学大学院新領域創成科学研究科
社会文化環境学専攻

2015 年度
修 士 論 文

全天球カメラとスマートフォンを用いた
都市の全方位緑視率測定手法の提案
Proposal of a Method for Measuring the Ratio
of Visible Green Spaces in the Omnidirectional Field of Vision
Using Omnidirectional Cameras and Smartphones
in Urban Environments

2016 年 1 月 25 日提出
指導教員 木實 新一 准教授

若 狭 一 樹
Wakasa, Kazuki

目次

第1章 序論	1
1.1 研究の背景	1
1.2 研究の目的	2
第2章 関連研究	4
2.1 景観を考慮した経路推薦	4
2.2 緑の情報のマッピング	6
第3章 グリーンネットワークキングシステムの提案	11
3.1 提案システムの概要と全体構成	11
第4章 全天球カメラを用いた緑の情報の取得	14
4.1 対象地	14
4.1.1 柏市の概要	14
4.1.2 柏の葉エリアの概要	17
4.2 カシニワ制度	19
4.3 緑被率と緑視率	21
4.4 全天球カメラとスマートフォンを用いた緑の情報の取得	23
第5章 画像処理による全方位緑視率の算出	27
5.1 緑画素の検出	27
5.1.1 H・S ヒストグラムの作成	27
5.1.2 ランベルト正積円筒図法への変換	31
5.2 フラクタル次元解析によるフィルタリング	33
5.3 全方位緑視率の算出	37
第6章 マッピングとナビゲーションサンプルの作成	39
6.1 全方位緑視率マップの作成	39
6.2 緑被分布と全方位緑視率の比較	42
6.3 ナビゲーションサンプルの作成	45

第 7 章 結論	48
7.1 研究の成果.....	48
7.2 考察	49
7.2.1 システムの一般化	49
7.2.2 天空率	50
7.2.3 季節的な影響	51
参考文献	52
発表論文	55
謝辞.....	56

第1章 序論

1.1 研究の背景

近年、多くの自治体や事業者、研究機関などが「緑のネットワーク」の有用性と重要性を述べている。緑の連続した空間や地点などからなるネットワークを作り、それらに基づく面的な広がりをつくることにより、緑の持つ機能を複合的および効果的に発揮させる取り組みは、「緑のネットワーク作り」と呼ばれている。都市の熱環境の改善や生物多様性の確保、防災性の向上、良好な景観の形成、緑豊かで快適なレクリエーションの形成といった緑の機能によって、都市に自然を取り戻し、生き物との触れ合いや豊かな四季感のある、住みやすく快適な環境を形成することができる可能性がある[1]。

多くの都市が「緑のネットワーク」の構想を掲げているが、千葉県柏市もその中の一つである。柏市の掲げる緑の将来像は、“拠点となる公園や緑地、市民が守り育てて来た町並みの緑など、多様性のある緑がネットワークとして繋がり、快適で、安全・安心な街並みが形成されている”[2]である。

緑のネットワークとは、緑地を面的、線的に連結させる整備手法である。緑地環境に対する関心が高まるにつれ、都市部では様々な緑地環境が形成されてきた。その中での緑のネットワーク手法は緑地を面的、線的に連結させる整備手法であり、都市計画の手法として展開されてきた側面を持つ。緑のネットワーク手法は19世紀アメリカのパークシステムを出発点としているが、20世紀に入って日本でも環境対策や都市構造計画概念として都市計画やまちづくりの中で活かされてきた。

緑のネットワークに期待される効果には、美しい景観やレクリエーション、野生生物の生息・生育空間、都市環境の改善（ヒートアイランド現象の緩和）、防災、大気汚染等の低減・

希釈，騒音緩和，自然との触れ合い・環境教育，市民参画の推進などが挙げられる。

柏市は 2010 年より地域魅力の向上を目的としたカシニワ制度を施行し，積極的に緑化に取り組んでいるが，緑地同士の繋がりを意識できるまでに至っていないのが現状である。

そのため本研究では，スマートフォン等を用いた参加型の ICT 技術[3],[4],[5]を用いることにより都市の緑のネットワークを可視化するシステム，すなわちグリーンネットワーキングシステムを提案する。既存の緑地マップに加え，スマートフォン等を用いた参加型の ICT 技術により緑のネットワークを可視化させることにより，街の緑の繋がりに対する住民の意識を高めることができれば，現在の緑化活動に加え，住民主体で緑のネットワーク化や緑を用いた活動を加速化・活発化することができると考える。

1.2 研究の目的

一般的に，都市の緑視率の計測には人的コストが多く掛かり，また，広範囲に渡って計測するのは難しいとされている。本研究では，参加型センシングに基づき、僅かな人的コストしか要せずに多数のポイントで都市の緑の情報を収集するシステムであるグリーンネットワーキングシステムを提案する。グリーンネットワーキングシステムは都市の緑のネットワーク形成の促進に繋がる，緑のリソースの活用の促進のためのシステムでもある。都市の緑の情報を可視化させることによりナビゲーション支援を行うなど，景観としての緑のリソースの活用を促進させる。従来の緑の分布マップは上空から見た緑地の平面的広がりを捉えているため，街路樹などの緑を捉えることは難しく，地上で歩行者が実際に感じることのできる緑とは異なる場合がある。特定のポイントから歩行者が感じることのできる緑の量を明らかにした上で，歩行者のナビゲーションを支援するために地域の緑のデータを有効活用する方法を検討する。

グリーンネットワーキングを成功させるためには，市民が緑を使う機会や緑を楽しむ活

動を増やすことが重要である。そこで本研究では、市民に対して緑を楽しむことができるルートを示すことによって、緑のつながりを維持あるいは拡大する効果を狙う。そのためには、歩行者目線の緑視率データを構築することが重要であるが、従来手法は高価な機材や人手に頼っており、網羅的な緑視率データを整備することが困難であった。そこで、本研究では、一般の人が市販のカメラで撮影した画像を大量に集めて自動的に緑視率や緑のルートを算出するためのデータ収集・処理方式を提案する。

第2章 関連研究

2.1 景観を考慮した経路推薦

一般的な地図アプリである「Google マップ」や「Apple Maps」は、現在地から目的地までの最短ルートを瞬時に検索することができる便利なツールとして広く普及しているが、交通量の多い幹線道路や歩道のない道路、横断しづらい交差点など、細かな道路状況や周囲の環境が考慮されていないことも少なくない。

「Walkonomics」は、行政機関が公開しているオープンデータやオープンソースの地理情報データである「Open Street Map」を活用し、道路の安全性や横断歩道の渡りやすさ、歩道の幅、道のアップダウン、治安など、8つの項目による独自のチェックポイントをもとに、歩行者に適したルートをナビゲーションしてくれる、イギリスの開発者アダム・デービス（Adam Davies）氏によって開発されたナビゲーションアプリである。

また、ユーザーの嗜好やニーズに合わせて、複数のルートを検索できるのも特徴であり、目的地までの速さを重視し、できるだけ早く辿り付くことのできる「Fast」モードと、景色の美しさや緑の多さ、快適さを重視し、景観を楽しむことのできる「Beautiful」モードの2種類が実装されており、いずれかのモードに設定すると、それぞれの条件に合わせたルートが表示される仕組みとなっている。

開発者のアダム氏は、「人口密度の高い都市は、歩きやすくする必要がある。なぜなら人々が歩くことは、健康の促進、街の経済を活性化させること、自動車による二酸化炭素排出量の減少などに繋がるからである。」と述べている。

2015年9月15日現在、ロンドン、パリ、ニューヨーク、サンフランシスコ、トロント、ブエノスアイレス、グラスゴーと世界7都市に対応しており、道案内という機能だけでな

く、人々の運動不足や環境問題など、都市の問題を解決する方法としての機能を持っているアプリといえる。

だが、Walkonomics は個人の主観に基づいてポイントの評価が行われているため、信頼性に欠ける。本研究では、ポイントの評価を画像処理による全方位緑視率の算出結果から行うため、信頼性の面において、優位性があると思われる。

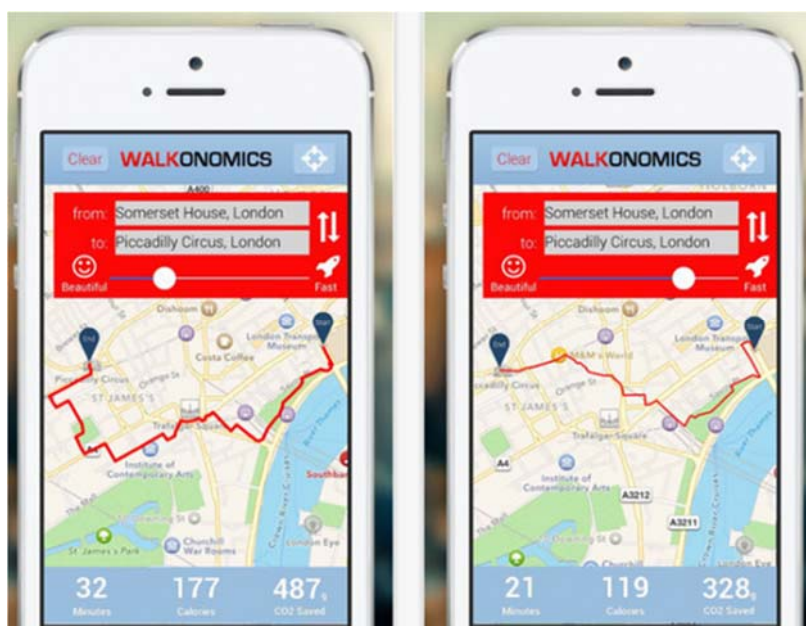


図 2-2-1 Walkonomics

(出典：文献[8])

文献[9]によると、桜センサは、景観の良い場所として桜が見られる経路に着目し、スマートフォンにより撮影された動画から桜の写っている度合い（桜度合い）を数値化する手法を提案している。提案手法では、桜の花びらに出現する色の分布を表すヒストグラムを事前に作成しておき、そのヒストグラムを用いて入力画像における桜度合いを算出している。また、桜の花びらに近い色を持つ建物などが誤検出されることを防ぐため、フラクタル次元解析に基づきフレーム中で木の葉が茂っている場所のような複雑なエッジを持つ領域を特定

した後、その領域に対してのみヒストグラムに基づく色解析を行う手法を提案している。

本研究では、桜の花びらでなく緑の抽出を行った。また、緑の抽出においては、歩行者を対象にしているため、全方位の緑視率を算出しており、処理方式が多少異なる。また、ただ緑を抽出してナビゲーションを作成するのではなく、緑のネットワークへの応用を議論した。

GPSView は、Flicker などにアップロードされている GPS 情報付きの写真を利用し、道路沿いに多く写真が投稿されている場所を検出することによって、景観の良い場所を推薦する経路推薦システムである。

文献[10]によると、このシステムでは、旅行者が撮影した写真のみを検出することによって、特に景観が良いと感じられる場所 (POI : Point of Interest) の検出精度を高めている。また、走行距離と景観のバランスを同時に考慮し、ルートを推薦する方式を提案している。

本研究では、撮影は著者が自ら実際に行った。そのため、対象エリア内の街路において、ほぼ均等な間隔で撮影を行い、写真を得ることができた。

2.2 緑の情報のマッピング

Vivid Map はブルックリンの開発者ジル・ハブリー (Jill Hubley) が国勢調査のデータを用いて製作したものである。樹木の分布だけではなく、ニューヨークが抱える生態系上の問題も、Vivid Map によって知ることができる。

マンハッタンの街路樹が都市環境において担っている役割は大きく、高層ビルの陰に立っている街路樹も、日々街に酸素を供給し、野生動物に住み場所を与え、雨水の流路と流量を調整している。

彼女が制作した Vivid Map は、ニューヨーク市内の 52 種、59 万 2,130 本にも及ぶこれらの街路樹を、ピンポイントでマッピングしたものである。

Vivid Map が示すものの中には、どこの地区に樹が多いとか、この種類の樹はどこに密集

しているといったデータもある。だが、もっとよく見てみると、いくつか気になる傾向も読み取ることができる。

植生の均一化を避けるために、公園局はかつて、市全域に次々と外来種を植樹した。だが、こうした樹木は周辺地域に悪影響を及ぼすこともある。例えば、中国産の外来種であるマメナシはニューヨーク全域に植えられているが、悪臭の原因になるだけでなく、強風や大雪のときに、枝が折れたり倒れたりしやすい。サンディのような大型ハリケーンが来ることを考えると、マメナシをニューヨーク市内に多く植えておくのは危険である。

