

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 18 日現在

機関番号：12501

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26450490

研究課題名(和文) グリーンインフラストラクチャー指標を用いた空間計画の効果測定手法の開発

研究課題名(英文) Development of measures to evaluate efficiency of spatial planning using green infrastructure index

研究代表者

木下 剛 (Kinoshita, Takeshi)

千葉大学・大学院園芸学研究科・准教授

研究者番号：30282453

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、生態系サービスに立脚したインフラ機能・公益機能を空間計画に内化し持続可能な発展を支える主要政策の一つであるグリーンインフラストラクチャー(以下GI)の英国での取り組み実態について把握した。その結果をふまえ、1)日本型GI指標、2)日本型GIガイドライン(導入の部門、導入の機会、導入の空間的スケール、設計・管理上の留意点)、3)日本型制度・施策のモデル、の3点について検討を行った。

研究成果の概要(英文)：This research understood the actual conditions of green infrastructure planning and enterprises in the United Kingdom which is one of major policies to support sustainable development through integrating infrastructure functions and public benefits based on ecosystem services into spatial planning. On the outcome of these results, we studied and discussed the following three things. 1) Green infrastructure index in Japan, 2) green infrastructure guide line in Japan (sectors, opportunities, spatial scale and points to remember on design and management of green infrastructure installation), and 3) a model of planning system and policies in Japan.

研究分野：緑地デザイン学

キーワード：グリーンインフラストラクチャー 生態系サービス 持続可能な発展 社会資本 空間計画 土地利用
環境緑化 英国

1. 研究開始当初の背景

急速な人口減少と高齢化に直面し、公共投資余力が低下する日本において、防災・減災、気候変動の緩和と適応、持続可能な開発(発展)、といった課題に答えていくためには、従来と異なる考え方や手法も必要である。グリーンインフラストラクチャー(以下、GI)は、そうした手段の一つといえ、欧米諸国で社会実装が進んでいる。一方、日本でGIの導入を促進するには差し当たって、1) どのようなGIをどのような場所で導入できそうか、2) GIの社会実装のためにどのような手段を講じるべきか、の二点を検討する必要がある。

そこで、生態系サービスに基づく多機能なGIの導入をねらい、全国的な制度化を進めつつある英国の取り組みが参考になるのではないかと考えた。とりわけ、筆者らが既に研究を進めていた(JSPS 科研費 JP26450490)、英国リバプール市及び大ロンドンのGI戦略は有意義であり、その計画方法論をさらに掘り下げると共に、英国各地に導入されたGIの実態を詳らかにすることが検討の早道と考えた。また、水管理政策の一環として導入が進む米国のGIについては比較的研究が進んでいるが、分野横断的な取り組みをみせる英国のそれについては殆ど我が国で紹介されていないということも、英国のGI研究が必要と考える大きな理由であった。

2. 研究の目的

上記1)に関して、①その場に相応しいGIの機能を特定する手法(日本型GI指標)を検討する。また、②どのような場所にどのような機会・手法を通じてGIを導入するか(日本型GIガイドライン)を検討する。上記2)に関しては、③GIの導入を支える施策や計画制度の枠組み(日本型制度・施策のモデル)について検討することを本研究の目的とした。

3. 研究の方法

上記①については、文献及び聞き取り調査を通じて、リバプール市のGI戦略で提起されているGIスコア、ターゲッティングスコア(以下、Tスコア)を用いた計画手法の意義を検証した。上記②については、英国への長期の海外出張を敢行し(所属機関の海外研修制度を活用)、GIの導入実態に関する現地調査及び聞き取り調査を実施した。上記③に関しては、リバプール市のGI戦略の方法論を宮城県仙台市に適用し、その有効性を検証した。さらに同市の各施策へのGI導入のシミュレーションを行った。

4. 研究成果

(1) 日本型GI指標の検討

英国では多くの基礎自治体で開発許可要件の一つにGIの導入が義務付けられつつある。

表 グリーンインフラストラクチャスコアの決定の例(NWDA, 2010)

