

グリーンインフラの公共事業評価の可能性

Assessment of Public Green Infrastructure Projects

グリーンインフラ（以下、GI）は、自然の機能を活用し、地域経済や生活の質を向上させる社会資本整備や土地利用管理に関する新たな概念である。GIが国の計画に位置づけられたことで、今後、関係省庁の公共事業として推進が期待されることに鑑み、本稿では、GIの公共事業評価手法の構築を検討する際の課題に焦点を当てて議論を展開する。具体的には、①自然環境保全型、②流域圏防管理型、③都市型再開発型、の3つのGIの整備タイプに分類し、既存の公共事業との関係性について仮定レベルで整理したうえで、GIと関係性のある公共事業評価マニュアルについて検証し、GI整備によって発揮することが見込まれる自然の多面的機能にかかる便益を適切に評価することが可能か否か、現状の対応状況を整理する。また、現状の対応状況より、（1）都市再開発型GIを想定した評価手法の確立、（2）既存の手法を活用する場合は手法の相違や便益の重複等を再整理、（3）GIによるソフト面に関する社会的価値の評価手法構築、といった、GIの評価手法構築に向けた3点の課題および検討の方向性について提示し、今後、こうした検討を進めるにあたっての留意点について言及する。



Green infrastructure (GI) is a relatively new concept related to maintenance of social capital and management of land use in ways that are intended to improve local economies and people's quality of life by taking advantage of nature's functions. GI has increasingly become part of national plans, which will result in it being promoted in public projects by relevant government agencies. Considering this trend, this paper focuses on issues that arise when examining measures for assessing public GI projects. Specifically, this paper considers three types of GI maintenance: (1) natural environmental protection, (2) disaster prevention and resource management in river basins, and (3) urban redevelopment. These are summarized in the context of existing public projects. In addition, this paper examines government agencies' stated procedures for assessing public projects; summarizes the current status of these procedures in terms of whether they properly evaluate benefits from GI maintenance; and present ways to examine three issues needed for future creation of GI assessment measures. These issues are (1) establishment of assessment measures that cover GI in urban redevelopment, (2) reorganization of existing measures (based on their differences, benefits, etc.), and (3) creation of measures for assessing the social value of the "soft" side of GI.

1 | はじめに

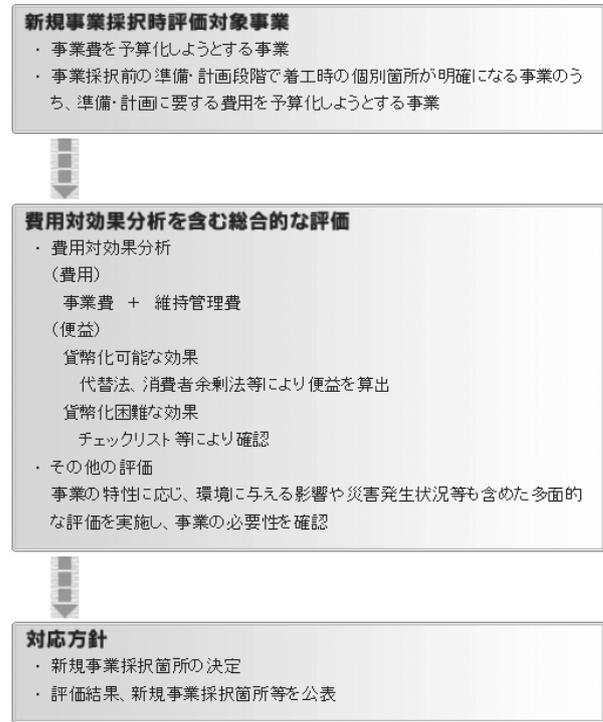
(1) 推進が期待されるグリーンインフラに関する取り組み

グリーンインフラ（以下、GI）は、自然の有する機能を活用し、地域経済や生活の質を向上させる社会資本（インフラ）整備や土地利用管理に関する新たな概念である。GIは、多様な社会的課題・要請の解決に資する、自然を軸とした他分野融合の政策概念として、環境分野のみならず、都市計画、事業開発、観光・農林水産業、防災といったさまざまな分野において関心が高まってきている。GIは、「社会資本整備や土地利用等のハード・ソフト両面において、自然環境が有する多様な機能（生物の生息・生育の場の提供、良好な景観形成、気温上昇の抑制等）を活用し、持続可能で魅力ある国土づくりや地域づくりを進めるグリーンインフラに関する取組を推進する。」（国土交通省2015国土形成計画（全国計画））のように、国の計画に位置づけられはじめており、今後、関係省庁の公共事業として推進されることが期待される。

(2) 各省庁が取り組んできた公共事業評価

これまで、各省庁は、公共事業を行うにあたって、当該事業の効率性や実施過程の透明性の向上を図るため、公共事業評価に取り組んできた。公共事業評価では、事業特性に応じて多面的な視点からさまざまな評価を行うが、主たる評価手法として、工事費や人件費といった投入費用と、整備されたものが発揮する便益（効果を貨幣換算したもの）を算定し、投入費用に見合った便益を得ることができるか明らかにする費用対効果分析を行うことが多い。費用対効果分析は、事業の実施可否を検討する主要な判断指標であり、 $\text{便益} \div \text{費用}$ （いわゆるB/C）が1.0を超えれば、投資に対する効果が大きい効率的な事業として実施が判断される。各省庁では、所管事業ごとに公共事業評価マニュアルを整備しており、一定規模以上である等、所定の要件に該当する事業について費用対効果分析を実施し、その結果をホームページ等により公表している。

図表1 公共事業評価の流れ



出所：国土交通省HP

(3) グリーンインフラの公共事業評価の必要性

GIを公共事業として整備・推進するためには、さまざまな課題が考えられるが、上記に示したような公共事業評価の実施に向けた検討も重要である。つまり、各省庁の公共事業評価マニュアルの中においてGIを評価対象として位置づけていくこと、あるいは、GI整備事業を対象とした新たな公共事業評価手法を構築することが求められる。しかしながら、GIは新たな政策概念であるため、具体的にどのような内容の整備が行われ、それがどのような効果を発揮するのか、また、既存の公共事業の枠組みでとらえたときに、GIとはどのような整備事業に該当し、どの公共事業評価手法が適用できるのか、といった点についてほとんど議論されていない。

