

グリーンインフラを日本に導入するための評価指標の検討 —宇都宮市をケーススタディとして—

宇都宮大学 学生会員 ○摺淵 笙乃

宇都宮大学地域デザイン科学部 正会員 山岡 暁, 近藤 伸也, 松本 美紀

1. 背景と目的

我が国では、一定規模以上の社会基盤形成にあたり、自然環境への負の影響を考慮するために環境影響評価が義務付けられている。その結果は事業に反映されることで、重大な環境影響の発生を未然に防いできた。

今日、そのような環境に配慮した事業の推進と共に、自然環境そのものを活用したグリーンインフラ（以下GIと表記する）に注目が集まっている。GIとは、自然環境が有する多様な機能を活用した社会資本整備、国土管理、土地利用の在り方を表す概念である。欧州にて先進的に取り組み、国内においても、近年、国土形成計画等の上位計画に盛り込まれるなど、国内外でトレンドとなりつつある。

GIは環境保全・再生機能の他、防災・減災や良好な景観形成などの多機能性を有しており、この多機能性を発揮することで広範囲に効果を提供させる。それゆえGIによる事業効果は大きいと推測されるが、現在のところ、それらの効果を全て定量的に評価することは難しいといわれている。例えば雨水管理機能に着目した緑地整備事業では、雨水管理による水害の低減の他に、緑地が増加したことによる、CO₂削減や空気の質の向上、それに伴う地域住民の健康の改善や景観の向上による観光資源としての活用等の二次的効果も評価する必要がある。

このようなGIの多機能性による効果を評価できれば、費用対効果の便益として用いることが可能となり、住民説明等でGIによる効果を示すことが容易になると考えられる。さらに、それらの多様な効果は住民や企業等の多様な利害関係者の関心を引き付け、持続可能な地域の形成が可能になると期待される¹⁾。

一方、欧州では、GI事業評価として費用対効果を用い、積極的に便益の算出を試みている。中でも、英国の取り組みは先進的であり、GIの多機能性による潜在的な効果を便益として評価するためのツールキットを

開発している²⁾。

そこで、本研究では、英国で開発されたツールキットを用いて、国内のGI事業モデルを対象として多機能性による効果を便益として試算する。そして、試算結果を基にGIの事業評価ツールとして日本への導入可能性を検討する。

2. 既往の評価指標

本研究では英国のNatural Economy Northwestプログラム内にて開発されたグリーンインフラ評価ツールキットを用いる。

このツールキットは、GI取組による社会や環境への便益提供の実態を評価・把握・証明することで、GIに対する投資の有効性を裏付け、広範な利害関係者の相互理解と協力を強化するための意思決定の基盤を提供することを目的として開発されたものである。

本ツールキットでは、11分野の利益グループ³⁾で、さらに細分化した評価項目を、定量的に評価し、最終的に便益として経済価値に置き換えている。表1に評価項目と算出方法を示した。

3. 国内GIモデル事業への適用

3-1 GIモデル事業の概要

GIモデル事業として、栃木県宇都宮市の「宇都宮市都心部地区市街地総合再生計画（以下、計画とする）」を対象とした。この計画は宇都宮市における「都市拠点としてふさわしい中心市街地の実現を目指し、再開発事業等による都市機能の更新や整備改善」を目的とした都市計画である。

計画内の整備項目には、河川整備や自転車走行環境の整備等が挙げられ、これらは環境保全や再生も重視されているためGI導入の対象となると考えた。

本研究では計画の整備項目内の「中心市街地の良好な市街地環境の維持向上」として屋上緑化事業、「川沿

キーワード グリーンインフラストラクチャー、事業評価、環境計画、環境影響、環境保全

連絡先 〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東 7-1-2 宇都宮大学 TEL.028-689-6223 E-mail.cfdw9411@yahoo.co.jp