重層していない地表被覆タイプ	GIファクター	開発前の面積(m ²)	計画面積(m ²)	(a)修正計画面積(m ²)	(b)計画面積の変化(m ²)	(b)修正計画面積(m ²)
A1 建物(緑化屋根なし)	0.0	558401.00	498191.00		-160000.00	338191.00
A2 建物(緑化屋根あり) 注意:植栽に覆われている屋根の部分のみとすること。屋根の部分に植栽されていない場合はA1となる。	0.7	0.00	130052.00		160000.00	290052.00
B1 不透水性の道路表面	0.0	281199.00	224939.00		-100000.00	124939.00
B2 不透水性の歩道表面	0.0	30989.00	16183.00		-16183.00	0.00
B3 不透水性の駐車場 / 私道の表面	0.0	0.00	0.00		100000.00	0.00
B4 半透水性の地表面(透水目地のある石舗装のような)	0.2	612691.00	723491.00			749674.00
B5 半透水性の地表面(砂利のような)	0.4	11563.00	6488.00			106488.00
C1 植栽地/裸地(植物は土壌深層に直接接している)	1.0	369971.00	265470.00			265470.00
C2 植栽地/裸地(土壌厚は60cm以上だが、植物は土壌深層に接触していない;例えば地下駐車場の屋根など) 注意:これを建物上の緑化屋根(A2)として扱わないこと	0.6	0.00	0.00			0.00
C3 植栽地/裸地(土壌厚は60cm以下で、植物は土壌深層に接触していない;例えば地下駐車場の屋根など) 注意:これを建物上の緑化屋根(A2)として扱わないこと	0.4	1822.00	1822.00			1822.00
D 水面(1年間で少なくとも6ヶ月は水がある池や渠を含む)	1.0	127.00	127.00			127.00
	総面積(m ²)	1,866,763.00	1,866,763.00	0.00	0.00	1,866,763.00
重層している地表被覆タイプ						
E 灌木や生垣 注意:開発地の区域を越えるべきではなく、地表面A1~DおよびFと重層可能	0.3	35367.00	155295.00		100000.00	255295.00
F 樹木(樹冠によって被覆される区域) 注意:開発地の区域を越えるべきでは、地表面A1~DおよびEと重層可能	0.4	84742.00	110223.00		120000.00	230223.00
G 緑化壁(最高10mの高さまでの面積)		0.00	0.00		150000.00	150000.00
	GIスコア	0.29	0.32	0.00		0.49
						Very Good

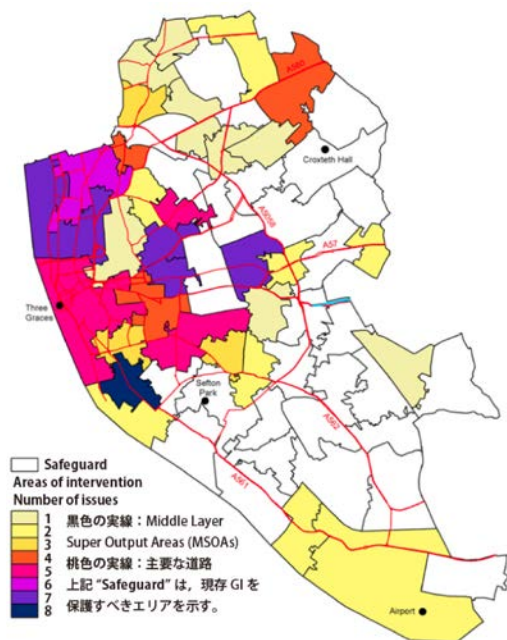


図1 小地域で示されるターゲットエリア (Mersey Forest, 2010)