Vivid Map のようなデジタル・ツールは、バランスの崩れを発見し、対策を講じるのを容易にする。



図 2-2-1 ニューヨークにおけるマメナシの植生図

(出典：Vivid Map)

ニューヨーク市は 2015 年夏に新たに街路樹調査を開始し、2016 年の秋までにデータを公開する予定である。そのデータはデジタル・プラットフォーム上で統合され、リアルタイムで更新が可能な「ライブドキュメント」として機能させる計画が進められている。

しかし、人手による多大な手間と労力を要するため、データを頻繁に更新することが難しいと思われる。また、こういった種類の植物がどの位置にあるかを把握するのに適しているため、伝統的に単一同種の植生を避けている NYC などの都市には有用だといえるが、それ以外の都市で有用性があるとは限らない。

グリーンマップ (Green Maps) [12]は、1992 年、ニューヨークのエコデザイナーである Wendy. Brawer (ウエンディ・ブラウワー) によって提唱された、自分の暮らしている町の環境に良いもの／悪いものを地域の人と協力し合いながら世界共通の 125 個の「グローバルアイコン」と呼ばれる絵文字を使って地図上に表す取り組みであり、世界中で 50 か国 400 以上の都市が参加している。

アイコンには、野生生物観察地点、花の名所、湿地・湿原・干潟、バイオ利用再生施設、エコ農場、史跡・文化財、手作り住宅、リサイクル施設、散策コース、危険地帯などを表すものがある。

文献[13]では、グリーンマップの以下の 7 つの特徴を述べている。

①世界共通の言葉・アイコン

グリーンマップは世界共通の絵文字「グリーンマップ・グローバルアイコン」を使って表現することが一つの特徴であり、アイコンは親しみやすく、子供に人気のデザインで、現在 169 種類ある。シンプルなアイコンは、言葉を用いなくとも世界中で情報を交換することができるツールとなっている。

②地域を再発見

今まで環境を意識していなかった人でも、グリーンマップの視点で地域を歩くと新しい発見があり、自分が住む街がどのような地域なのかを再確認することができる。その結果、「どんな地域になれば良いか」といった、自発的に考える「気付き」を得ることができる。

③国際的な視点

グリーンマップのネットワークは世界中に広がっており、日々様々なプロジェクトが行っている。地球・環境の問題は国を超えた市民同士のやりとりによって国際的な繋がり、情報交換の機会をもつことが可能となる。

④多様性に対応

世界の様々な地域の自然や地域特有の伝統や知恵に応じて、世界共通のグローバルアイコンの他に、地域独自のローカルアイコンを作成することができる。自分の周りのある自然や文化とは異なる世界を知る機会になる。

⑤様々な目的に使える

グリーンマップのテーマは地域・活動毎に様々であり、それぞれの街や地域の特徴や問題を、自分自身の視点で捉え、考え、解決・提案するためのツールとして活用することができる。

⑥地域の環境データベースとネットワーク作り

地域の環境情報を共有することにより、地域のデータベースを蓄積していくことができる。グリーンマップより人同士の繋がりや地域のネットワークを広げ、新たなテーマや目的が生まれ、更に新しいプロジェクトに繋がっていくことが期待できる。

⑦現実を変えていくツール

グリーンマップは作成しながら、調査・分析・検討・提案するとう段階を経ることによって、現実を少しずつ変えていくことができる。現実と情報が両輪となり、ステップアップしていくことができる「成長するプログラム」として位置付けられている。

グリーンマップは、以下の様な効果を上げているとされている。

- ・ 地域-グローバル間における持続可能なネットワークの強化
- ・ 心身共に健康で環境にやさしい生活の選択肢の拡大
- ・ より多くのコミュニティに良好なイニシアチブを広げていく手助け

グリーンマップは制作自体が目的ではなく、グリーンマップにより収集された情報を検討し、住民運動や行政への提案といった働きかけに繋げ、社会状況を変えていこうというツールとなっている。

グリーンマップを制作する際は、ワークショップなどの場が必要となるが、グリーンマップのテーマは「環境」という漠然としたものであるため、参加者同士の目的意識を共有させるのに時間が掛かる。本研究は、「環境」の情報の一つである全方位緑視率の算出データをマッピングしていくという点においては同じであるが、制作したマップを住民の緑の利活用に関し、緑のネットワークを広げていくことを議論している点で異なる。

第3章 グリーンネットワークキングシステムの提案

3.1 提案システムの概要と全体構成

本章では、グリーンネットワークキングシステムを提案する。

第1章で述べたように、グリーンネットワークキングシステムは都市の緑のネットワーク形成の促進を目的としたシステムである。参加型センシングに基づき、僅かな人的コストしか要せずに多数のポイントで都市の緑の情報を収集することで、市民らの緑のリソースの活用を促進させ、緑のネットワーク形成へと繋げる。

提案システムの構成を図3-1に示す。

市民参加に基づいて緑のネットワークを形成するグリーンネットワークキングシステムの構成を説明する。図3-1に示すように、システムは4つの主要なコンポーネント、すなわち Green POI(Point Of Interest)Repository, Green Weaver Engine, Green Link Factory, Green Network Search & Mapping からなる。

Green POI Repositoryは、緑のPOI情報を蓄積管理するコンポーネントであり、緑のPOI情報とは、例えば地方自治体やNGOの提供する地域のニワの情報や、市民の投稿による緑に関連する場所の情報などである。これらをデータベース化し統合的に検索できるようにする。

Green Weaver Engine は、Green Link Factory と連携動作して POI 情報を連結するエンジンであり、位置情報が付与された緑の POI のネットワークを出力する。本コンポーネントには一定の汎用性を持たせ、異なる地域で同じコンポーネントを利用できるようにする。

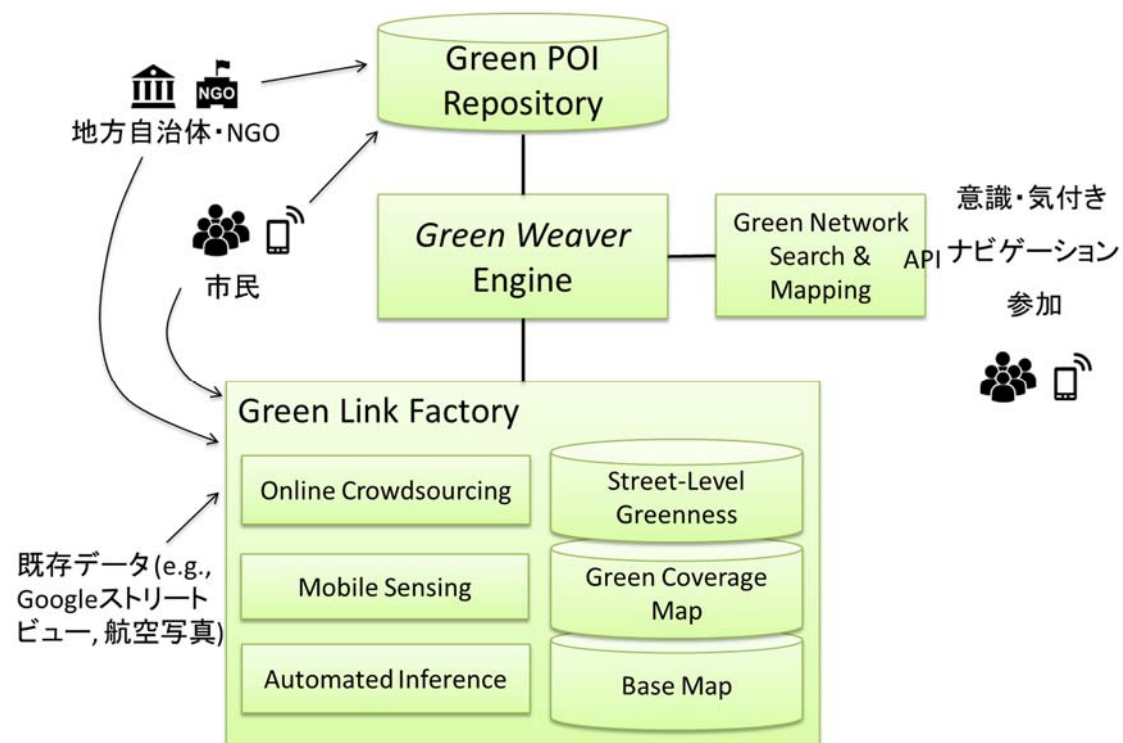


図 3-1 グリーンネットワーキングシステム全体構成図

Green Link Factory は、緑の POI 情報を連結するためのリンク抽出するコンポーネントであり、例えば緑に囲まれたルートや、樹木や緑地が視界に広がるルートなどをリンクとして抽出する。そのようなルートを抽出する際に緑被率と緑視率の2つのメトリクスを用いる。リンクの抽出に用いるデータは、地図データ、緑被率データ、緑視率データであり、それぞれ Base Map, Green Coverage Map, Street-level Greenness のデータベースとして管理を行う。地図データおよび緑被率データは既存のデータセットを利用することが可能であるため、本論文では緑視率データの取得方法に焦点を当てる。緑視率データの取得方法としては、オンラインクラウドソーシングサービス上で Google Street View などの街路空間の写真を提示し不特定多数のクラウドワーカーに緑視率を入力してもらう方法 (Online Crowdsourcing)、全天球カメラやスマートフォンを用いて一般市民等が撮影した画像から緑視率を半自動的に計算する方法 (Mobile Sensing)、車両や環境に設置されたセ

ンサやカメラのデータから緑視率を自動的に推定する方法(Automated Inference)が考えられる。本論文では、ある程度頻繁にデータを更新することが可能であり、かつ設置コストが不要でプライバシーに配慮しやすい **Mobile Sensing** を中心に議論する。

Green Network Search & Mappingコンポーネントは、地域コミュニティにおける緑のPOIや緑のPOIを連結したルート等を検索するためのアプリケーションプログラミングインタフェース(API)を提供する。我々はAPI機能をオープンな形で外部に提供し、シビックハッカー等の積極的な市民が緑に関するアウェアネスやナビゲーション、市民参加を促すような様々なアプリを自由に作成することができるようにしたいと考えている。

第4章 全天球カメラを用いた緑の情報の取得

4.1 対象地

本研究では、千葉県柏市柏の葉エリアを研究対象地とした。

4.1.1 柏市の概要

柏市は千葉県北西部の東葛西地域に位置する面積 114.74km²、人口約 41 万人（2015 年 5 月時点）の中核都市である。

柏市では、平成 17 年の京都議定書の発行を機に柏市地球温暖化対策条例を制定した。全国の中でも市民の環境に対する意識は高いとされており、市民、事業者、柏市の三者が連携しながら様々な環境活動に主体的に取り組んでいるが、温室効果ガスの排出量減少の目標達成に向けて更なる取組みの推進が必要となっている。

柏市は平成 23 年度に、全国 10 の自治体と共に、内閣府より「環境未来都市」に選定された。環境未来都市とは、政府の掲げる「新成長戦略」に基づき創設された制度で、環境、超高齢化対応等に向けた、人間中心の新たな価値を創造する、環境、社会、経済の三側面に優れた、世界に誇る先進的でより高いレベルの持続可能な都市を創るために、国が集中的に支援を行うというものである。

柏市では、公（柏市）・民（企業・市民）・学（東京大学、千葉大学等）の連携による自立した都市経営を目指している。柏市環境未来都市計画では、将来ビジョンとして環境とエネルギー問題に関する「スマートシティ」、超高齢化社会に対応する「健康長寿都市」、持続的な都市経営・日本経済再生を狙う「新産業創造都市」という 3 つを目指すべき将来像に掲

げている。

また、文献[15]によると、柏市が抱える緑地の保全・創出及びその実施に関する課題は主に次の4つが挙げられる。

① 緑地の減少

景観上重要な緑地や、キンラン・ギンラン・ジュウニヒトエなど千葉県で絶滅が危惧されている植物の自生する緑地が減少している。

② 公園の不足

首都圏のベッドタウンとして、急激に都市化が進んだため、都市公園等のインフラ整備が不十分である。平成21年度末の一人当たり公園面積は5.7㎡であり、同規模自治体の平均9.4㎡/人を下回る。