(4) 本稿の目的

本稿では、こうした点を踏まえ、具体的なGIの整備事業の内容がイメージできるようGIの整備タイプの分類し、既存の公共事業との関係性について整理する。また、GIと関係性があると考えられる公共事業について、各省

庁が整備している公共事業評価マニュアルに示された便益の評価手法を参照し、GIとして自然環境を活用する形で整備された場合に、想定される事業効果について貨幣価値へ換算し適切に便益算定を行うことが可能であるか検証を行う。そして、今後におけるGIの公共事業評価手法の構築に向けた課題やその解決に向けた対策・検討を提示するとともに、対策・検討を実施するにあたっての留意点について言及する。

2 | グリーンインフラ事業の具体的内容および発揮される効果について

(1) わが国におけるグリーンインフラに関わる取り組み事例

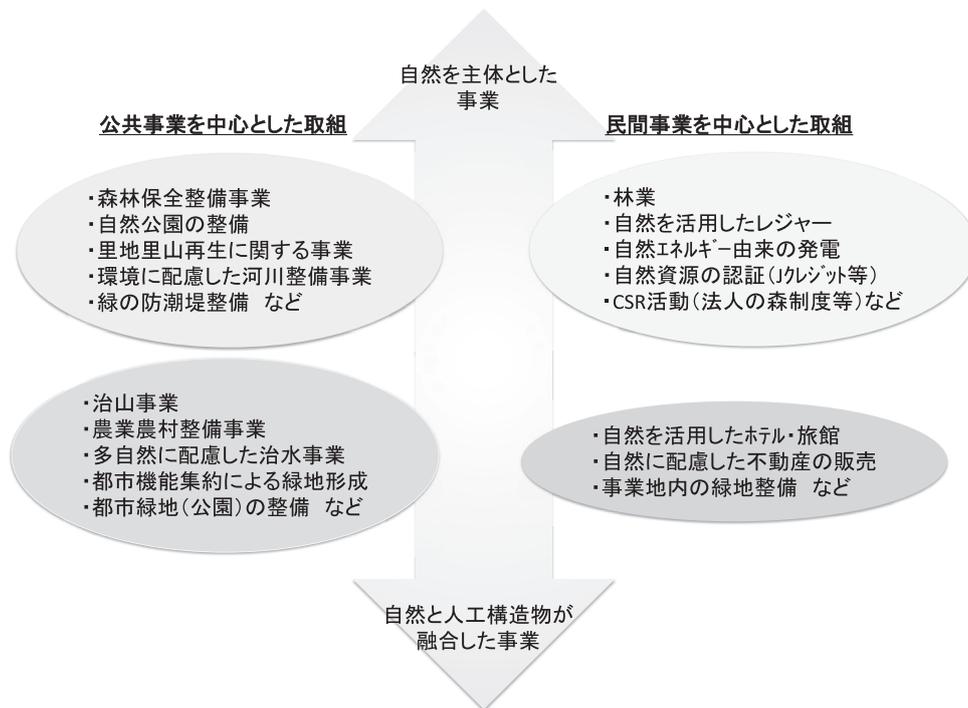
わが国においてGIに関わる取り組み・事業の例としては、図表2に示す通り、自然に関わるさまざまな公共・民間事業が想定され、「自然を主体とした事業」および「自然と人工構造物が融合した事業」の2つに分類できるものと考えられる。

自然を主体とした事業は、森林整備のように基盤や商

品・サービス自体が自然をベースにしたもので、その自然の恩恵をわれわれ人間が直接享受することが可能な事業である。公共事業を中心とした取り組み例としては、森林保全整備事業等の林野公共事業、自然公園の整備や里地里山再生に関する整備事業が想定されるほか、民間事業を中心とした取り組み例としては、林業、レジャー等の自然を活用した商品・サービスを提供する業種の事業、法人の森制度や環境教育活動のような企業における自然を活用したCSR活動等が想定される。

一方、自然と人工構造物が融合した事業は、基本的には人工構造物等の建設によるハード整備をともなう事業であるが、自然の機能を組み込む形態、あるいは全面的に自然に置き換えて整備するもので、自然から享受する恩恵によって整備した人工構造物等がより優れた機能を発揮することが可能となるような事業である。公共事業を中心とした取り組み例についてみると、人工構造物と森林整備を組み合わせる実施される治山事業、多自然の形成に配慮した治水事業、農業農村整備事業等に加え、

図表2 わが国におけるグリーンインフラに関わる主な取り組み事例



出所：三菱UFJリサーチ & コンサルティング作成

ハード整備中心に行われてきた都市公園の整備や土地区画整理事業に代表される都市機能集約等の事業についてもGIに関わる取り組みとしてとらえることができる可能性がある。

(2) 多様な社会的課題の解決に資するグリーンインフラ

GIは、複数の土地利用形態を一体的にとらえることや、ハード事業とソフト事業の統合等、戦略的に計画すること等により、多くの社会的課題・要請に応えることが可能な整備手法として考えられている。

たとえば、都市の再開発において自然を活用するGIとして取り組む場合について考えてみたい。人口減少や鉄道等の廃止等といった社会経済環境の変化によって都市内に未利用地が点在する状況になったとする。こうした未利用地を、人々が集う憩いの場としつつ緑豊かな都市景観が創出されるような緑地を形成する形態によって統合を進めるような土地利用計画を策定し、都市の魅力が向上するインフラ整備を行う。都市部に緑地を形成することは、降水時の雨水流出を抑制し氾濫を防ぐ等、都市災害の防止効果が期待できる。また、景観の改善・向上により、都市における居住地としての魅力が向上し、こうした街へ住みたいと考える人々が増え、人口増加ないしは人口流出の抑制に寄与する。加えて、形成された緑地を活用したさまざまなイベント等が企画・開催され、