したがって、開発時にその場に相応しい機能を持ったGIが確実に保護・増進されるかどうかを事前に評価できるしくみがあると好都合である。この期待に応えるものとしてリバプールGI戦略 (Mersey Forest, 2010) で提起されたGIスコアとTスコアという指標がある。前者はGIとして機能するための基本要件を確認するための指標であり、後者は当該敷地にふさわしい機能を持ったGIを導入するための指標である。

GIスコアとは、植栽の有無、透水性の有無や程度、表土の厚さ、深層土壌との接触の有無、植栽・植生による被覆面積等を評点化した指標で、土地自然の生態学的な機能とプロセスを確保できるかどうかを事前に評価するのがねらいである。言い換えるならGIの機能が生態系サービスに裏付けられているかどうか確認するための指標である (表)。

一方、TスコアとはGIに対する地域のニーズと賦存するGIが提供する機能とのギャップを指数化したもので、国勢調査の小地域のレベルで算出される課題ありとされる区域 (ターゲットエリア) が施策や参加の単位となる区域 (地区等) に占める割合として示される。このため、どこでどのような機能を持ったGIがどの程度求められているのかが極めて小さな空間のレベルで明らかとなる (図1, 図2)。

地域のニーズにきめ細やかに応える有効な手法といえるが、残念ながらGIスコア、Tスコア共に実用化には至っていない。その理由として、算出の手間、導入されるGIの機能について小地域毎に指導・誘導していくことの現実的難しさがあるだろう。

日本ではCASBEE等の認証制度において、GIスコアと類似した指標 (BEE値等) が運用されている。しかし、Tスコアのように敷地に

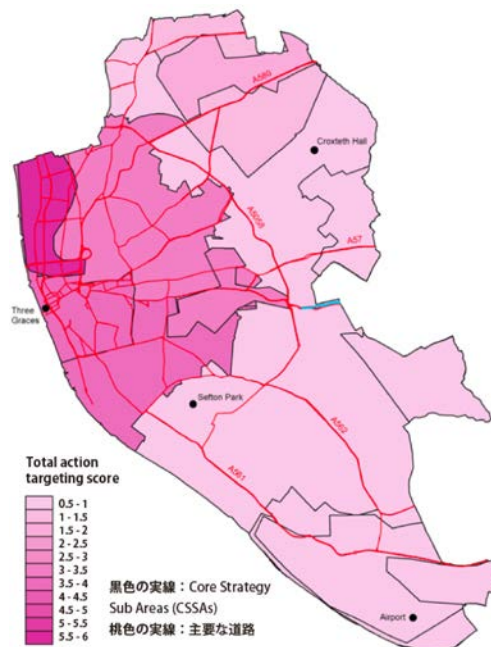


図2 地区の単位で示されるターゲッティングスコア (Mersey Forest, 2010)

相応しい機能かどうかを問う指標はみられない。そこで、Tスコアのような指標も導入し、GIに求められるニーズをきめ細やかに特定できるとよい。CASBEEやSEGESは環境に配慮した優良物件を認証する制度であり、すべての開発行為・建築行為にこれを適用することは困難である (条例で義務づけている基礎自治体はある)。

しかし、Tスコアに象徴されるような、屋外環境や緑地に期待される地域のニーズや機能を客観的かつ細やかに特定したうえで当該開発行為における緑やGIの機能を決定するというプロセスは、公共投資余力が低下する中で施策の効果を高めるうえで有効である。したがって、本来であれば、基本計画のレベルでしっかり予算を割いて実行されるべきである。このことについては後述する。

(2) 日本型GIガイドラインの検討

① GI導入の部門

英国ではあらゆる部門においてGIが導入されている。公共部門では河川・街路・公園、民間部門では住宅・商業施設・農地、さらにはトラストが管理する自然地や文化財等多様である。また、部門間に跨がるGIの導入も随所に見られた。例えば、公共部門間 (河川と公園) の連携として、公園内に河川を引き込み蛇行河川化し氾濫原を再生した事例 (Mayesbrook Park, London) がある (写真1)。公共部門と民間部門 (公園と住宅等) の連携として、隣接する住宅地 (新規開発) の表面排水 (雨水) を公園のレインガーデン (雨庭) 等で受ける公園改修の事例 (Manor Fields Park, Sheffield) が挙げられる (図3)。日本においても多様な部門でのGIの導入を検討すると共に、官官、民の連携等部門間を跨ぐGI導入の可能性を積極的に模索していくべきである。