③ 公園配置の偏り

開発に伴う小規模公園は増加する一方、開発が行われる場所に偏りがあるため、公園の過密地域、空白地域が発生している。

④ 計画と実務との乖離

平成21年6月に柏市緑の基本計画が改訂されたが、計画では保全・創出を図る緑地に対し、大まかな区域の提示やゾーニング分けにとどまり、緑の基本計画で掲げている目標値をどこでどのように実現していくかまでは明らかにされていない。

これら緑地の保全・創出及びその実施に関する課題を解決し、表4-1に示す緑地の機能（効果）を効果的に発揮するため、柏市公園緑政課では「緑の配置計画」と「緑地の保全・

創出制度等適用の優先順位づけ」からなる「緑の戦略的配置プラン」を策定中である。

表 4-1 公園緑地の主な機能（効果）一覧

（文献[16]に基づいて作成した.）

存在効果	<ul style="list-style-type: none">・ 緑の適切な配置による良好な町並みの形成<ul style="list-style-type: none">・ 緑陰の提供・ 気温の緩和・ 大気汚染の改善・ 延焼の遅延や防止・ 災害時の避難場所・ 屋内外の気温の調節（省エネルギー化）<ul style="list-style-type: none">・ 流出量の調整・ 洪水の予防・ 都市景観に潤いと秩序を与える・ 行楽・観光の拠点・ 生物の生息環境
利用効果	<ul style="list-style-type: none">・ 休養・休息の場・ 子供の健全な育成の場・ 競技スポーツ・健康運動の場・ 教養・ 文化活動等様々な余暇活動の場・ 地域のコミュニティ活動・ 参加活動の場

4.1.2 柏の葉エリアの概要

柏の葉エリアは、千葉県柏市の北西部に位置しており、都心 30km 圏に位置する首都圏の郊外地域である。秋葉原と茨城県つくば市のつくば駅を結ぶ 2005 年に開通したつくばエクスプレス（以下 TX）沿線である柏の葉キャンパス駅から柏たなか駅一帯にかけての開発地区とその周辺エリア（約 13 平方キロ）である。沿線では、鉄道整備と一体となった土地区画整理事業を軸に、大規模なまちづくりが進められている。

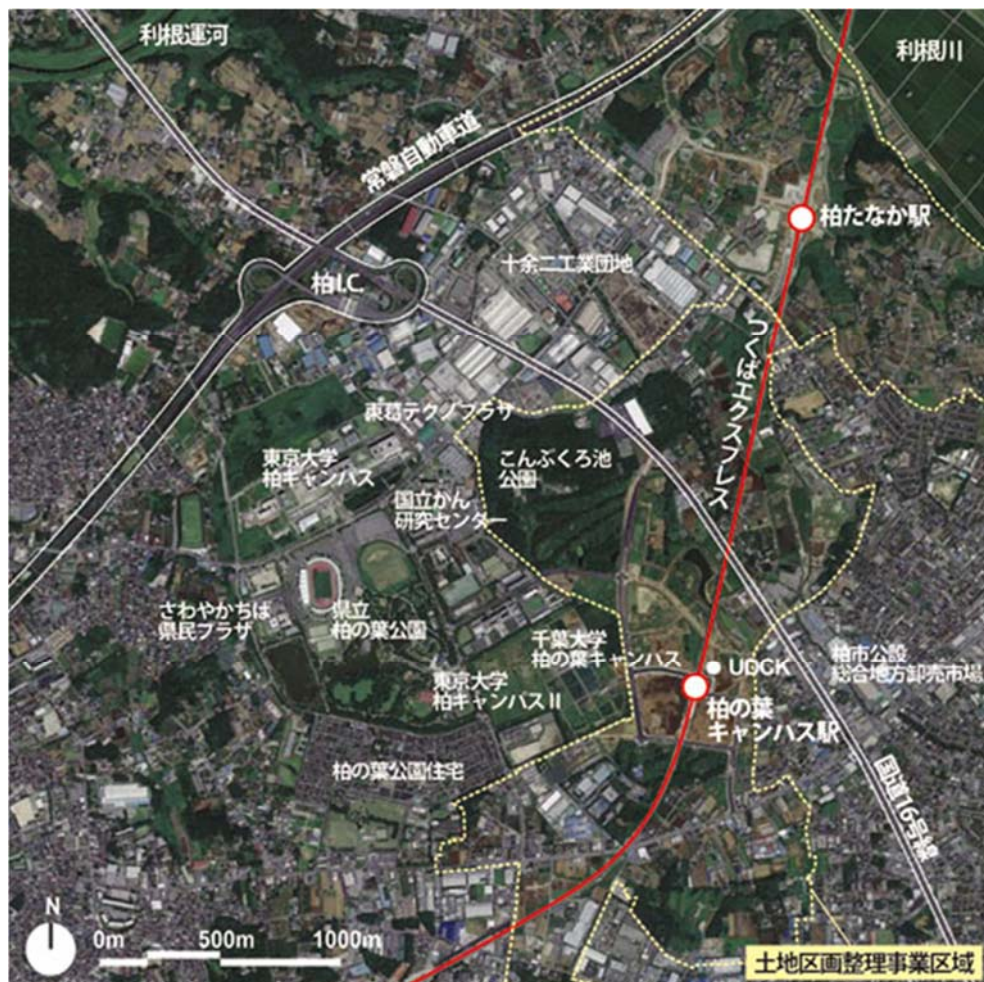


図 4-1-1 柏の葉エリア

(出典：文献[17])

柏の葉エリア内には、県立柏の葉公園，東京大学柏キャンパス，千葉大学柏の葉キャンパス，国の研究所など，様々な施設が立地しており，柏の葉を特徴づける大きな要素となっている。

2008年3月に、国際学術都市づくりに向け、柏の葉エリアにおいて、重点的に学術研究資源の活用と国際化を推進するため、具体的な目標と方針を定めた「柏の葉国際キャンパスタウン構想」が千葉県、柏市、千葉大学、東京大学の四者により策定された。

柏の葉国際キャンパスタウン構想は、公共・民間・大学が連携して国際学術研究都市・次世代環境都市の実現を目指すものである。自然と共生し、質の高いデザインを実現した持続性の高い次世代の環境都市づくり，そして、市民や企業、自治体と最先端の大学や公的研究機関が双方向に連携・交流するなかで、新たな産業や文化的価値を創造していく都市づくり，地域に暮らす全ての人々が大学と係わりを持ち，創造的環境の中で環境に優しく健康的なライフスタイルを実現できる都市づくりを目指している。

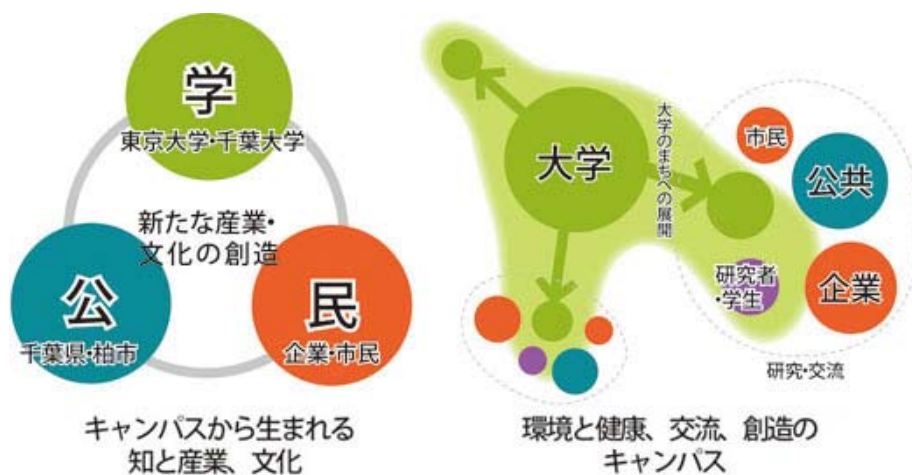


図 4-1-2 柏の葉国際キャンパスタウン構想概念図

(出典：文献[17])

構想では、理念の実現のために、環境と共生する田園都市づくり，創造的な産業空間と

文化空間の醸成，国際的な学術空間と教育空間の形成，サステイナブルな移動交通システム，キャンパスリンクによる柏の葉スタイルの創出，エリアマネジメントの実施，質の高い都市空間のデザイン，イノベーション・フィールド都市の 8 つの目標を定めている。

4.2 カシニワ制度

柏市の緑地の保全・創出に関わる代表的な取り組みとしてカシニワ制度がある。この制度の知名度を高め，効果を高めるような ICT サービスを検討するミーティングなどに参加し，柏市役所公園緑政課職員の方などとのミーティングなどに参加していく中で，本研究の着想を得た。

柏市は，平成 22 年 11 月 15 日より柏市全域を対象としてカシニワ制度の運用を開始した。

文献[18]によると，カシニワ制度は，柏市内で市民団体等の方々が手入れを行いながら主体的に利用しているオープンスペース（樹林地や空き地等）や一般公開可能な個人の庭を「カシニワ=かしわの庭・地域の庭」と位置付け，カシニワへの関わりを通じて，緑の保全・創出や人々の交流の促進，地域の魅力の向上などを図っていくことを目的としている。

カシニワ制度は具体的にはカシニワ情報バンクとカシニワ公開という二つの柱によって構成されている。

カシニワ情報バンクは，みどりの保全や創出のために，「土地を貸したい土地所有者」，「使いたい市民団体」等，支援したい人の情報の収集及び公開を行っている。カシニワ公開は，一般公開可能な地域の庭や個人の庭を市に登録してもらい，地域の庭やオープンガーデンの公開を行っている。一般公開可能な個人の庭，市民団体等の人達が緑の保全や創出のために利用している土地を登録してもらい，オープンガーデンや誰でも利用できる地域の庭として，ホームページで紹介を行う。そして多くの人に，見学や利用を通して楽しんでもらい

ながら交流を深め、緑との関わりの中で地域力を高めていくことを狙いとしている。また、カシニワ・スタイルは平成 26 年度から開始された枠組みであり、庭や広場など緑の空間で楽しむイベントをホームページで紹介することで、多くの人に柏市の緑を楽しんでもらう取り組みである。広場や庭を使った緑の楽しみ方の情報提供してもらい、ホームページ等で紹介を行うことで、緑を見て楽しむだけでなく、そこに人が集うきっかけを作ることによって柏の緑をもっと楽しんでもらうことを狙いとしている。



図 4-2-1 カシニワ概念図 (出典：柏市ホームページ)

しかし、カシニワは柏市内に点在しており、線的／面的な繋がりや広がりはまだまだ少ないように思われる。本研究では、緑を線に沿って測定することでして緑の繋がりをデータ化、可視化する。点在しているカシニワや公園緑地等を緑で繋ぐことにより、緑地の効果を高めるような相補的な効果も狙っている。

4.3 緑被率と緑視率

現在、都市において緑被率や緑視率による緑量調査等が各地方自治体等によって進められており、まだ一般化しているとは言い難いが、都市や街路における緑化計画の指針として用いられている。一般的に、緑が街路景観や住環境に良い影響を与えることが知られている。

以下に、緑被率と緑視率について説明する。

①緑被率

緑被率とは、一定の広がり地域で、樹林・草地、農地、園地などの緑で覆われている土地の面積割合で自然度を表す指標の一つである。夏に撮影した航空写真などを測定データとして用いている。

②緑視率

緑被率に対し、緑視率とは、視界の中に占める緑の割合である。平面的に緑を捉える「緑被率」に対し、空間的な実感に近い指標として考えられた概念である。人間の緑に対する満足度や意識量を把握する手段として用いられている。人間の視野の範囲で撮影した写真等を用いて、その中に占める樹木や草地等の緑の面積専有率を計測する。厳密な測定は困難であるとされており、一般的にはいくつかの視点場における計測データで代表させる。

緑の多さは都市の住み心地の良さや魅力を高める大きな要素であるが、景観や環境に配慮し、目に見える緑の量を増やす動きが官民で広がっている。

文献[20]によると、東京に比べて緑が少ないといわれている大阪では2013年に巨大な

緑のモニュメントが相次いで誕生している。発案したのはいずれも建築家の安藤忠雄氏である。6月にはダイワハウスグループがJR大阪駅前の高層ビル「大阪マルビル」(大阪市)の壁面を植物で覆うプロジェクト「都市の大樹」を6階(地上約30m)まで完成させた。ツタやカズラが成長して将来は30階(地上約124m)まで緑の塔にする予定となっている。