地域活動の喚起や人々のつながり（コミュニティ）が構築されることで満足度の向上といった社会的便益の発生が期待できる。

このように、GIは、これまでインフラ整備の効果とされてきた、インフラによる直接的な効果のみならず、自然（グリーン）を考慮することで、防災、環境改善、地域居住性の向上、その他コミュニティ活性化等、自然環境が発揮する多様な便益を享受することが可能（CNT（2010））であり、多様な社会的課題の解決に資する取り組みであるという点が、GIの大きな特徴である。

(3) 取り組みの実施エリア別にみたグリーンインフラのタイプ

ここでは、GIに関わる取り組みについて、想定される事業が実施されるエリアの視点から、3つのタイプに分類することを試みたい。

ひとつ目は、自然環境保全型GIである。このタイプは、人々が居住するエリアから離れた水源林等の上流域・奥地、あるいは農山村や郊外部といった地方部等、自然の豊かさが一定水準以上の地域において実施される事業を想定している。事業のイメージとしては、森林や農地等の多面的機能を発揮しつつ、自然災害の緩衝帯として活用することが考えられる。たとえば、保安林として整備された森林は、平時には大気中の二酸化炭素の吸収源と

図表3 都市部における雨水管理を例にしたグリーンインフラの事業内容と効果

GI整備例 (都市部における雨水管理)	GI整備により発揮される効果 (都市部における雨水管理)	
<ul style="list-style-type: none"> ・屋根の緑化 ・植栽 ・バイオ滞留池・浸潤 ・浸透可能な舗装 ・雨水の制御 	環境改善	<ul style="list-style-type: none"> ・大気汚染の低減 ・大気中の二酸化炭素の低減 ・生物多様性の保全 ・ヒートアイランドの抑制
	流出雨量の抑制	<ul style="list-style-type: none"> ・水処理需要の軽減 ・水質改善 ・グレイインフラ需要の抑制 ・氾濫の抑制
	地域居住性の向上	<ul style="list-style-type: none"> ・景観の向上 ・レクリエーション機会の増加 ・騒音の軽減 ・コミュニティ結束の向上 ・都市農業の活性化
	その他	<ul style="list-style-type: none"> ・飲料水への供給可能量の増加 ・地下水への再利用量の増加 ・凍結防止剤による汚染の抑制 ・地域コミュニティの創出 ・ハビタットの創出 ・教育機会の創出 等

出所：CNT（2010）をもとに三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

なり、生物多様性を保全し、来訪者の憩いの場となるレクリエーション機会の創出等の効果を発揮するが、災害発生時には土砂災害等から家屋等の保全対象を守る防災面の機能を有している。わが国における具体的な整備事業としては、過去において取り組まれた事例となるが、燃料確保を目的とした木材伐採によりはげ山となった山地を回復する事業が当タイプの趣旨に近いものと考えられる。特に山地から沿岸部までの距離が短く急峻な国土であるわが国においては、奥地からの土砂流出や雨水流出等に起因した災害に悩まされ続けてきたことから、現代においては、奥地における森林整備や治山事業、河川における治水事業が進み、一定の整備水準に達している。一方、発展途上国においては、過去のわが国のように、奥地での整備が追いついておらず、下流域において災害等が発生している地域もあり、自然環境保全型GIの整備は、途上国支援のメニューとして関心が高まっている。

また、自然環境保全型GIは、山林や奥地ではなく、人々が生活するエリアに比較的近い農山村といった地方部や郊外部で実施される取り組みも想定される。具体的には、人口減少にともなって生じた未利用地（耕作放棄地等）の地目横断的な活用に加え、観光・レクリエーション、環境や農業に関する学習機会の活用といったソフト事業と一体となった取り組みである。COP10ではSATOYAMA（里山）イニシアチブを推進することが採択され、わが国

においても、現代に合う形で土地と自然資源の適切な利用や管理の方法を探り実践していくことにより自然を守ること、人間も豊かで幸せな生活が送れるようにすることを目指す取り組みを進めることとしている。また、わが国の取り組みとして、農林水産省、環境省、国土交通省が連携し里地里山保全再生モデル事業で地域戦略を策定する等、里地里山の保全、活動に関する取り組みが活発になりつつあり、今後も盛んに実施されるGIの整備タイプであると考えられる。

2つ目は、流域圏管理型GIである。国が管理を担う一級河川レベルの流域を対象として、想定外の規模の自然災害への対応に向けて、流域圏等の広域スケールにおける土地利用に関する計画や防災施設等の整備を進める事業が想定される。こうした趣旨に関わる既存の事業としては、河川・ダム事業が考えられるが、海岸部における津波災害や高潮被害の抑制等を想定する場合には、緑の防潮堤整備や海岸防災林の造成等を行う林野公共事業も対象となる。国土交通省が管轄する河川環境整備事業では、一級河川に浄化施設を整備する事業を行っているが、草地を河川内に形成し水質を浄化する植生浄化方式を採用して整備を行う等、GIの考え方に関わる事業が実施されている。

3つ目は、都市再開発型GIである。当タイプは、都市部における土地や都市機能の集約を、自然環境の効果が

図表4 グリーンインフラの整備タイプと整備趣旨に関わる公共事業

タイプ	主な取組の実施エリア	事業イメージ	GI整備の趣旨に関わる主な公共事業(例)
①自然環境保全型	・水源林等の上流域等の奥地 ・地方部、農山村や郊外部	・森林、農地等の多面的機能を発揮しつつ、自然災害の緩衝帯として活用 ・人口減少に伴って生じた未利用地の地目横断的な活用 など	・林野公共事業 ・自然公園等事業 ・農業農村整備事業 など
②流域圏管理型	・河川の流域圏 ・海岸・沿岸部	・大規模な自然災害への対応に向けて、流域圏等の広域スケールにおける土地利用に関する計画、防災施設等の整備 など	・河川事業 ・ダム事業 ・海岸事業 など
③都市再開発型	・都市部、人口密集地	・人口減少に伴って生じた未利用地等を統合し、都市の価値を向上させるインフラ整備 など	・都市機能集約に係る事業（土地区画整理事業等） ・都市公園事業 など