②GI導入の機会

公共部門においては、各種インフラの更新時や廃止時にGIが導入されている。公園の再整備や河川改修の機会を活用したり、サービス過剰となったインフラ廃止後の跡地処理の手段としてGIを導入したりした事例が確認できた。例えば、開渠化した河川を再自然化し河岸を公園化した事例（Porter Brook Pocket Park, Sheffield）、都心環状道路の付け替えによって交通量が激減した街路の車線を減らし、洪水調整目的のバイオスウェール（緑溝）及び緑道に転換したシェフィールド市の事例（Grey to Green Project, Sheffield）等がある（写真2）。民間部門では、新規の住宅地開発や複合的な再開発事業の中でGIが導入されるケースが目立った。

日本でも更新時期を迎えているインフラが増えている。また、人口減少によってサービスが過剰となる一方で、維持管理の費用対効果が低下しているインフラも今後増加すると考えられる。こうした機会を捉えてGIの導入を検討していく必要があるだろう。

③GI導入のスケール

敷地レベルから街区～地区レベルまで様々であるが、広域的な導入例はまだ少ない。面的な社会住宅の建設事業にレインガーデン（雨庭）や緑溝、貯留池、屋上緑化、透水性舗装等々のいわゆる持続可能な都市排水システム（SuDS）のネットワークを組み込んだLamb Drove地区（Cambridgeshire）は英国におけるその嚆矢である（写真3）。

同地区のように、GIの導入を広域化していくことは例えば洪水調整のように広域的な対策が必要な課題に対して有効である。また、地域社会によるGIの管理（エリアマネジメント）に可能性を開くものといえる。日本では、流域を対象とした総合治水対策のメニューにGIの保全・増進策を盛り込んでいくことが期待される。

④GIの設計・管理

これらGI導入例にみられる設計上の特徴として、自然的な植栽やワイルドフラワー／ワイルドグラスがあげられる。例えば、シェフィールドでは、Naturalistic Plantingを進めているシェフィールド大学と市が協働して、葉の色やテクスチャが魅力的で花期期間が長い植物を利用した自然植栽のレインガーデンや、広い面積を播種して緑化するワイルドフラワー（写真4）が導入されている。街路沿いのレインガーデン（写真2）では、降雨量が多い場合、道路から雨水がスウェールに引き込まれ、ゆっくりと排水される。レインガーデンの植栽では、湿潤と乾燥のエリアが出てくるため、乾燥と湿潤に適応した植物を適切に配置する必要がある。土壌は、排水性の良い砂利、シルト、腐葉土が使用されたが、日本でも同様に排水性と保水性がバランスよく含まれている土壌を使用する必要がある。しかし、日本では植栽の良好な状態を保つために灌水は必須であると考えられる。英国では、ワイ

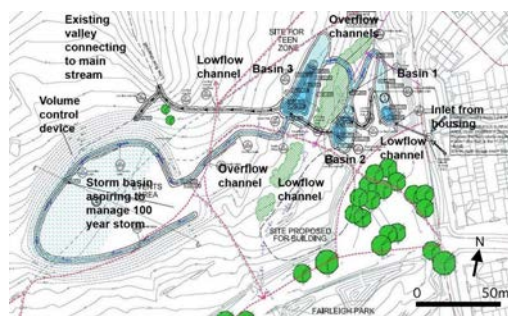


図3 住宅地の表面水を公園で受ける
(Sheffield City Council の原図を加工)