図 4-3-1 大阪マルビル「都市の大樹」

(出典：大和ハウス工業株式会社)

11月には積水ハウスが「新梅田シティ」(大阪市)に「希望の壁」を設置した。ヤブツバキ、ヤマブキ、フジなど約100種類2万本以上の植物をプランターなどに植えて、高さ9m、長さ98m、奥行き3mの巨大な壁の緑を形作っている。

地価の高い大阪などの大都市で緑地を急に増やすのは難しい。そこで大阪府や大阪市は視界に入る緑の量の割合を示す「緑視率」に着目した。従来は緑の量の多さを示す指標には、

敷地面積のうち樹木や芝生など緑に覆われた部分を示す緑被率を指標に使ってきたが、実際に目に見える緑の量とは落差が生じる。緑視率が緑化指標の一つに加えられたのは、壁面緑化などを増やすことにより実感できる緑の緑が増えるためである。文献[21]によると、国土交通省の社会実験調査では、緑視率が 25%を超えると緑が多いと感じられるようになると述べている。

4.4 全天球カメラとスマートフォンを用いた緑の情報の取得

航空写真の画像解析に加え、スマートフォンやクラウドソーシングにより収集したデータからグリーンマップを作成し、柏の葉エリアの緑地の繋がりを可視化させる。

図 4-4-2 は全天球画像の撮影が可能な全天球カメラ（RICOH THETA m15）を、歩行者の目線の高さを地上約 150cm から 170 cm と設定し、カメラレンズがその高さになるように、セルフィー（自撮り）用スティック一脚（ETSUMI E-6626）とハンドルバーマウント（SONY VCT-HM1）を用いて自転車のハンドル部分に垂直に設置したものである。この撮影装置を用いて柏市内を走行することにより、あるポイントにおける全方位の画像を取得することが可能となる。撮影場所の位置情報は全天球カメラと Wi-Fi 接続したスマートフォンなどにより取得することが可能である。



図 4-4-1 全天球カメラ（RICOH THETA m15）



図 4-4-2 全天球カメラを用いた撮影装置

図 4-4-3 は実際に全天球カメラをオートモードに設定し撮影した，周囲 360 度の景観を

写した写真サンプルである。



図 4-4-3 全天球カメラで撮影した写真サンプル

8月7日と10月20日の2回に分けて830枚の画像を撮影した。天候は両日ともに晴れであった。10月20日は樹木の葉は散っておらず、葉の色も変わっていなかった。図4-4-4は対象エリア内での撮影地点を示している。緑色のアイコンは8月7日、赤色のアイコンは10月20日の撮影ポイントを示している。

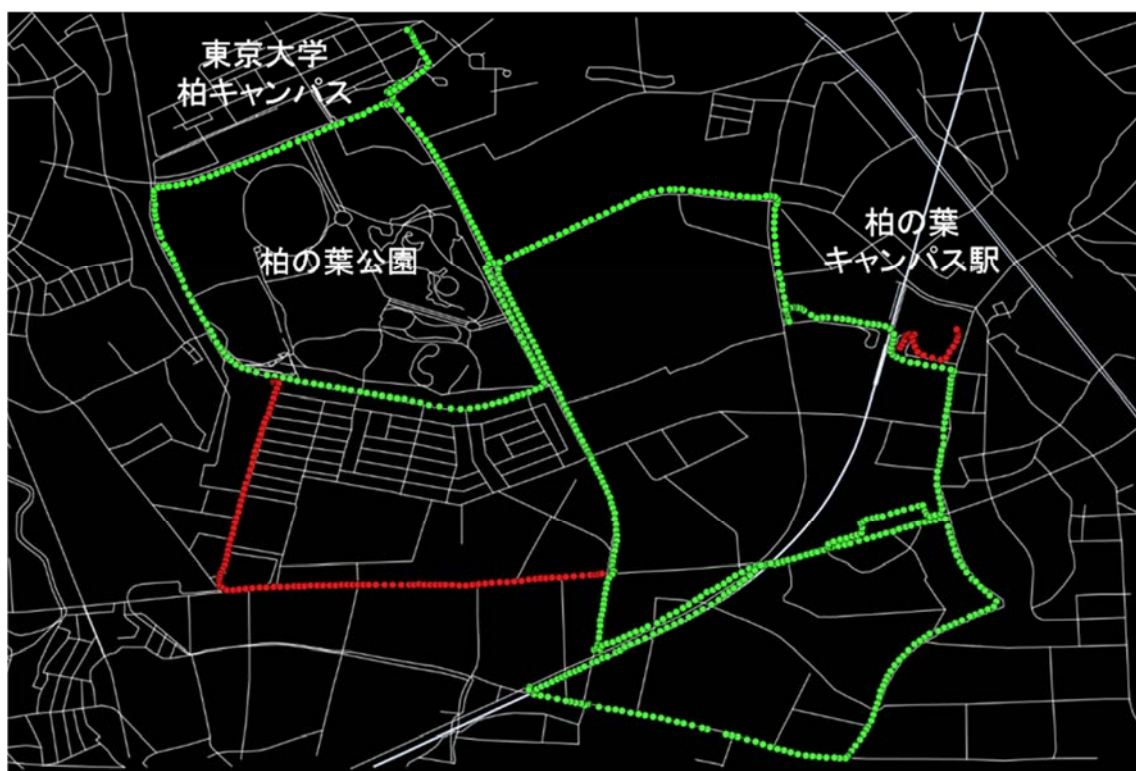


図 4-4-4 撮影ポイント

第5章 画像処理による全方位緑視率の算出

本研究では、前後左右上下、全方位の緑の可視率を「全方位緑視率」と定義する。第4章で撮影した写真を用いて、その画像に緑が写っている割合を算出する。

緑視率の算出までに至る画像処理は、樹木や緑地に似た色の画素（以下、「緑画素」と呼ぶ）を検出する色解析モジュールと、面積の歪みを補正する正積化モジュール、複雑なエッジを持つ画像領域を検出するフラクタル次元解析モジュールから構成される。それぞれの詳細について以下で述べる。

5.1 緑画素の検出

色解析モジュールでは、RGB色空間の画像を入力し、その画像に含まれる各画素に対してそれが樹木や緑地の色と近いものを抽出する。

5.1.1 H-S ヒストグラムの作成

樹木や緑地に近い色という概念を数値的に定量化するために、樹木や緑地の色がどのような分布を取るかを表すヒストグラムを作成する。

ヒストグラムを作成するために、第4章で撮影した写真の中から樹木や緑地の写っている画像を多数集め、それらの画像から緑が含まれる領域（96×96のサイズ）を切り出す。本研究では、樹木や緑地が矩形領域全体に写っており、かつ、樹木の枝や空などができるだけ含まれていないものを選択するようにした。以下、この矩形領域を「緑領域」と呼ぶこととする。

図 5-1-1 に多数の画像から抽出された緑領域（計 25 個）の例を示す。



図 5-1-1 抽出された緑領域の例

次に、収集した多数の緑領域（計 429 個）から画素として出現する色の分布を示すヒストグラムを作成する。

まず、各緑領域を RGB 色空間から HSV 色空間へと変換する。以下、「RGB 色空間」、「HSV 色空間色空間」、「RGB から HSV への変換」それぞれの説明を述べる。

① RGB 色空間

RGB 色空間とは、色の表現法の一つであり、赤 (Red)、緑 (Green)、青 (Blue) の 3 つの原色を混ぜて幅広い色を再現する加法混合の一種である。RGB は三原色の頭文字である。Web 上やソフトウェアなどで頻繁に使用されており、ブラウン管 (CRT) や液晶ディスプレイ

レイ (LCD), デジタルカメラなどで画像再現に使われている.

② HSV 色空間

HSV 色空間はコンピュータ上から簡単に色の彩度や明度を計算できるように作り出された色空間であり, 色相(Hue), 彩度(Saturation), 明度(Value)の 3 つの成分からなる.

色相は色の種類 (例えば赤, 青, 黄色) を表し, 0 から 360 の範囲 (アプリケーションによっては 0~100%に正規化されることもある) の値を取る.

彩度は色の鮮やかさを表し, 0~100%の範囲の値を取る. 色の彩度の低下につれて灰色さが顕著になり, くすんだ色が現れる.

明度は色の明るさを表し, 0~100%の範囲の値を取る.

③ RGB から HSV への変換

R, G および B が 0.0 を最小値, 1.0 を最大値とする 0.0~1.0 の範囲にあり, (R,G,B)で定義された色が与えられたとすると, それに相当する(H,S,V)は次のような数式により決定することができる.

R,G,B の 3 つの値のうち, 最大のものを MAX, 最小のものを MIN とすると, この式は次のように書くことができる.

$$H = \begin{cases} \text{undefined}, & \text{if } MIN = MAX \\ 60 \times \frac{G-R}{MAX-MIN} + 60, & \text{if } MIN = B \\ 60 \times \frac{B-G}{MAX-MIN} + 180, & \text{if } MIN = R \\ 60 \times \frac{(R-B)}{(MAX-MIN)} + 300, & \text{if } MIN = G \end{cases} \quad (5.1.1)$$

$$V = MAX \quad (5.1.2)$$

$$\text{円錐モデル} \quad S = \text{MAX}-\text{MIN} \quad (5.1.3)$$

$$\text{円柱モデル} \quad S = \frac{\text{MAX}-\text{MIN}}{\text{MAX}} \quad (5.1.4)$$

結果は(H,S,V)形式で導出される．Hは0.0～360.0の範囲で変化し，色相が示された色環に沿った角度で表現される．S及びVは0.0～1.0の範囲で変化する彩度および明度である．

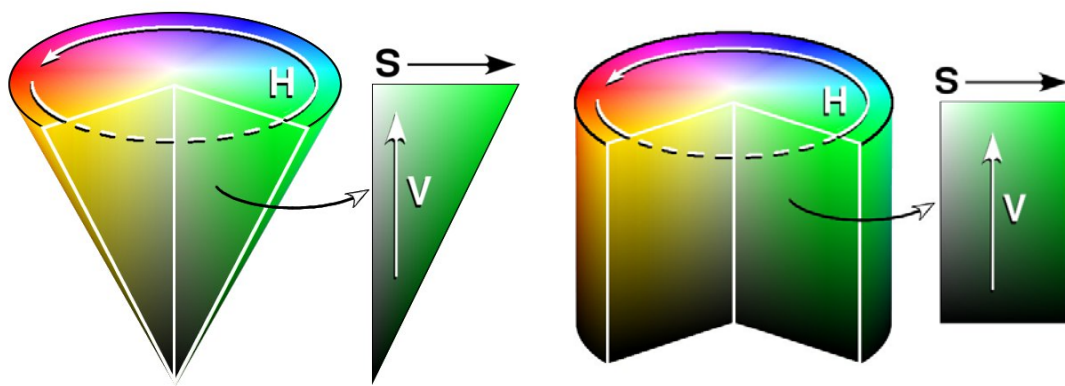


図 5-1-2 錐体の HSV 色空間と円柱の HSV 色空間

(出典：Wikipedia「HSV 色空間」)

RGB 色空間から HSV 色空間への変換後，各緑領域に含まれる全ての画素について，H（色相）と S（彩度）に関する二次元のベクトル上での出現頻度をカウントした．

文献[9]によると，V（明度）については，車両の進行方向（順光か逆光か）や天候の影響により光のあたり方が異なり，それに応じて様々な値を取りうる事が分かっているため，ヒストグラムの作成には利用しないこととした．