出所：三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

発揮される形で実施する事業を想定している。具体的には、人口減少によって生じた未利用地、分断されている所有権を統合し、自然の機能を最大活用する土地利用計画を策定し、当該地域の価値を向上させるようなインフラ整備である。都市再開発型GIの趣旨に近い事例としては、都心部に17haの未利用地がある大阪駅北地区（大阪府大阪市）において、「みどり」の機能を活用したまちづくりを推進することにより、地域全体の価値を向上させることを目指す取り組みがある。

3 | グリーンインフラの公共事業評価手法構築にあたって想定される課題

前節では、わが国におけるGIに関わる取り組みについて整理したうえで、実施対象エリアの視点から3つのGI整備タイプに分類し、それぞれについて整備の趣旨に関わる主な公共事業との対応関係を整理した。ここからは、図表4で示した「GI整備の趣旨に関わる主な公共事業（例）」が、各GI整備タイプの代表的な整備の姿であると仮定し、GIの公共事業評価手法構築の可能性について検討する。

(1) 各省庁の公共事業評価マニュアルの対応状況

各公共事業の事業評価マニュアルで示されている評価手法は、従来の方で整備された場合に発揮される直接的な便益に加え、GIとして整備することにより享受される便益（自然の多面的な機能）を適切に把握することが可能なのであろうか。

2. (1) で整理したように、公共事業を含めたGIに関わる取り組みは、「自然を主体とした事業」および「自然と人工構造物が融合した事業」の2つに分類される。森林整備のように、自然をベースにした事業の場合は、自然の多面的機能を便益として評価する手法が一定確立している。一方、人工構造物等の建設によるハード整備をともなう事業の場合は、ハード整備による直接的な便益は既存のマニュアルの方法で評価可能であるが、自然の機能を組み込む形態で整備した場合は、当該GIが発揮する自然の多面的機能について評価する手法がほとんど確立されていない。

ここでは、各省庁の公共事業評価マニュアルについて具体的な評価手法を参照し、GIに関わる便益として自然の多面的機能を評価することが可能であるか検証したい。図表5は、3つのGI整備タイプごとに、各公共事業評価マニュアルに記載されている便益の評価手法が、GIが発揮する自然の多面的な機能を評価できるか否かを確認し、○・△・×の3段階で評価した。多面的機能は、大気汚染の抑制、炭素固定、生物多様性保全、景観向上といった「環境改善面」、洪水や氾濫、土砂災害を防止する「防災面」、自然（グリーン）を活用したコミュニティの形成、環境や農業を学習する機会の創出等といった「ソフト面」、の3つの便益に分類した。評価基準については、各事業評価マニュアルによって示されている手法を援用することで、自然の多面的な機能が評価可能である場合は「○」、評価可能ではあるが、なんらかの課題がある場合は「△」、評価が難しい場合は「×」とした。

①自然環境保全型に関する公共事業評価マニュアルについてみると、農村生活環境整備費用対効果分析マニュアル（農水省）では、環境改善面、防災面、ソフト面のすべての便益について評価することが可能となっている。林野公共事業における事業評価マニュアル（林野庁）については、レクリエーション面は森林によって享受される保健休養便益の計測に留まっており、イベントや学習機会の創出等のソフト面の便益算定までには至っていないため、ソフト面については「×」とした。自然公園等事業に係る事業評価手法（環境省）については、自然環境保全による便益をトラベルコスト法によって把握することとなっているが、GIとして整備される自然の量や質が、必ずしも便益額に反映されるわけではないことから「△」とした。農水省、林野庁の両マニュアルに関しては、実施する事業から享受される自然の多面的機能を便益として計測するなんらかの手法が確立されていることが分かる。

②流域圏管理型についてみると、治水経済調査マニュアル（案）（国交省）で示された評価手法は、氾濫シミュレーションによって明らかになった被害想定をもとに、

保全対象となる資産価値（直接被害額）を把握することで防災面の便益のみ把握することが可能となっている。河川に係る環境整備の経済評価の手引き（国交省）については、自然の多面的機能（水質改善、生態系の保全、教育の場の提供等）の便益を仮想市場法等で計測することとなっており、環境改善、防災、ソフト面の3項目いずれも「○」とした。

③都市再開発型についてみると、土地区画整理事業に代表されるように、都心部において高度利用されていな

い土地や都市機能の集約が主たる事業であるが、当該事業の評価手法では、自然の多面的機能を評価することが難しいためすべての項目に関して「×」とした。これは、土地等の集約の効果をヘドニック・アプローチ（当該地区の地価の変化分）で評価しているためである。ヘドニック・アプローチでは、宅地面積、公共・商業施設や駅等の都市利便施設までのアクセス性の向上等を説明変数とした地価関数を設定し、事業による説明変数の変化による地価の上昇を便益として算定する。現状の手法では、