写真1(左上) 公園での河道付替と氾濫原創出

写真2(右上) 街路のGIへの転換

写真3(左下) 住宅地での雨水流出抑制の取組

写真4(右下) 公園でのワイルドフラワー導入

ルドフラワーの人気は高いが、日本では、台風や長雨で倒れたり、花期終了後の枯れなどの問題から、特に都市では使用される機会は少ない。また、英国では芝刈の回数を減らし、自然に近い形にすることにより、管理コストを下げる試みが行われているが、日本では大型雑草の侵入状況を見ながら藪化しないように調整する必要がある。

英国の緑化プロジェクトでは、最初の3年ほどは管理のコストが保証され、その後は、最低限の管理となることが多いようであるが、良好な状態に保つためには、植物の植え替えの費用を確保したり、市民参加による管理など様々な工夫をする必要がある。ロンドン市内のレインガーデンは、植栽当初は非常に美しく、GI機能も維持されていたと思われるが、5年ほど経過すると、放置され、見苦しい状態になっているものが散見される。英国のGIをそのまま適用するのではなく、現状および求められる機能、管理のコストなどを把握したうえで、上記の技術的なポイントを認識し導入していく必要がある。

(3) 日本型制度・施策のモデル検討

①緑の基本計画の活用

英国でのGI導入に係る計画制度の枠組みは、国の計画方針枠組み（NPPF）での位置づけ、基礎自治体の開発計画・基本計画（いわゆる都市計画）等での規定、の2つレベルからなる。基礎自治体の政策にGIの導入を盛り込むこと

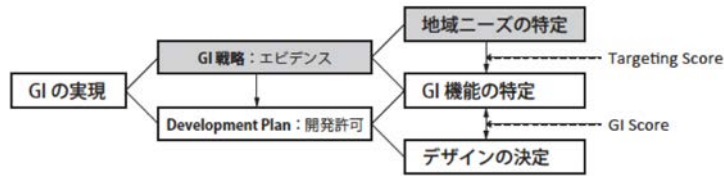


図4 英国におけるG I 実現の枠組み (Kinoshita, 2014)

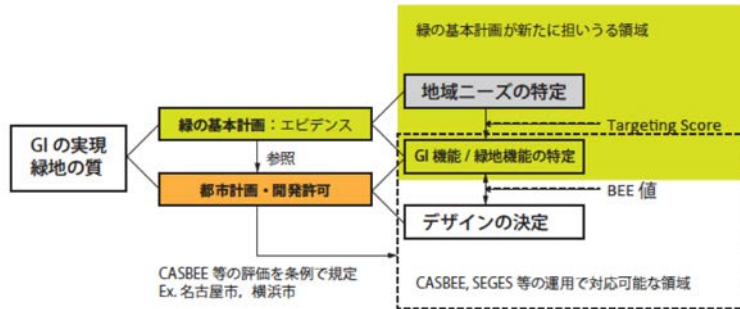


図5 日本におけるG I 実現の枠組み (Kinoshita, 2014)