図 5-1-3 は H と S の値の最小が 0，最大が 100 となるように作成し，出現回数をカウントした H-S ヒストグラムである．

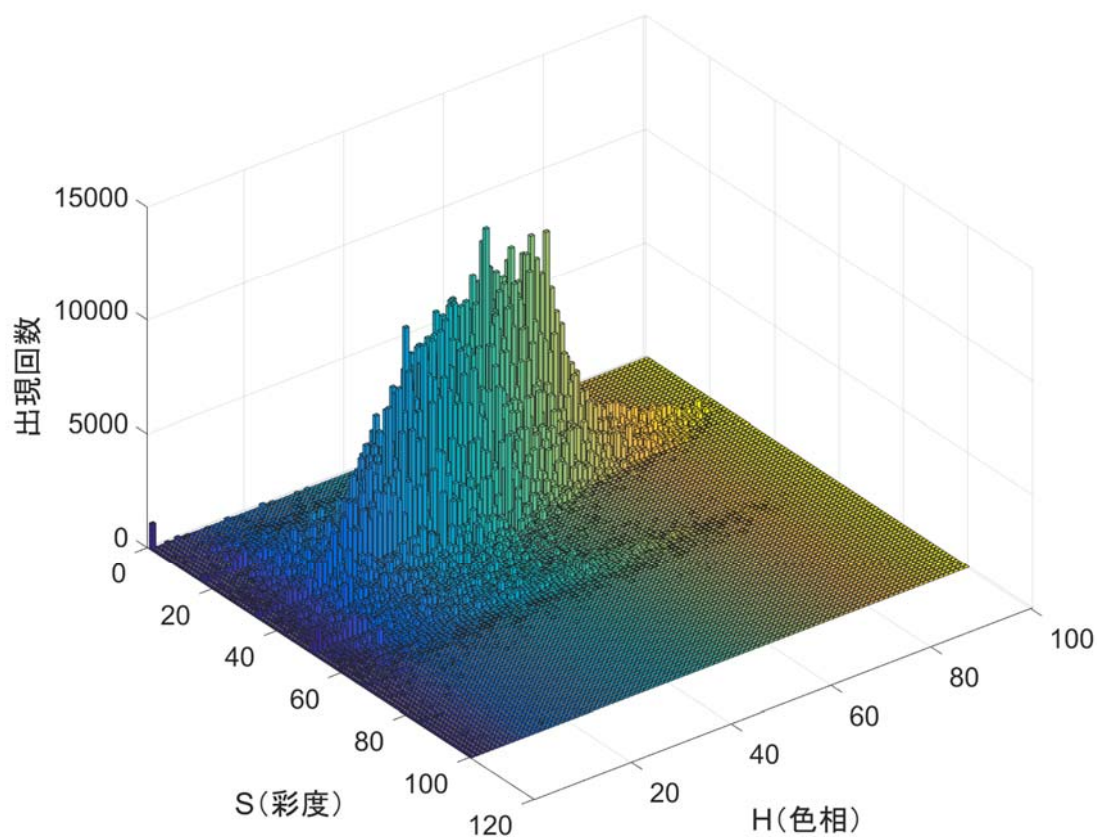


図 5-1-3 H-S ヒストグラム (出現回数)

なお、図 5-1-3 は計 429 個の緑領域から作成されたものである。

H と S が 0～1 の実数値を取るよう正規化したところ, H は最大値 0.3833, 最小値 0.2396, S は最大値 0.5942, 最小値 0.1628 となった。

5.1.2 ランベルト正積円筒図法への変換

第 4 章で撮影した写真の画像は図 4-4-2 のように正距円筒図法で保存される。この図法は緯度・経度をそれぞれ地図の縦・横にそのまま読み替えたものであり、標準緯線から離れるほど横の長さが拡大されてしまうので、面積や角度は正しくなっていない。

そこで、保存された 830 枚の画像全てを正距円筒図法からランベルト正積円筒図法へと

変換した。

ランベルト正積円筒図法とは、投影法の一つであり、円筒図法的一种である。主に世界全体の分布図に用いられている。縦方向には間隔が一定の経線、横方向には高緯度ほど間隔が狭まる緯線が描かれており、どこも直交している。面積が正しく表されるように、経線の間隔を一定にして緯線の間隔を高緯度ほど小さくした図法である。高緯度ほど横に大きく広がって示されるので、形は正しくない。

横座標を x 、縦座標を y 、経度を λ 、緯度を ϕ 及び地球の半径を R とすると、変換式は以下のように表される。

$$x = R \sin \phi \quad (5.1.5)$$

$$y = R \lambda \quad (5.1.6)$$

正距円筒図法からランベルト正積円筒図法に変換した写真のサンプルとして、変換前と変換後の画像を図 5-1-4 に示す。第 4 章で撮影した 830 枚の写真全てをランベルト正積円筒図法に変換した。



変換前



変換後

図 5-1-4 ランベルト正積円筒図法変換前後の画像サンプル

5.2 フラクタル次元解析によるフィルタリング

また、画像内に緑画素とよく似た色を持つオブジェクト（例えば建物や看板、自動車などの人工物）が存在すると、色解析の際に誤って高い数値を出してしまう可能性がある。そこ

で本節では、フラクタル次元解析を用いて、樹木や緑地がある領域のような複雑なエッジを持つ領域を特定する方法について述べる。

フラクタルとは、数学者ブノワ・マンデルブロによって導入された自己相似という概念であり、自己相似性を有する図形はフラクタルと呼ばれる。自己相似とは任意の部分を拡大すると、他の部分または全体と形が一致する性質のことである。

本研究では、前節においてランベルト正積円筒図法に変換した画像を対象にフラクタル次元解析を行い、ある閾値を超える領域のみに対して色解析を行う。

図 5-2-1 は画像内に樹木や緑地と似た色のオブジェクトが存在する画像サンプルである。工事用バリケードの色が緑色に塗られており、このまま色解析を行ってしまうと誤って緑視率が高く算出されてしまう。

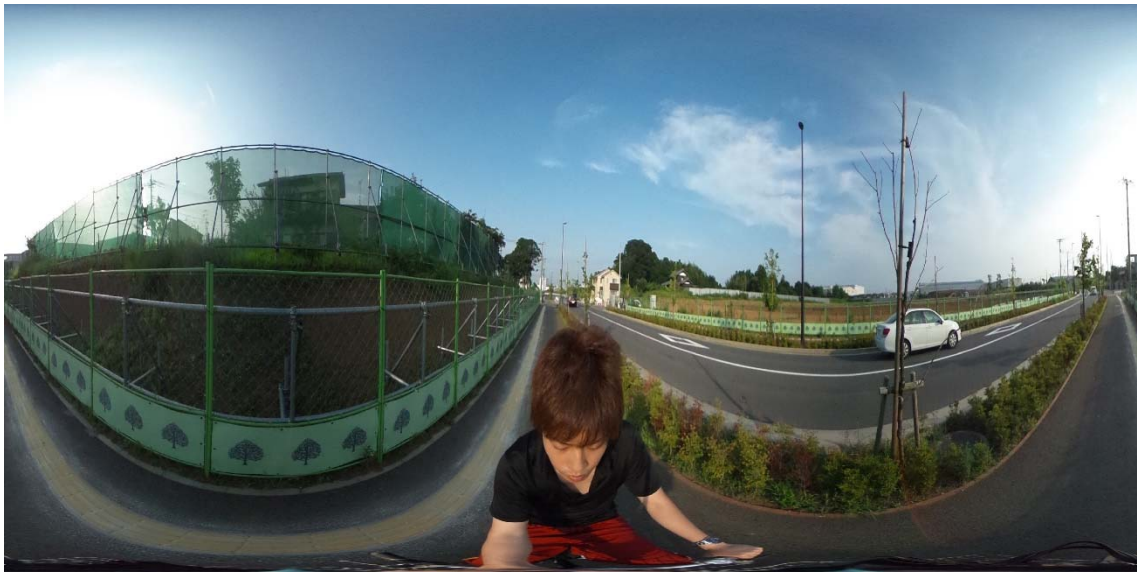


図 5-2-1 樹木や緑地と似た色のオブジェクトが存在する画像サンプル

フラクタル次元解析を行う前に、画像に対しエッジ検出アルゴリズムを適用し、結果を 2 値画像に保存する。

図 5-2-2 に、図 5-2-1 のエッジ検出の結果を示す。本研究において、エッジ検出のアルゴ

リズムとして Canny 法を適応した.



図 5-2-2 2 値化した画像サンプル

次に, 2 値画像をグリッド状に分割し, 同一サイズの複数の正方形領域を作成した. そして, 各領域においてフラクタル次元の値を求め, ある閾値を超える領域のみに対して色解析を行う. 本研究において, フラクタル次元の算出する方法にボックスカウンティング法を用いた.

ボックスカウンティング法は, 平面上に複雑な図形がある時に, 図形上にある大きさの正方形を重ね合わせ, その正方形の一辺の長さを変化させ, 正方形と図形が重なる数からフラクタル次元を求める方法である.

ボックスカウンティング法では対象画像を 2 値化し, 一辺の大きさが r の正方形の小領域に分割した後, 対象となる図形を含む小領域の個数 $N(r)$ を数えることによってフラクタル次元を求める. 具体的には次の手順で計算する.

小領域の一辺の大きさを $1 (=2^0)$, $2 (=2^1)$, $4 (=2^2)$, $8 (=2^3)$, $16 (=2^4)$, $32 (=2^5)$, $64 (=$

2^6 , $128(=2^7)$, ..., $r (=2^n)$ として順次画像を分割し、対象となる図形を含む小領域の個数 $N(r)$ をそれぞれ計算する。

次に、 $N(r)=K \times r^D$ の関係を満たす D を最小二乗法で求める。この D がフラクタル次元である。

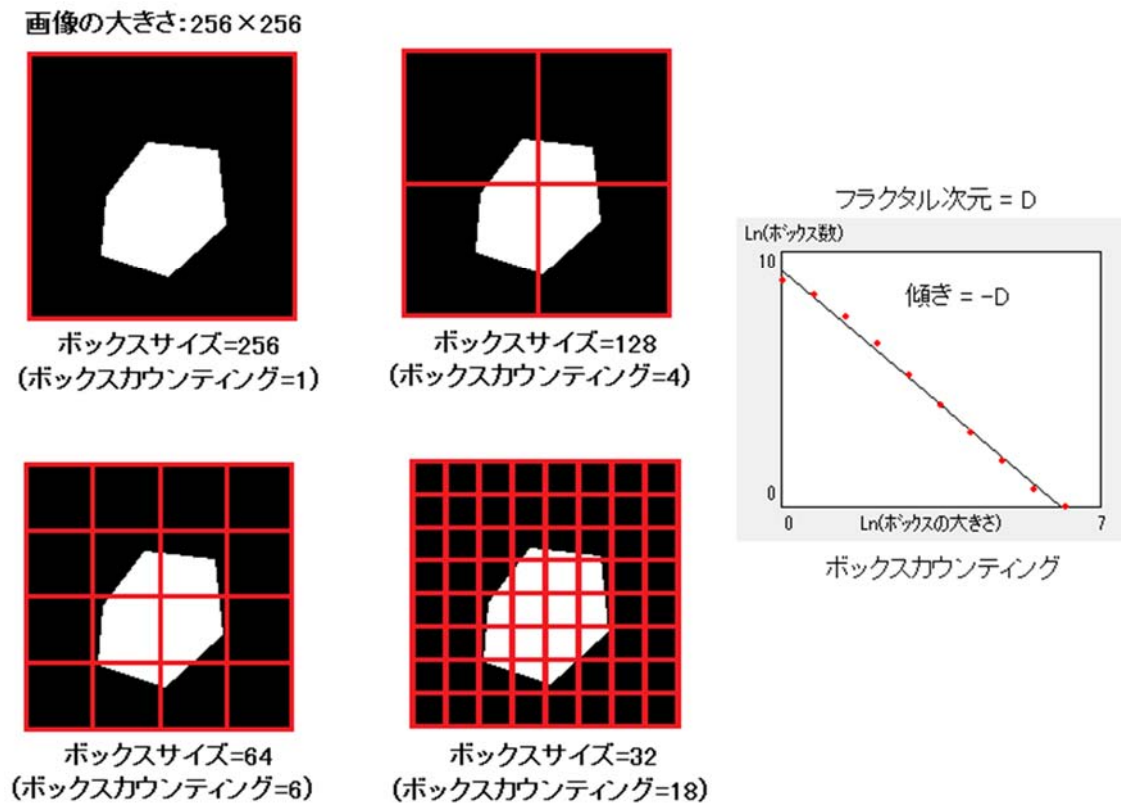


図 5-2-3 ボックスカウンティング法の概念図

(出典：文献[22])