図表5 現状の公共事業評価マニュアルにおける自然の多面的機能に関する評価手法の整備状況

GIタイプ	公共事業評価マニュアル名 (所管省庁)	評価することが可能な 自然の多面的機能			マニュアルにおける 評価の考え方
		環境改善面	防災面	ソフト面	
①自然 環境 保全型	林野公共事業における事業評価 マニュアル (林野庁)	○	○	×	環境改善面は主に代替法、防災面は 保全対象の直接被害額により便益を 算定
	農村生活環境整備費用対効果 分析マニュアル (農水省)	○	○	○	災害防止効果、景観・環境保全効果、 都市・農村交流促進効果等、全項目を 評価することが可能
	自然公園等事業に係る事業評 価手法 (環境省)	△	×	×	旅行費用法により公園利用等効果に 加え、自然環境等の保全効果を評価
②流域圏 管理型	治水経済調査マニュアル(案) (国交省)	×	○	×	氾濫シミュレーションの被害想定を基 に、保全対象の直接被害額により便 益を算定
	河川に係る環境整備の経済評 価の手引き (国交省)	○	○	○	自然の多面的機能(水質改善、生態 系の保全、教育の場の提供等)を仮想 市場法により把握
③都市 再開発型	土地区画整理事業における費用 便益分析マニュアル(案) (国交省)	×	×	×	ヘドニック・アプローチ(地価の変化分) で評価。土地等の集約による、宅地面 積の創出、都市利便施設までのアクセ ス性の向上等を貨幣価値化。自然環 境の改善は考慮されていない
	都市再生総合整備事業及び市 街地環境整備事業の新規採択 時評価マニュアル案(国交省)	×	×	×	
	都市機能立地支援事業の費用 便益分析マニュアル案 (国交省)	×	×	×	
	大規模公園費用対効果分析手 法マニュアル (国交省)	○	○	×	公園の間接利用価値として環境及び 防災の価値を仮想市場法で評価
	小規模公園費用対効果分析手 法マニュアル (国交省)	×	×	×	公園面積・距離等が評価因子で自然 環境の改善は考慮されていない
	住宅市街地総合整備事業費用 対効果分析マニュアル(案) (国交省)	×	×	×	地価の変化分で評価。事業地区内の 公共施設数の向上が評価因子であ り、自然環境の改善は考慮されてい ない

出所：総務省「公共事業に関する評価実施要領・費用対効果分析マニュアル等の策定状況」にリンクされている各省庁HP掲載の資料をもとに作成
 注釈1：多面的機能の分類：「環境改善面」は、大気汚染の抑制、炭素固定、生物多様性保全、景観向上等の効果、「防災面」は、洪水や氾濫、土砂災害を防止する等の効果、「ソフト面」は、グリーンを活用したコミュニティの形成、環境や農業を学習する機会の創出等の効果
 注釈2：○・△・×の評価基準：各事業評価マニュアルによって示されている手法を援用することで、多面的機能が評価可能な場合は「○」、評価可能ではあるが、なんらかの課題がある場合は「△」、評価が難しい場合は「×」

当該地区の緑地整備水準等の自然の質・量を説明変数として加えておらず、GIによる環境変化を加味した評価を行うことができないほか、自然自身が発揮する多面的機能についてはまったく考慮することができない。大規模公園事業に関しては、整備のケースに応じて、都市環境維持・改善、都市景観、都市防災といった間接的に公園を利用することによって生じる価値として、仮想市場法により便益を算定することとなっていることから、ソフト面を除き「○」とした。

(2) 欧州におけるグリーンインフラの便益評価事例

海外に目を向けると、欧州では、GIの概念の普及が進んでおり、極めて少ない数の事例ではあるが便益評価結果が報告されている。S.Naumannら(2011)は、英国北西部のマージサイドエリアで実施された森林整備プロ

ジェクトについて、生態系サービスの供給による効果に関して便益移転法(他の経済評価事例の中から、基本的な原単位を当該事業に適用する方法)による便益の算定を行っている。当該プロジェクトでは、計418haの森林の管理・改善事業において、780百万ユーロ(約920億円)の費用を投入したことに對して総便益は2,196百万ユーロ(約2,600億円) / 年、79,217百万ユーロ(約9.3兆円) / 50年と試算され、費用対効果は10倍以上と算定された。便益額のうち、主要な項目としては、景観(地域住民によるもの、地域外からの来訪者)が突出して高く、次いでレクリエーション、観光価値の向上、大気汚染防止と続いており、自然(グリーン)が人々の景観に対する満足度の向上に寄与するポテンシャルの高さを示している。こうした試算結果を受けて、S.Naumannら

図表6 グリーンインフラの整備による効果・便益

便益の種類	内容	評価対象の例
GIの供給	GIの整備水準や質的な向上	生物生息地の形成・維持・復元、水路延長、氾濫原の復元、都市緑化面積、植栽本数、グリーンリーフの設置数等
生態系サービス	生態系サービスの供給による効果	緑地におけるレクリエーションの利用者数、大気汚染の改善による受益者数、炭素固定量、洪水リスクの軽減、水質改善、土壌浸食の抑制、景観保全の受益者数、保健休養効果等
社会経済的価値	人々が感じる金銭的価値・サービス	自然災害(洪水等)による被害額、雨水処理・洪水防止費用の削減効果、食糧等の資源の市場価値、レクリエーション来訪のための支払意志額、生物多様性保全や景観改善への支払意志額等
社会経済への影響	生産・雇用面への波及	グリーンインフラ整備や維持・管理地域により生じる雇用・粗付加価値への影響、また、これらを起因とした経済波及効果

出所：S.Naumannら(2011)をもとに三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

図表7 英国北西部のマージサイドエリアの森林整備プロジェクトにおける便益の試算結果

便益項目	単年度便益	総便益(50年)
炭素隔離	18€m / 21億円	1,553€m / 1,833億円
生物多様性	43€m / 51億円	1,538€m / 1,815億円
農林水産物	83€m / 98億円	6,673€m / 7,874億円
景観(地域住民)	461€m / 544億円	16,784€m / 19,805億円
景観(地域外からの来訪者)	590€m / 696億円	21,475€m / 25,341億円
レクリエーション	453€m / 535億円	16,508€m / 19,479億円
観光	283€m / 334億円	10,293€m / 12,146億円
健康・福祉(費用削減、粗付加価値額への貢献)	37€m / 44億円	1,338€m / 1,579億円
大気汚染の軽減	130€m / 153億円	3,040€m / 3,587億円
合計	2,196€m / 2,591億円	79,217€m / 93,476億円

出所：S.Naumannら(2011)をもとに三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成
注：1ユーロ=118円として換算(2016年11月22日時点のレート)

(2011)は、既存のインフラ整備事業をGIとして整備し、自然が有する多機能な便益を評価対象として加えることで、従来のハード整備を主体とした整備の場合と比較して、優れた費用対効果分析の結果が得られることを示唆している。