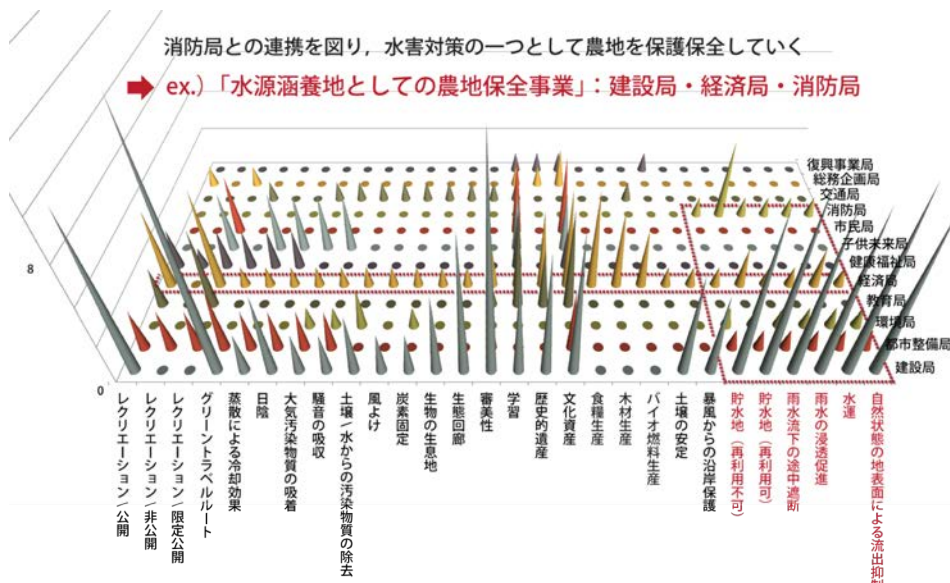


図6 G I の保護・増進が提案できる事業 (Hashimoto, 2016)

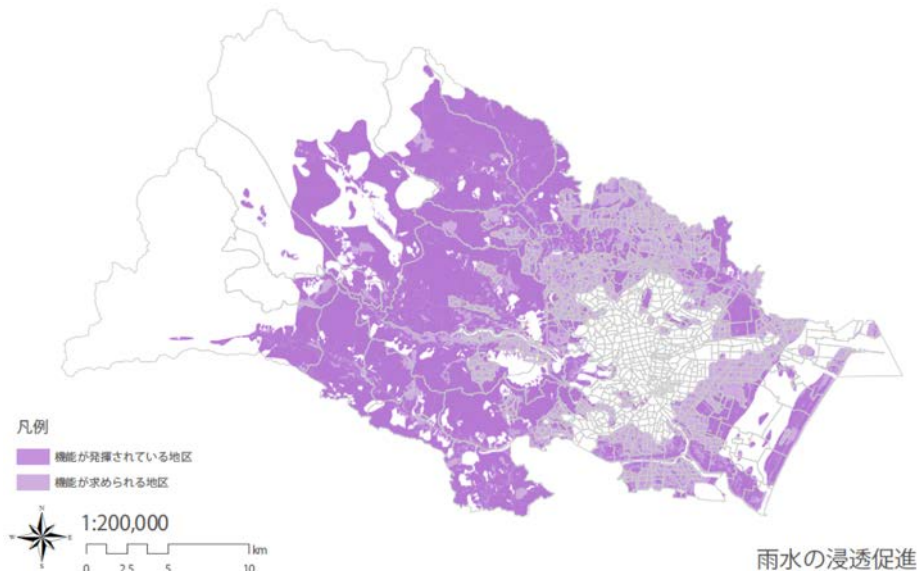


図7 G I の分布とニーズ (雨水の浸透促進) の重ね合わせ図の例 (Hashimoto, 2016)

をNPPFで謳い、これを受けて基礎自治体が開発許可の要件としてGIの導入を都市計画で規定するという流れである(図4)。法定の開発計画でのGI施策のエビデンスを提供するのがGI戦略の役割である。

日本では、国土形成計画(2015)や社会資本整備重点計画(2015)にGIの取り組み推進が規定されたが、基礎自治体レベルでの制度化が手つかずの状態にある。そこで、緑の基本計画にて、Tスコアのような指標を用いた評価を行い、開発行為や地区計画の際にGIがどのような機能を提供すべきか、その意志決定のエビデンスとして緑の基本計画が参照されるような状況が望ましい(図5)。

②仙台市でのシミュレーション

宮城県仙台市を対象としてGI導入のシミュレーションを行った。仙台市を選んだ理由は、震災復興で不動産開発や社会基盤整備への投資が見込まれ、開発行為を契機とするGIの導入検討に相応しい地域と考えたからだ。

その結果、仙台市実施計画において、工事や施設整備を伴う全116事業中、GIの保護・増進が可能なものは73事業あった(図6)。それらを機能別に集計したところ、健康福祉、学習やコミュニティ醸成、水管理に関わる機能を扱う事業が多いこと、多機能性を意図した事業が少ないことがわかった。