また、フラクタル次元の閾値は 2.48 とし、各正方形領域のサイズは 80×80 とした。

図 5-2-4 に、フラクタル次元解析の結果、フラクタル次元が 2.48 以上になった正方形領域を赤線で囲ったものを示す。

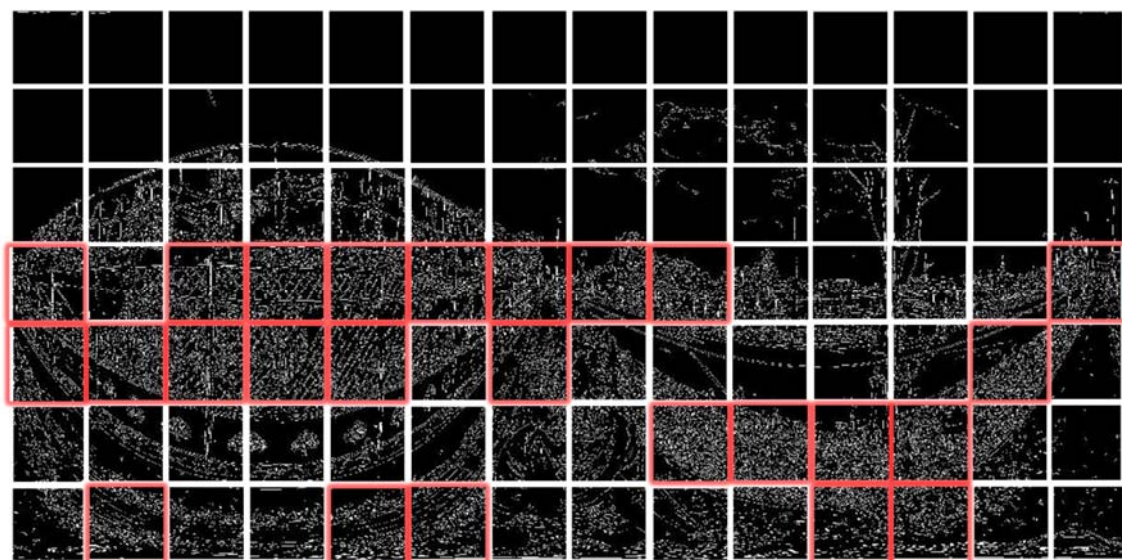


図 5-2-4 フラクタル次元解析の結果

5.3 全方位緑視率の算出

画像全体のうち緑画素の占める割合（全方位緑視率）の算出においては、本来であれば H-S ヒストグラムを用いて、入力画像に含まれる各画素が植物の緑に近い色であるかどうかを数値化することによって求める。

本研究においては、作業の容易さから、指定した色領域の抽出処理を行った。

作成した H-S ヒストグラムでは取りうる値を 0～255 の範囲に設定した場合、H（色相）は 40～100、S（彩度）は 40～152 の値を取った。この値を閾値に設定し、色抽出をかけたところ、植物の大部分を省いた抽出結果が出てしまったため、色抽出においては S（彩度）の閾値設定は行わないこととした。

H（色相）の閾値を 40～100 に定め、色抽出を行い、抽出された部分が画面全体のうちのくらいの割合を占めるかを数値化した。なお、抽出した割合の結果は自動的に画面に表示される。

色抽出結果の画像サンプルを図 5-3-1 に示す。

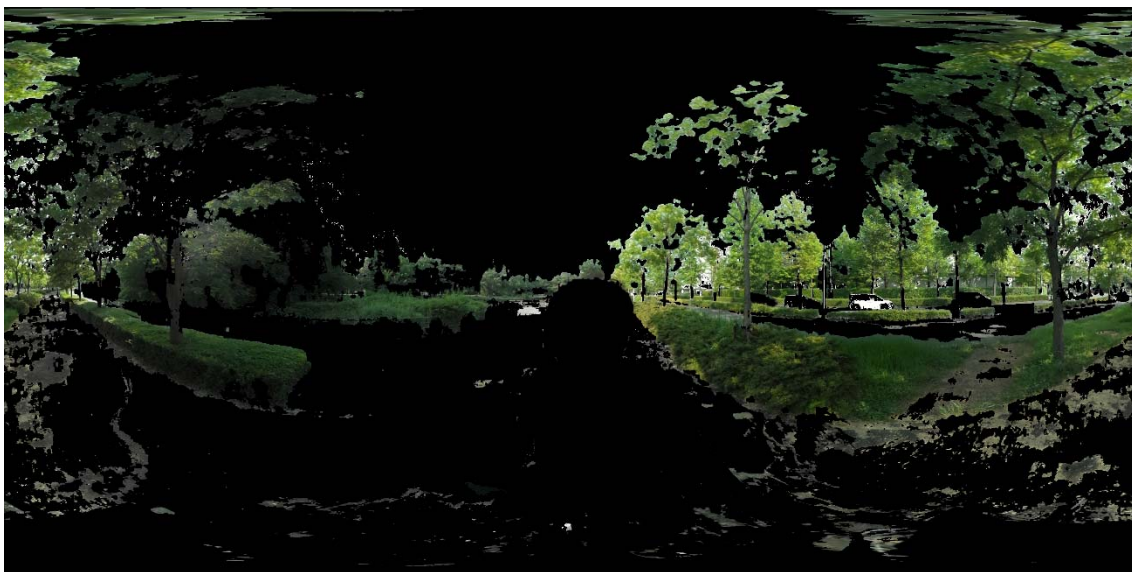


図 5-3-1 色抽出した画像サンプル

830 枚の画像から得た全方位緑視率の算出結果のヒストグラムを図 5-3-2 に示す。

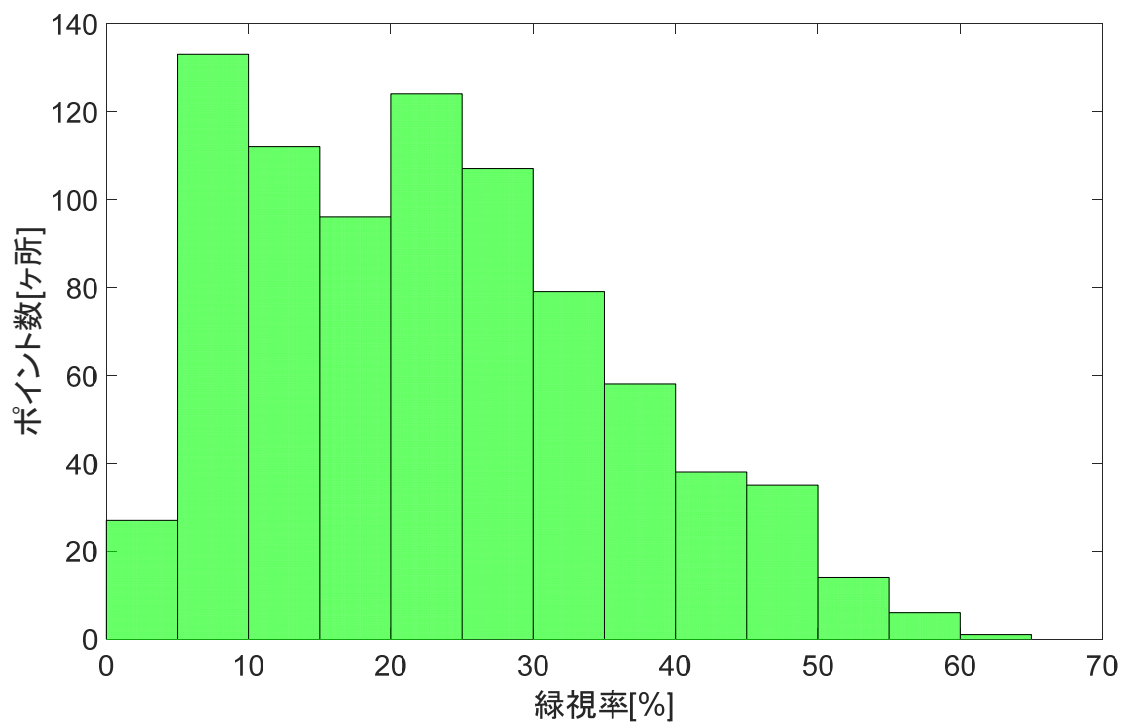


図 5-3-2 全方位緑視率のヒストグラム

第6章 マッピングとナビゲーションサンプルの作成

6.1 全方位緑視率マップの作成

第5章で算出した全方位緑視率をもとに、全方位緑視率マップを作成した。

表 6-1-1 クラス一覧

クラス名	選択基準
C1	全方位緑視率が 10%未満
C2	全方位緑視率が 10%以上～20%未満
C3	全方位緑視率が 20%以上～30%未満
C4	全方位緑視率が 30%以上～40%未満
C5	全方位緑視率が 40%以上～50%未満
C6	全方位緑視率が 50%以上～60%未満
C7	全方位緑視率が 60%以上

表 6-1-1 の選択基準に基づいて 7 つのクラスに分類を行った。各クラスの画像例を図 6-1-1 に示す。なお、画像はランベルト変換を行う前のものである。

シンボルをマッピングしたものを図 6-1-2 に示す。シンボルは全方位緑視率の高いポイントほど大きく濃く 7 段階に表示されている。



C1

C2



C3

C4



C5

C6



C7

図 6-1-1 各クラスの画像例

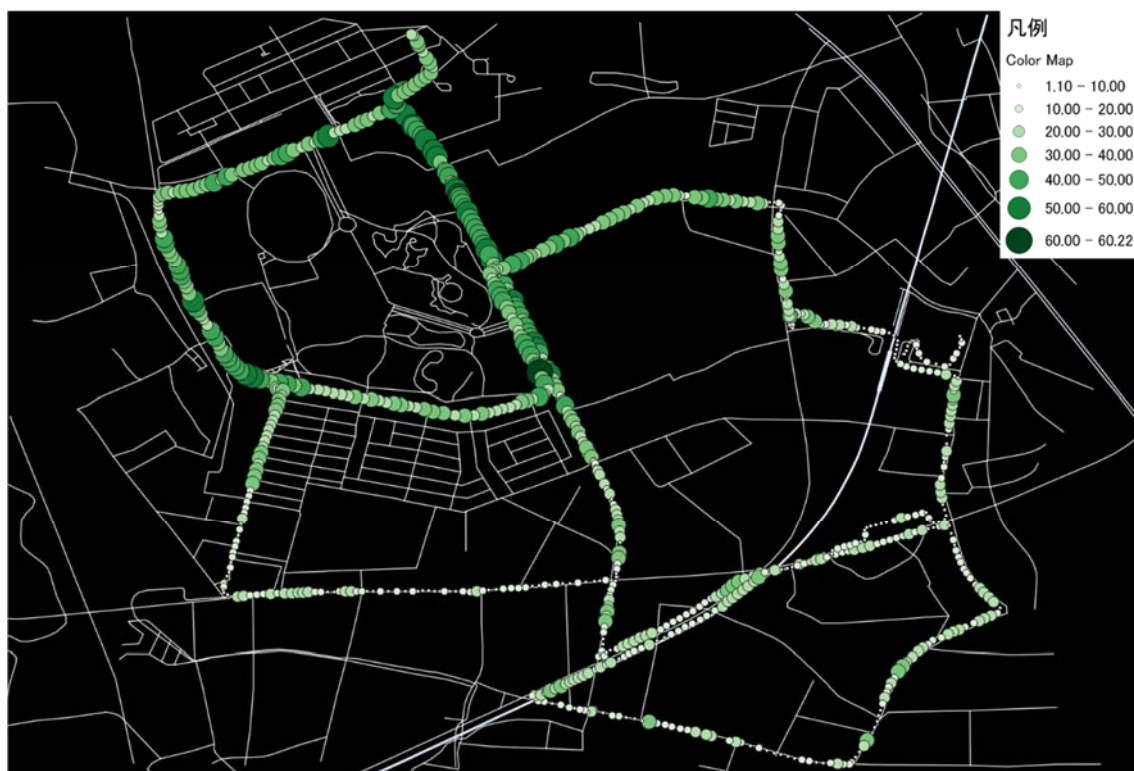


図 6-1-2 全方位緑視率マップ

図 6-1-2 を見てみると、柏の葉キャンパス駅周辺や住宅地前の道沿いなどは全方位緑視率のクラスが C1 と C2 のポイントが多い。一方、柏の葉公園の周辺の道沿いは全方位緑視率のクラスが C3～C5 のポイントが多いことが分かる。