(3) わが国における公共事業評価としてグリーンインフラの評価を考えた際の課題

ここまでの整理では、本稿で整理したGIのタイプ別にイメージされる主な公共事業がGIの具体的な整備事業であるという仮定のもと、当該公共事業評価の枠組みを用いた場合、自然の多面的機能を適切に評価することができないケースがあることを明らかにした。また、既存の評価手法を活用することで自然の多面的機能の評価が可能なケースについても、実際の運用にあたっては、改善・補強すべき点等が多くあるものと思われる。ここでは、GIの公共事業評価を行うにあたっての主要な検討課題3つを論点として提示する。

①都市再開発型GIを想定した評価手法の確立が必要

自然を活用する方法で実施する都市部の土地・機能集約を想定した都市再開発型GIは、現状の公共事業評価の手法で把握することができる便益では不十分である。これは、公共事業の便益がすべて地価に反映されるという前提に立ったヘドニック・アプローチを援用していることに起因する。具体的には、地価を算定する説明因子が宅地面積、公共・商業施設や駅等の都市利便施設までのアクセス性の向上等の都市機能を用いていることから、自然環境の改善が考慮されないことに加え、自然自身が発揮する多面的機能をとらえることができない。

土地区画整理事業等は、建設工事により形成される市街地の再整備が基本的な事業の姿であったが、先述の大阪駅北地区の例のように、都市の魅力向上をさせるコンテンツとして「みどり」の積極的な活用が掲げられるような事例が出てきている。本取り組みは、大阪という国内の第二の規模を誇る都市での事例であるほか、今後の社会経済動向（人口減少等による低未利用地の増加等）に鑑みると、全国他都市において当事例に追随しGIによる都

市の再開発が増加する可能性も少なくない。こうしたことから、都市再開発による土地や都市機能の集約によって生じる直接的な便益と、それをGIで行ったことによる自然の多面的価値を同時に評価することが可能な評価手法の確立が必要である。

都市再開発型GIにおける評価手法の検討の方向性として、2点考えられる。

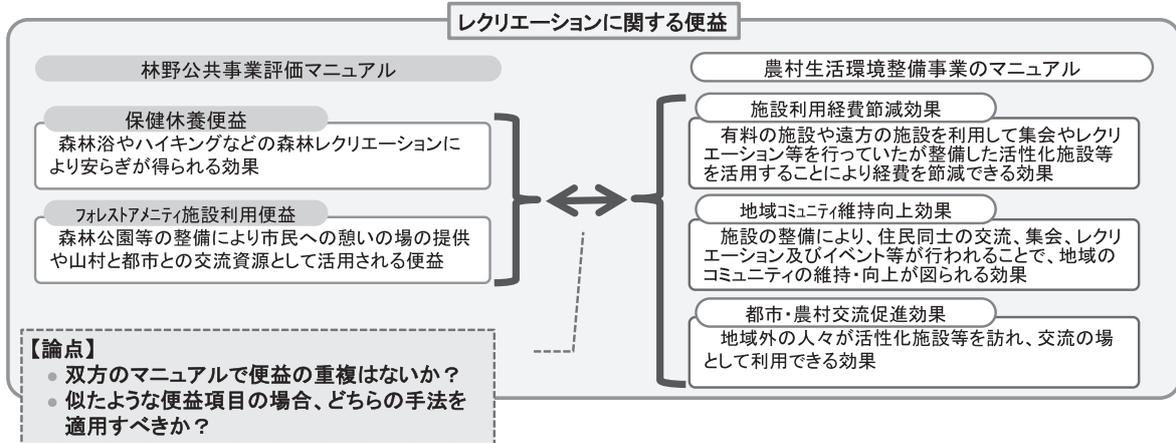
ひとつ目は、現行手法のマイナーチェンジで対応する方法である。土地区画整理事業の評価手法であるヘドニック・アプローチを例にすれば、地価関数の説明変数に自然の整備水準を加えることにより、自然の有する機能活用した土地集約の効果を計測するという考え方もある。ただし、市街地整備において、既存の土地にはほとんど自然がなく、仮にGIによって再開発が実施された場合でもその効用の変化分を計測することが困難なケースが想定される。

2つ目は、抜本的な評価手法の見直しを行うことである。都市部の緑地整備により発揮される効果の種類は多岐にわたることを示したが、すべてが地価に反映するという前提で効果を説明することは難しいかもしれない。すべての価値が地価に帰着するという前提を変え、都市再開発にかかるGI整備事業によって発揮しうる便益項目の棚卸しを行い、林野公共事業等の他事業評価マニュアルで用いられている公共評価手法を参考にして、個々の便益を算定し積み上げたものを総便益とするという評価手法も一案である。

②既存の公共事業評価手法を活用する場合は手法の相違や便益の重複等を明らかにし再整理が必要

事業自身が自然の整備をベースとしている、自然環境保全型GI、流域圏管理型GIの事業については、関係する各省庁の事業評価マニュアルにおいてなんらかの方法により自然の多面的機能を把握する評価手法が確立されており、GIの価値を定量的な便益として把握する一定の素地がある。しかしながら、「多様な地目を一体的にとらえた計画」がGIの特徴のひとつであることを踏まえると、事業の内容によっては、複数省庁のマニュアルを横断的

図表8 既存評価手法を援用してグリーンインフラの評価手法検討を行う場合の論点



出所：三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

に適用することが想定され、該当する便益のすべてを計上対象とした場合、同じような便益項目の評価手法がマニュアル別に異なっていたり、便益のダブルカウントによる過大評価が生じる可能性がある。

図表8に示す通り、農村と森林を一体的にとらえた計画を想定し、レクリエーションに関する価値について考えてみたい。整備事業によって発揮するレクリエーションの便益としては、林野公共事業のマニュアルが“保健休養便益”、“フォレストアメニティ施設利用便益”の2項目、村生活環境整備事業のマニュアルが、“施設利用経費節減効果”、“地域コミュニティ維持向上効果”、“都市・農村交流促進効果”の3項目が示されている。これら5項目すべてを便益として計上した場合、まず懸念されることとして、各便益項目で重複が生じることである。たとえば、森林のフォレストアメニティ施設利用便益の定義を確認すると、農村の都市・農村交流促進効果を含む概念であると考えられる。公共事業評価においては、控え目な便益評価が原則であり、こうした重複の可能性がある場合は算定対象としない。