リバプールGI戦略の方法に則り、オープンデータを用いてGIに対するニーズを小地域のレベルで把握できた。同戦略で提起されているGIタイプのうち屋上緑化を除く17種類のマッピングを行い、タイプ毎にその機能を特定した。作成したニーズと機能のマップを重ね合わせ(図7)、町丁目毎にニーズの充足度(Tスコア)を算定することで、優先的にGIを保護・増進すべき地区を明らかにできた。

(4)まとめと課題

本研究により、英国におけるGI計画の方法論が日本でも適用・応用可能であることが明らかとなった。また、GIの保護・増進を盛り込めそうな行政施策(事業)も多分野・多部局に渡って存在することがわかった。本研究で明らかとなった事柄を、各種基本計画の立案時及び開発申請・許可の局面において考慮することができれば、効果的なGIの導入が期待できるはずである。

今後は、引き続き海外におけるGIの導入実態及び導入を可能とした要因(GIの導入にあたり障害となるバリアの克服方法)について調査研究を進めると共に、日本での効果的な導入モデル(空間条件、機能と類型、事業制度)及び即地的な導入案について具体的に検討していく必要があるだろう。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計5件)

- ① 木下剛・苅京禄(2017): イングランドにおける洪水リスクの緩和に資するグリーンインフラの実施例とその特徴, ランドスケープ研究 80(5), 695-700. 査読有り

- ② 木下剛(2016): 生態系サービスと人間の福利を仲介するインフラ: 英国の取り組みから, ビオトープ 38, 2-5, 査読無し.

- ③ 木下剛・橋本慧・苅京禄(2016): リバプールグリーンインフラストラクチャー戦略にみる小地域を対象とした計画手法, ランドスケープ研究 79(5), 681-684, 査読有り.

- ④ 木下剛(2015): ロンドンオリンピックが残したもの: グリーンインフラの戦略ネットワークの形成を通じた地域の再生, ランドスケープ研究 79(3), 213-215, 査読無し.

- ⑤ 木下剛(2015): リバプール市におけるグリーンインフラストラクチャーを実現する枠組みと手法, ランドスケープ研究 78(5), 767-772, 査読有り.

[学会発表](計3件)

- ① Takeshi Kinoshita(2016): Landscape Infrastructure as LIFE Support System, The 15th International Landscape Architectural Symposium of Japan, China and Korea, Oct. 29, Univ. of Tokyo.

- ② 橋本慧・木下剛(2015): リバプール市のグリーンインフラ戦略にみるニーズ特定方法と日本での応用に向けた試案, 日本造園学会関東支部大会, 11月22日, 日比谷公園緑と水の市民カレッジ(東京都, 千代田区).

- ③ 木下剛・苅京禄・橋本慧(2014): グリーンインフラストラクチャースコアを用いた開発行為の事前評価手法, 日本造園学会関東支部大会, 11月9日, 山梨大学(山梨県, 甲府市).

[図書](計2件)

- ① グリーンインフラ研究会編『グリーンインフラ』日経BP社, 2017, 共著
- ② 大森彌・小田切徳美・藤山浩編著『シリーズ田園回帰⑧ 世界の田園回帰: 11カ国の動向と日本の展望』農文協, 2017, 共著

[その他](計1件)

- ① 橋本慧『公益的機能を意図した土地デザイン・マネジメントの計画的導入手法に関する研究-宮城県仙台市を対象として-』千葉大学修士論文, 2016

6. 研究組織

(1) 研究代表者

木下 剛 (KINOSHITA, Takeshi)

千葉大学・大学院園芸学研究所・准教授

研究者番号: 30282453

(2) 研究分担者 (平成26~27年度)

苅 京禄 (YE, Kyungrock)

千葉大学・大学院園芸学研究所・特任講師

研究者番号: 10450347

(3) 研究分担者

永瀬 彩子 (NAGASE, Ayako)

千葉大学・国際教養学部・准教授

研究者番号: 80544535