撮影エリア全体を見た場合、北西地域の全方位緑視率が高く、南東地域は低くなっているようにとれる。

また、撮影したエリアの範囲には第 4 章で述べたカシニワのオープンガーデンであるガゼボガーデンと青空クラブが含まれていた。図 6-1-3 はその 2 つの周辺エリアを拡大したマップであるが、全方位緑視率のクラスが C1 と C2 のポイントが多く、カシニワが孤立するように存在していることが分かる。

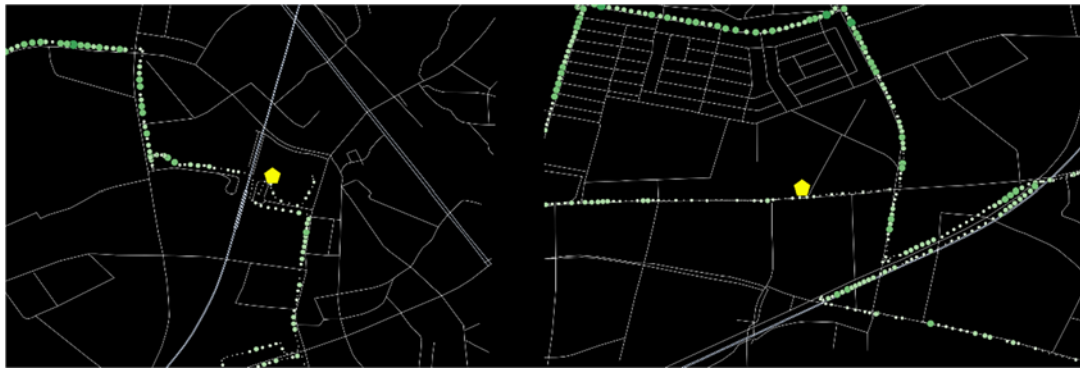


図 6-1-3 ガゼボガーデン（左）と青空クラブ（右）の周辺マップ

6.2 緑被分布と全方位緑視率の比較

図 6-2-1 は柏市流山エリア緑被分布を表したものである。

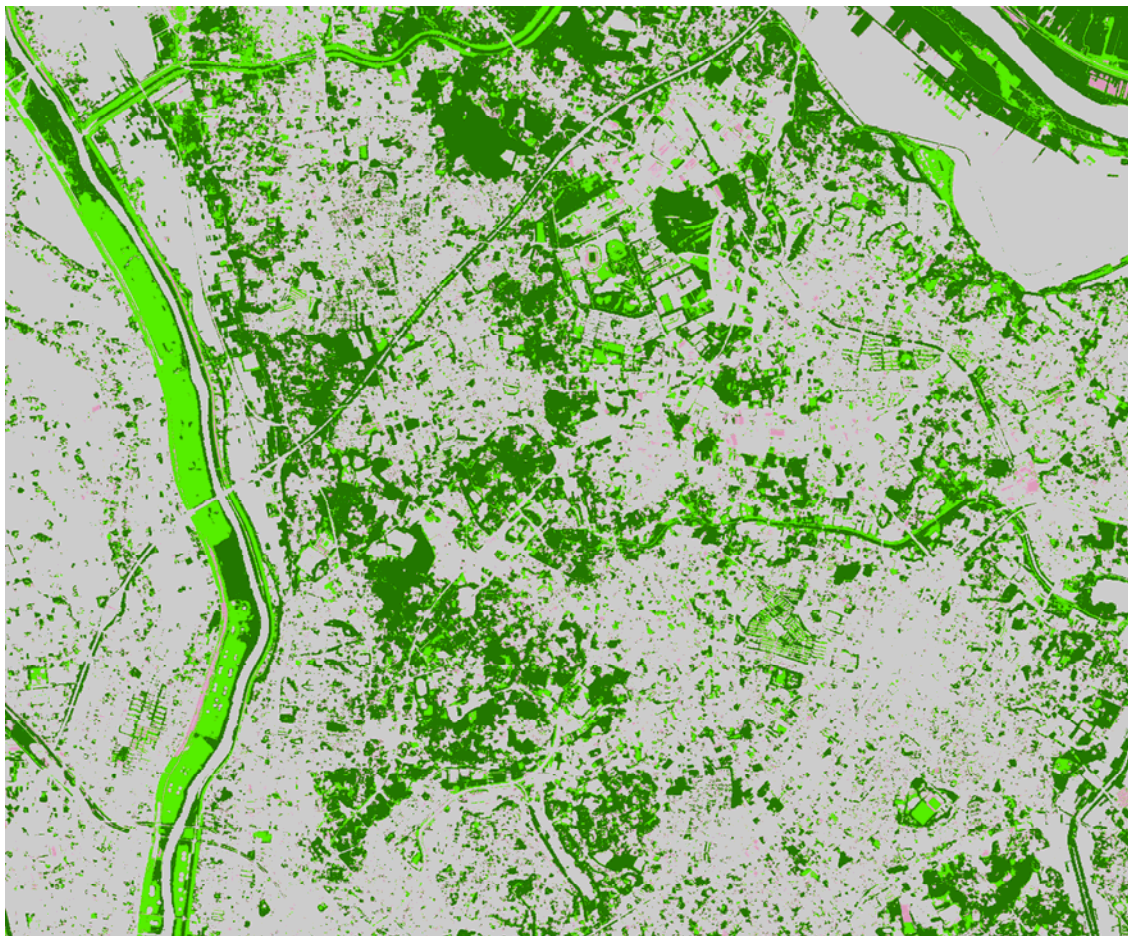


図 6-2-1 柏市流山エリア緑被分布図（緑被分布図,国土交通省都市・地域整備局,2007）

この地図の作成に当たっては、国土地理院長の承認を得て、同院発行の数値地図 5000(土地利用)及び数値地図 2500
(空間データ基盤)を使用したものである。(承認番号平 19 総使、第 450 号)

※：元データ (株) デジタル・アース・テクノロジー 所有

衛星画像で解析できない範囲以外：元データ ©CNES2005/Tokyo Spot Image Distribution

※衛星画像で解析できない範囲は凡例色を赤系統で表示

図 6-2-2 は、図 6-2-1 と図 6-1-2 を重ねあわせて作成した緑被分布と全方位緑視率の比較マップである。



図 6-2-2 緑被分布と全方位緑視率の比較マップ

全体的に見ると、緑被分布と全方位緑視率是对应しているように思われる。

一方、緑被分布と全方位緑視率が適合していないポイントも散見される。

例えば、緑被分布が散在しているエリアで全方位緑視率が高い値を示しているのは、図 6-2-3 左の画像のように、高い木に囲まれるようになっており、道の上に木々が覆いかぶさるようになっているポイントであった。緑被分布が密集しているエリアで全方位緑視率が低い値を示しているのは、図 6-2-3 右の画像のように周辺に高い建物などがあり、緑地を遮蔽しているポイントであった。



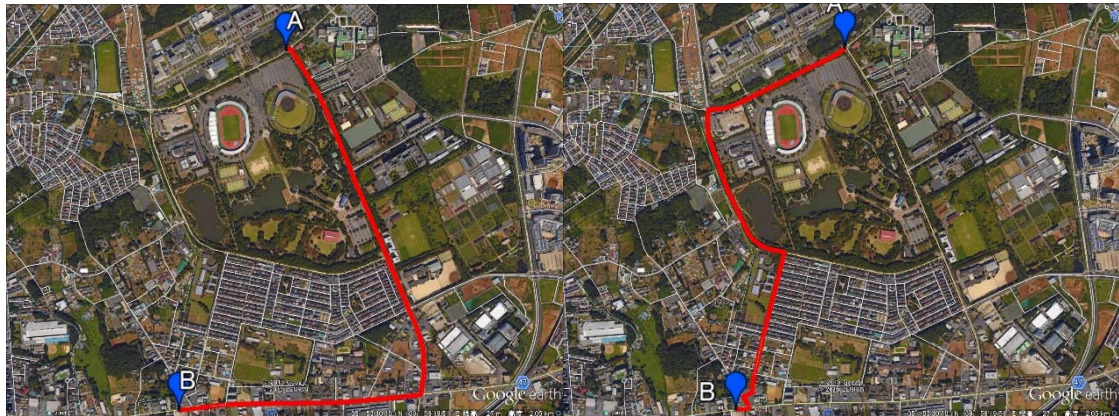
図 6-2-3 緑被分布と全方位緑視率が適合していないポイントの画像サンプル

なお，南東エリアにおいて，緑被分布が密集しているポイントで全方位緑視率が低い値を示しているのは，2012 年に柏の葉小学校が開校したように，その周辺エリアで開発が進んだため，2007 年の緑被分布図の緑被分布と現在の緑被分布が異なっているためだと思われる．

緑被分布図は面のみの 2D であり高さの情報がなく，緑被分布図から得られるそのポイントの情報と，実際にそのポイントで得られる緑の情報は異なることが分かった．一方，全方位緑視率はそのポイントにおける 3D の情報である．

6.3 ナビゲーションサンプルの作成

前章で得た全方位緑視率の結果を元に，2 つの地点を繋ぐルートサンプルを図 6-3-1 に示す．3 つのルートは全方位緑視率マップにマッピングされている地点を通り，かつ同程度の距離になるように作成した．A 地点は東京大学柏キャンパス総合研究棟前，B 地点はファミリーマート流山八木店である．



ルート 1

ルート 2



ルート 3

図 6-3-1 ナビゲーションサンプル

各ルートにおいて、A 地点から B 地点までのポイントの全方位緑視率の平均を算出したものを表 6-3-1 に示す。

表 6-3-1 各ルートの平均全方位緑視率

	ルート 1	ルート 2	ルート 3
平均全方位緑視率	19.56	29.67	32.44

この結果から、A 地点と B 地点を繋ぐルート 3 つの中では、ルート 3 が最も全方位緑視

率が高いことが分かる．

また前述したように，緑被分布は 2D で高さの情報がないため，図 6・2・1 の緑被分布図のみでこのような緑のルートを正しく算出することは困難であると思われる．

第7章 結論

7.1 研究の成果

本研究では、緑のマッピングとネットワークのための参加型システムであるグリーンネットワークシステムを実現するために、全天球カメラとスマートフォンを用いた全方位緑視率の測定手法を提案した。全天球カメラを用いた撮影装置によって多数のポイントにおける画像を一挙に収集し処理することで、従来の緑視率の測定のように、人海戦術で少量のポイントのみで計測するのではなく、多大な人的コストを掛けることなく多数のポイントにおける全方位緑視率を測定することができた。航空写真等では得ることのできない、特定のポイントにおける全方位緑視率を測定することにより、歩行者が実際に感じる緑の量を測定した。更に、緑の利活用の例として、得られた全方位緑視率のデータを用いてナビゲーションサンプルを作成した。

緑のエリアを緑のルートで繋ぐことにより、例えば、市民や地域への訪問者は緑のルートを使っていくつかの緑地を渡り歩く予定を立て、実行することができる。そして、それは地域コミュニティへの訪問者を増加させることや、住民の気付きや緑の資源の利活用の促進などに繋がる。また、緑のネットワークの分析を行うことにより、戦略的な干渉を必要とするような重要な緑の資源やルートなどを明らかにすることができる。

前章で述べたように、例えば緑があるにも関わらず建物で隠れてしまっているようなポイントを可視化して示すことにより、都市の緑化を進める上でより効果的なプランを立てることができる。単純に面的な緑に焦点を当て緑被率を増やそうとするのではなく、緑視率を意識した緑化計画を立て実行する動きが広まれば、各都市の中に効果的な緑地が広がっていくことが期待できる。緑被率に比べ緑視率は比較的容易に、外から見える家の庭の緑を増

やすなど住民が参加型で変えていくこともできるので、緑のネットワークを可視化させ、住民が街の緑の繋がりを意識できるようになれば、住民参加型で街の「緑のネットワーク化」が進んでいくことが期待される。

緑のネットワークの形成は、ヒートアイランド対策のみならず、良質な都市景観の創出という観点からも、持続可能なまちづくりを可能にする。住民が緑のネットワークを意識しながら自主的にまちづくりに参加していくことにより、持続可能なコミュニティの醸成を期待することができる。