また、レクリエーションにかかる便益の評価算定式は、事業実施計画場所への「想定来訪者数」に「1人あたりの支払額」を掛け合わせた金額を便益としている。「1人あたりの支払額」は便益の趣旨等によりそれぞれの便益項目で異なっていることから、評価実施に際し、どの金

額を単価として採用すれば良いか検討が必要となる。たとえば、森林のフォレストアメニティ施設利用便益では600円/人、農村の地域コミュニティ維持向上効果では仮想市場法によりアンケートにより単価を把握することとしている。

こうした課題に対しては、3つの整備タイプごとに、複数パターンのGI整備事業内容を明確にしたうえで、それぞれについて、既存の各省庁のマニュアルを参考に対象便益の項目精査、重複の排除、適切な評価手法の選定等について再整理が必要となろう。

(3) グリーンインフラによるソフト面に関する社会的価値の評価手法構築が課題

本稿で提示した3つのGI整備タイプいずれについても、現状の評価手法では、自然を活用することで発揮するコミュニティ形成効果、環境や農業を学習する機会の創出効果等といった「ソフト面」の便益を計測することが難しい。農村生活環境整備費用対効果分析マニュアルおよび河川に係る環境整備の経済評価の手引きにおいては、仮想市場法によりソフト面の効果を定量的に評価することが言及されているものの、その他のマニュアルについては評価対象として皆無であった。CNT(2010)が示すように、GIは人々に対して教育機会を提供するような効果を有しており、森林等における環境教育を実施する等、民間企業でもCSR活動として盛んに利用されているこ

とから、社会の関心の高さを伺うことができる。このため、こうしたGIのソフト面の効果にフォーカスした社会的な価値を適切に評価することが重要な課題である。

環境改善面および防災面といった事業の主たる便益項目ではないソフト面の価値は、仮想市場法を用いた場合、把握不可能であるケースが多く、把握することができた場合でも過小評価になりがちである。これは、仮想市場法がアンケートをベースにした手法で回答者の負担を減らすことで、多くのサンプルを回収する必要があり、一度に多くの設問数を設定することが難しいためである。原則として、1サンプルに対してひとつの評価対象に関する支払意思額を尋ねることがせいぜいであり、仮に、複数の便益についてまとめて質問した場合でも、回答者はすべてを合わせてイメージした金額を回答するため各便益の価値は過小に評価される可能性がある。たとえば、あるA整備事業により「環境教育の機会が創出されること」に対する支払意思額が1人あたり300円/年という結果が得られたとしよう。別の調査として、前者と同じA整備事業により、「洪水が防止されること」、「緑地による景観が改善されること」、「環境教育の機会が創出されること」の3つの効果を発揮することに対する支払意思額は、1人あたり400円/年という結果が得られる可能性もある。このように、仮想市場法は、市場価格のない自然の持つ多面的機能を貨幣換算化することに長けているが、単一の項目に対する評価に適しており、複数の便益を組み合わせた場合の貨幣換算化には不向きな面もある。

こうした自然を活用したソフト面の効果を定量的に計測する手法として、近年では、社会的インパクト評価が注目されている。社会的インパクト評価は、活動のアウトカムを直接的な金銭的価値に換算しにくい民間非営利組織やソーシャルビジネス等の社会的な価値を評価することが可能な枠組みで、国内外において多くの評価適用実績がある。評価対象とする活動分野は、キャリア教育、国際協力、障がい者支援、放課後教育、ホームレス支援、就労支援等、と多岐にわたり、評価手法については、ロジック

モデル、セオリー・オブ・チェンジ、ランダム化比較試験(RCR)、社会的投資収益率(SROI)、その他独自の評価手法等がある。ここでは、社会的投資収益率(SROI: Social Return On Investment、以下SROI)分析について簡単に紹介したい。

SROIは、貨幣価値換算した当該活動の社会的価値÷投入費用により算定され、金銭的な投資に対して生み出された社会的価値の割合を算定する費用便益分析の一種である。評価の適用事例としては、民間企業のプロジェクトの評価ツールとして活用されているケースが多いが、近年では、国や自治体において評価を試行する事例が一部で見られるようになってきている。

大まかな算定プロセスは、まず、評価対象を決め、ステークホルダーを確定する。次いで、ステークホルダーごとに事業のアウトプット、アウトカムを設定し(インパクトマップ)、貨幣換算化のための適切な金銭代理指標をそれぞれに設定する。最終的には、インパクトを確定するために、各アウトカムの項目がインパクトにどの程度寄与するかを示す帰属率を算定し、インパクト(社会的便益)を算出するという手順である。この算定プロセスに基づき、SAVE JAPANプロジェクト SROI評価報告書(2014)では、民間生命保険会社と顧客(契約者)、環境保全団体、各地域のNPO支援センター等が協働して開催した、希少生物種等の生き物が住みやすい環境を保全する市民参加型の環境イベントについてSROIを算定している。当イベントには、2011年度から3年間で累計325回のイベントが開催され、18,000名を超える市民が参加した。評価結果は、3年間でみると、投資(総費用78,000千円)に対して総便益87,000千円でSROI=1.12と試算されプロジェクトの有効性・効率性が実証されている。

このように、費用対効果分析として、自然を活用したソフト面の社会的価値評価を行うことが可能な手法として、SROIの適用を検討することは、GIが有する価値を適切に評価するうえで有効であると考えられる。もっとも、SROIの適用によって得られたインパクトは、既存の公共

事業評価マニュアルによって算定された便益とどのように整理するのか検討が必要である。また、分析を行ううえで、恣意性や過大推計、ダブルカウントを排除できるかといった技術的な課題、手法の認知度の低さ、データ・研究の蓄積不足が指摘されており、本格的な実務への導入に向けてはさまざまな課題を有している。