7.2 考察

広範囲の緑の実態を簡易的に地上から把握するため、本研究では全天球カメラとスマートフォンを用いた手法により全方位緑視率を算出した。結果、航空写真等からでは得ることのできない緑の情報を得ることができた。第 3 章で提案したグリーンネットワーキングシステムの Green Link Factory コンポーネントの、緑の既存データと新規データの収集、処理からルート抽出までの部分を行った。

また、本研究は対象地を柏の葉エリアとして行ったが、全方位緑視率の算出は他のエリアでも同様にして可能である。

7.2.1 システムの一般化

本研究においては、写真の収集から全方位緑視率の算出までを著者一人で行ったが、更に広範囲に渡って全方位緑被率マップを作成する場合、このシステムをより一般化していくことが求められる。画像の収集においてはスマートフォン内蔵のカメラで 4 方向の写真

で代用し、全方位緑視率の算出においては算出までの処理を自動化し、画像を入力すると自動的に緑視率が算出されるようなシステムの改善等が求められる。また、「Google Street View」は写り込んでいる人にモザイクをかける等の処理を行いプライバシーの面に配慮を行っているが、同様にして、撮影した写真に写っている一般の人や撮影者のプライバシーを守る配慮が必要となると思われる。

7.2.2 天空率

第4章で撮影した写真は、全天球カメラ RICOH THETA の専用のソフトを用いることによって図 7-2-1 のような同心円状に天空をマッピングした天空図に変換して表示することができる。



図 7-2-1 RICOH THETA の専用ソフトで表示した天空図サンプル

本研究においては天空率へのアプローチは行わなかったが、建築学への環境工学的・心理学的なアプローチにおいて、空間の開放感や閉塞感を定量的に測る指標として用いることができる。

7.2.3 季節的な影響

緑が多く感じられる時期は6～7月とされており、写真を撮影する時期もその時期が適当と思われるが、本研究では8月と10月に撮影を行った。研究エリアに影響はなかったが、10月下旬頃から木々が少しずつ黄色味を帯び始めていたので、その場合は算出する全方位緑視率結果に影響が出てしまう。

春夏秋冬四季毎に全方位緑視率には差が出てしまうと思われる。季節毎に全方位緑視率マップを作成することは、写真の撮影とヒストグラムの作成を季節毎に作成することにより可能である。

また、全天球カメラを用いて撮影を行った場合、360度均一に緑がある場合や、一方向だけに緑が集中している場合の区別を行うには、分散を計算することによって容易にできそうである。

「Google Street View」などのパノラマビューサービスを利用することによって、より広範囲に渡って密な全方位緑視率マップの作成が可能になるとと思われる。

参考文献

1. 国土交通省 (2004) . 『「環境の世紀」における公園緑地の取り組み』 . 参照 2015 年 5 月 28 日 . <http://www.mlit.go.jp/crd/park/joho/dl/kankyo/>.
2. 柏市 (2009) . 「柏市緑の基本計画」 . 参照 2015 年 5 月 28 日 .
<http://www.city.kashiwa.lg.jp/soshiki/110600/p005628.html>.
3. Kim, S., Robson, C., Zimmerman, T., Pierce, J., & Haber, E. M. 2011. Creek watch: pairing usefulness and usability for successful citizen science. In *Proc. ACM CHI*, 2125-2134.
4. Manzoor, A., Patsakis, C., Morris, A., McCarthy, J., Mullarkey, G., Pham, H., Clarke, S., Cahill, V & Bouroche, M. 2014. CityWatch: exploiting sensor data to manage cities better. *Transactions on Emerging Telecommunications Technologies*, 25, 1: 64-80.
5. Reddy, S., Estrin, D., & Srivastava, M. 2010. Recruitment framework for participatory sensing data collections. In *Proc. Pervasive Computing*, 138-155.
6. 栗原圭充, と藤田壮. 「川越市における河川・公園緑地のネットワークインフラとしての機能評価」 . 環境情報科学論文集 / 環境情報科学センター 編 18 (2004 年): 101～106.
7. 春田章博. 『『都市域における緑地の配置, ネットワーク』 : エコロジカルネットワーク計画に関する動向と課題(<連載特集>『環境新時代の「緑」技術』)』 . ランドスケープ研究 : 日本造園学会誌 : journal of the Japanese Institute of Landscape Architecture 67, no. 2 (2003 年 11 月): 191-93.
8. 「安全&快適なウォーキングルートを検索できるナビアプリ『Walkonomics』 . Techable(テッカブル)」 . Techable(テッカブル). 参照 2016 年 1 月 10 日 .

<http://techable.jp/archives/28828>.

9. 玉井森彦, 永田大地, 前中省吾, 森下慈也, 安本慶一, 福倉寿信と佐藤啓太. 「桜センサ: 車載スマートフォンによる画像処理に基づいた桜景観の良い道路区間の抽出」. 研究報告モバイルコンピューティングとユビキタス通信 (MBL) 2014-MBL-72, no. 19 (2014 年 8 月 20 日): 1-8.
10. Zheng, Yan-Tao, Shuicheng Yan, Zheng-Jun Zha, Yiqun Li, Xiangdong Zhou, Tat-Seng Chua, and Ramesh Jain. "GPSView: A Scenic Driving Route Planner". *ACM Trans. Multimedia Comput. Commun. Appl.* 9, no. 1 (2013 年 2 月): 3:1-3:18.
11. NEEL V. PATEL, Vivid Map Pinpoints Every Street Tree in NYC, WIRED, 参照 2015 年 1 月 10 日.
<http://www.wired.com/2015/04/vivid-map-pinpoints-every-street-tree-nyc/>
12. Green Map, <http://www.greenmap.org/>
13. 「ゴー! グリーンマップ(2010)「グリーンマップあいち」」. 参照 2016 年 1 月 10 日.
<http://www.gm-aichi.net/?p=248&preview=true>.
14. 丁垂奎, 福田知弘, 矢吹信喜と道川隆士. 「都市空間における緑の機能評価手法に関する研究」. 第 37 回情報・システム・利用・技術シンポジウム 2014, 1-4.
15. 柏市 都市部 公園緑政課. 「緑地保全・創出を効果的に発揮するための行政の取組み」.
参照 2015 年 12 月 1 日. <http://www.esrij.com/industries/case-studies/13817/>.
16. 日本公園緑地協会 (2012). 「公園緑地マニュアル 平成 24 年度版」.
17. 柏の葉アーバンデザインセンター (UDCK) 「柏の葉のまちづくり」. 参照 2015 年 12 月 1 日. <http://www.udck.jp/town/000314.html>
18. 柏市. 「カシニワ制度とは?」. 参照 2015 年 12 月 1 日.
<http://www.city.kashiwa.lg.jp/soshiki/110600/p006771.html>.
19. 杉並区 (2008). 「杉並区みどりの実態調査報告書: 平成 19 年度」 杉並区都市整備部

みどり公園課.

20. 宮内禎一. 「目に見える緑を増やせ 自治体、緑視率を指標に」. 日本経済新聞.
2014 年 4 月 15 日 . 参 照 2015 年 12 月 1 日
http://www.nikkei.com/article/DGXNASDZ1001G_Q4A410C1000000/.
21. 国土交通省「～真夏の不快感を緩和する都市の緑の景観・心理効果について～
都市の緑量と心理的効果の相関関係の社会実験調査について」(平成 17 年 8 月)
22. CustomFractal「フラクタル解析」. 参照 2015 年 12 月 1 日.
[http://www.dbkids.co.jp/customproducts/customfractal/cffunctions.htm#フラクタル
解析](http://www.dbkids.co.jp/customproducts/customfractal/cffunctions.htm#フラクタル解析).
23. 廉晟振, 田代順孝と木下剛. 「住民の緑地環境評価と緑のネットワークの存在との関係
に関する研究」. ランドスケープ研究 73, no. 5 (2010 年 3 月): 808-11.
24. 山本遼介, 岳樹泉と洋松山. 「360 度画像の緑視率を用いた街路樹把握の試み」. 日本
地理学会発表要旨集 2015a (2015 年).
25. 藤井健史, 山田悟史, 廣瀬徳郎と及川清昭. 「CG モデルによる全方位緑視率の計量手
法とその応用可能性」. 日本建築学会技術報告集 19, no. 43 (2013 年): 1067-72.
26. 丁亜奎, 福田知弘, 矢吹信喜, 道川隆士. 「緑視率自動測定システムに関する基礎的
検討」. 日本建築学会・情報システム技術委員会. 第 37 回情報・システム・利用・技術
シンポジウム 2014
27. 星仰, と新井実. 「グローバル地図のグラフィックス表示への一考察」. 全国大会講演
論文集 50 (1995 年 3 月): 393-94.
28. 高橋朋之, 久野覚, 原田昌幸, 生田京子と山下哲郎. 「428 緑視率および緑被率からみ
た街路における緑景観の評価に関する研究(4.建築計画)」. 東海支部研究報告集, no. 45
(2007 年 2 月): 541-44.
29. 外崎公知. 「都市景観における色度緑視率による快適性の測定」. ランドスケープ研究

(オンライン論文集) 5 (2012 年): 47-54.

発表論文

1. Kazuki Wakasa, Shin'ichi Konomi (2015). Green Weaver: Participatory Green Mapping and Networking for Fostering Sustainable Communities. Poster Abstract, *Adjunct Proceedings of the 2015 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing (UbiComp 2015)*, Osaka, Japan, September 7-11, 2015. pp.157-160. ACM Press, New York, 2015, ISBN 978-1450335751. <http://dx.doi.org/10.1145/2800835.2800902>. [査読有]
2. 若狭一樹, 木實新一 (2015). 持続可能なコミュニティ醸成のための参加型グリーンネットワークワーキング. 地理情報システム学会 第 24 回研究大会 講演論文集, 東京, 2015 年 10 月 10-11 日. CD-ROM, 4 頁.

謝辞

初めに、指導教員の木實新一准教授に心よりお礼を申し上げます。私は修士 1 年の 3 月に研究室を変更し、修士 2 年の 4 月から木實先生の研究室に受け入れていただきました。

修士 1 年の時の私は自らの置かれた環境が非常に辛く、最初のうちはなんとか耐えていたものの、次第にどうしようもなくなっていました。一人で思いつめる状態が何日も続き、退学することも考えてしまうほどでした。

しかし、木實先生はこのような私は受け入れてくださり、心から研究を楽しめるような環境を与えてくださり、熱心に御指導してくださいました。学外で発表する機会も与えてくださり、大阪で開催された国際会議の UBICOMP や東京で開催された国内学会の GISA（地理情報システム学会）に参加し発表するという貴重な経験をすることができました。本当に、感謝してもしきれません。

副指導教官である瀬崎薫教授には御多忙の中、快く副指導教員を引き受けて頂き、木實研究室とは違った角度からの大変きめ細やかなご指導をしていただき、佐藤弘泰准教授には御多忙にも関わらず、快く副査を引き受けて頂きました。本当にありがとうございました。

本大学院は私が学部時代を過ごした慶応義塾大学総合政策学部とは全く異なる環境で、とまどいが大きく、非常に辛い思いをしました。この 2 年間を振り返ってみると、大学院は知的好奇心・探究心が刺激される非常に「面白い」環境ではありましたが、全くもって「楽しい」環境ではありませんでした。先生の人柄もあり、ゼミや学会は楽しくリラックスして過ごすことができましたが、普段院生居室にいる時などは暗く滅入った気持ちになることも多々ありました。そんな中でも 2 年間を過ごすことができたのは、高校時代の友人や学部時代の友人、大学院に進学してから出会った友人達の支えがあったからだと思います。

また、修士 2 年の 8 月に就職先の日本たばこ株式会社に内々定を頂いてからは、内定先

の同期の存在も非常に大きくなっていました。互いに研究の話や入社してからの話をすることでモチベーションが上がり、「お互い無事に卒業しよう」と互いに励まし合うことで、修士論文の制作をやり切ることができました。社会人になってからも、大学院時代に培った経験は必ず生きてくると思っています。

この 2 年間、とても多くの方々に支えられ、この修士論文提出の日を迎えることができました。最後に、私がこの修士の生活を送るに当たり、私の学生生活を温かい目で見守ってくれた家族に心より感謝いたします。本当にありがとうございました。

2016 年 1 月 25 日 若狭 一樹