4 | グリーンインフラの公共事業評価手法構築に向けて

本稿では、GIに関して具体的な公共事業の姿を仮定したうえで、各公共事業評価手法マニュアルに沿って評価を実施した場合、GIが発揮する自然の多面的機能を把握することが可能であるかという視点で検証し、現状の枠組みの課題と対応の方向性について言及した。ここまでの議論を踏まえて、今後、わが国において、GIの公共事業評価手法の構築に向けた議論を進めるにあたっての留意点について提示したい。

(1) グリーンインフラの普及・認知度向上

わが国においては、シンポジウムによる情報発信や研究会の開催等で、GIという概念が世間に徐々に普及しはじめたところではある。しかし、GIが新たなインフラ整備事業の概念であるため、GIとはどのようなインフラか？事業内容は具体的にどういった内容であり、どのような社会的意義（便益）があるのか？われわれの生活にとってどんなメリットがあるか？こうした疑問を多くの人々が持つ状況である。GIの事業評価手法の検討を推進するための意識醸成として、まずは世間への普及が急務といえる。今後、少なくともインフラ政策担当者から、「グリーンインフラとは何なのか？」という言葉が聞かれなくなるくらいまで、取り組みを徹底することが肝要である。

筆者が所属する三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社も編集に参画した「決定版！グリーンインフラ／編グリーンインフラ研究会」（日経BP社）も出版されたところであるが、こうした書籍や本稿のような情報発信等を通じて認知度向上に寄与できれば幸いである。

(2) グリーンインフラ整備事業の具体的な内容および

便益項目の明確化

本稿では、3つのGI整備タイプを大枠として示し、それぞれのタイプでイメージされる個別・具体的な事業内容について、既存の公共事業から仮定レベルで整理したものの、その他想定される事業について網羅的には整理できていない。整備タイプごとに想定される具体的な整備内容を検討・整理したうえで、それぞれの事業で発揮する便益を洗い出し、公共事業評価の対象とする評価項目を明確化することが必要である。なお、評価対象とする便益の設定にあたっては、インフラ整備によって発揮する効果として科学的な妥当性が担保されているかどうか、また、計上するそれぞれの便益との間に重複（ダブルカウント）はないかといった点について十分留意して検討を進める必要がある。

(3) 各省庁における事業評価手法の課題・検討経緯等を十分に踏まえた検討

GIは多様な事業を一体的にとらえた概念にとらえることができるため、具体的な事業内容によっては関係する多様な主体が関わるケースが出てくるものと思われる。本稿で示したように、GIにかかる便益の評価手法を検討するにあたっては、複数の公共事業評価マニュアルに掲載されている手法に関して再整理が必要になるものと考えられる。こうした際において、手法が有するメリット・デメリット、評価対象の範囲、調査コスト等、既存評価手法の特性を認識しつつ、関係省庁で検討されてきた検討経緯やそれぞれの手法において課題となっている点等を十分に踏まえ、今後の方向性等について検討する必要がある。

(4) 科学的・客観的な妥当性を担保した公共事業評価手法の構築

自然の多面的機能は、たとえば、道路を整備した場合による通行量の増加等と異なり、大気汚染抑制、二酸化炭素発生量の抑制等、必ずしも目に見える形ではその効果が発現しない。こうした便益やその評価手法については、既存の事例や各種文献等を十分踏まえることにより、科学的・客観的な妥当性を担保することに努めることが

肝要である。加えて、便益のダブルカウントや過大評価を回避するための慎重な検討に努めるほか、実務への適用を見据えた簡易な手法の構築に留意して検討を進めなければならない。

一方、各省庁では、公共事業評価手法の検討に際し、有識者等からなる専門委員会を組織して検討を行ってきた。GIの事業評価手法を検討する場合においても、GIの概念を理解し自然の多面的機能の価値評価に精通した有識者を交えた専門委員会の組成が必要である。

さらに、これまで公共事業評価手法に取り入れられていなかった社会的インパクト評価を新たな評価手法として検討する場合には、費用便益分析としての社会的インパクト評価について精通した有識者等の参画も不可欠で

ある。

(5) 評価手法の積極的な適用と見直し

これまで示してきたプロセスを経て評価手法が確立された際は、積極的な適用を行い、評価結果を広く公表し、評価手法のブラッシュアップに向けたPDCAサイクルを機能させるべきである。これにより、GIの価値を広く世間へ可視化することにもなり、GIの概念や有効性の普及に寄与する。当然、新たな取り組みであるため、課題が残ったままの運用となり、批判を受ける可能性がある。その折りには、批判を真摯に受け止め、妥当性等の再検証、必要に応じて手法の改定を行い、より透明性の高いGI事業の実施およびその評価手法の確立を目指すことが重要である。

【引用文献】

- ・ CNT : Center for Neighborhood Technology (2010), The Value of Green Infrastructure: A Guide to Recognizing Its Economic, Environmental and Social Benefits, p3
<http://www.cnt.org/publications/the-value-of-green-infrastructure-a-guide-to-recognizing-its-economic-environmental-and> (2016年11月22日確認)
- ・ 大阪市HP「うめきた2期区域まちづくり方針」
<http://www.city.osaka.lg.jp/toshikeikaku/page/0000305317.html> (2016年11月22日確認)
- ・ 総務省HP「公共事業に関する評価実施要領・費用対効果分析マニュアル等の策定状況」
http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/hyouka/seisaku_n/koukyou_jigyuu.html (2016年12月2日確認)
- ・ S.Naumann, M. Davis, T. Kaphengst, M. Pieterse, M. Rayment (2011), Design, implementation and cost elements of Green Infrastructure projects, Final Report - 16 December 2011, p75,86-87
<http://ecologic.eu/3933> (2016年11月22日確認)
- ・ 三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社 (2015)「内閣府委託調査 社会的インパクト評価に関する調査研究最終報告書」(平成28年3月)、p34
- ・ 株式会社 公共経営・社会戦略研究所、株式会社ソーシャルインパクト・リサーチ (2014)「SAVE JAPANプロジェクト」SROI評価報告書 (2014年7月1日)、p19-26
- ・ 遠香尚史、西田貴明 (2014)「自然資本による価値の経済的価値における動向と課題」季刊政策・経営研究 2014 Vol.3 p51-64.