表 1 GI の評価項目と算定方法

利益グループ	評価項目	算出方法
1. 気候変動適応と緩和	1.1 暖房エネルギー消費量削減	建物付近に防風機能を果たす木々の増加による、暖房使用量減少とそれに伴うエネルギー消費量減少の削減コスト
	1.2 暖房エネルギー削減による炭素排出回避	1.1におけるエネルギー消費量減少に伴うCO ₂ 排出量削減を排出量取引額に応じて算出
	1.3 風や嵐によるダメージ回避	
	1.4 夏季表面温度の低減	緑地の増減による夏季表面温度の変化(差)
	1.5 冷房エネルギー消費量の低減	屋上緑化面積増加による建物内の気温低下、冷房使用量減少とそれに伴うエネルギー消費量減少の削減コスト
	1.6 冷房エネルギー節約による炭素排出回避	1.5におけるエネルギー消費量減少に伴うCO ₂ 排出量削減を排出量取引額に応じて算出
	1.7 森林内に隔離保存されている炭素	森林増加による炭素の貯蓄および隔離を排出量取引額に応じて算出
	1.8 森林以外に隔離保存されている炭素	
2. 水管理と洪水緩和	2.1 合流式下水管にはいる雨水量削減によるエネルギーと炭素排出量削減	緑地の雨水貯蓄機能による合流式下水道への流入流量減少と廃水処理量の減少、排水処理エネルギー使用量減少とそれに伴う二酸化炭素排出量削減の削減コスト
	2.2 家庭・商業用排水の廃水処理コスト削減	排水が合流式下水道に流入しない家庭および企業が得るリポート(払戻金)を算出
	2.3 従来の排水施設によるコスト回避	
3. 位置(場所)コミュニティ	3.1 都市緑地の景観のための支払意思額	
	3.2 ボランティア団体の増加	GI事業前後のボランティア団体数の変化
4. 健康と福祉	4.1 身体活動の増加による健康コスト削減	
	4.2 身体活動の増加による死亡率の低下	GI導入により増加した身体活動とそれに伴う健康改善による死亡率の低減、救われた命の数とDFTによる人生の価値により年間死亡率の低下の価値を算出
	4.3 精神疾患による健康コスト削減	
	4.4 入院期間減少による健康コスト削減	
	4.5 呼吸器疾患の死亡率の低下	
	4.6 大気汚染対策回避コスト	林等の増加による汚染物質の排除とそれら対応コストの削減
5. 土地と財産価値	5.1 住宅地価と資産価値の向上	緑地の属性により定められた上昇率を用いて住宅資産価値の向上を算出
	5.2 商業地価と資産価値の向上	
6. 投資	6.1 民間部門の投資手段	
	6.2 雇用創出	
	6.3 イメージ改善	
7. 労働生産性	7.1 従業員転職の減少による貯蓄	
	7.2 労働生産性の増加	
	7.3 仕事欠勤の減少による貯蓄	GI事業による運動機会の増加による健康の向上、欠勤の減少による余剰給与発生抑制による削減コスト
8. 観光	8.1 観光支出	GI事業による観光客増加とそれに伴う収入利益
	8.2 観光による雇用支持	8.1より算出した観光収入による雇用の創出
9. レクリエーションとレジャー	9.1 地元住民によるレクリエーション利用	GIのレクリエーション利用者による支出
10. 生物多様性	10.1 生物多様性保護の支払意思額	法令等に基づいて保全されている土地の増加とそれら近接地域の支払意思額
11. 土地のマネジメント	11.1 製品の市場価値	
	11.2 土地管理による雇用支持	GI整備による雇用の創出緑地属性により予測し、それら雇用の価値

注) 評価項目の網掛け項目は英国において開発途中であるため評価対象外としている。
評価項目 1.1および1.2は事業範囲が広大で数値設定が困難なため本研究では利用しない。
評価項目 10.1は入力必要数値の想定が不可能のため本研究では利用しない。

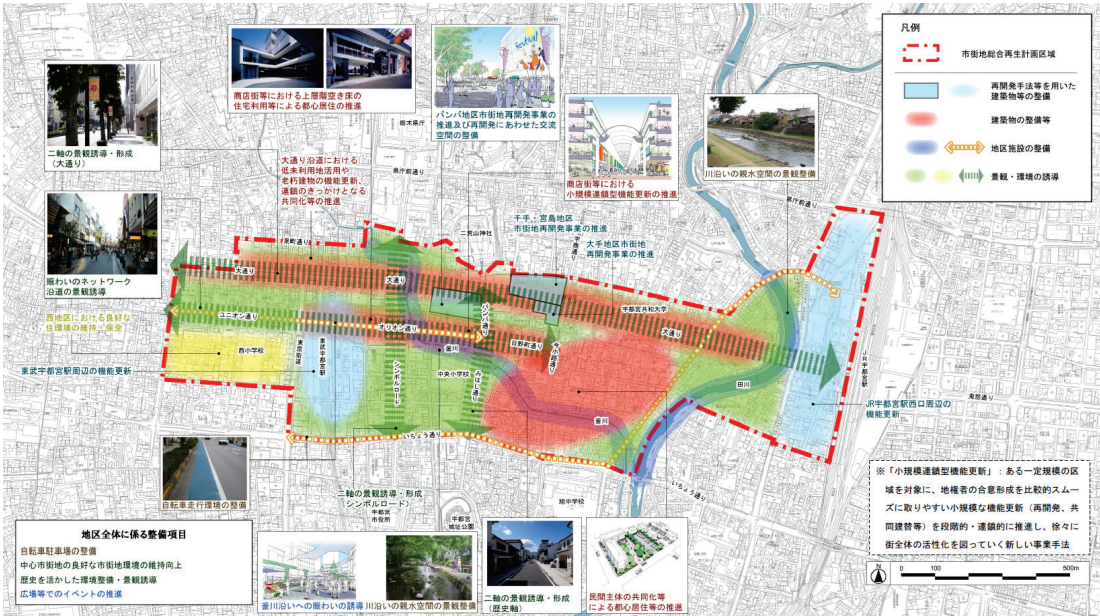


図 1 整備区画及び整備内容(宇都宮市都心部地区市街地総合再生計画より引用)

いの親水空間の景観整備」として河川整備事業、「自転車走行環境の整備」として自転車道整備事業、「歩行者ネットワーク」として歩行者道整備事業をGIモデル事業として評価を行う。

なお、当計画における整備区画の面積は100haであり、整備区画を図1及び表2に示す。

表 2 各事業とその範囲(グーグルマップより算出)

項目	屋上緑化事業	河川整備事業	歩行者道整備事業	自転車道整備事業
整備面積(ha)	1.632	1.078		
新たな緑地	1.632	1.078		
強化した緑地	0	0		
整備距離(km)		2.078	4.149	2.942
新たに整備		0	0	0.39
整備強化		2.078	4.149	2.552

表3 宇都宮市におけるGI事業ケーススタディの定量分析及び経済効果の試算結果

評価項目		単位	屋上緑化事業	河川整備事業	自転車道	歩行者道	総合
1.4	表面温度の変化	°C	-1.2	-0.8	-	-	-2.02
	屋上緑化増加分	m ²	16,320	-	-	-	16,320
1.5	年間消費電力量の削減	kWh/yr	1,494,100	-	-	-	1,417,759
	年間消費電力量の削減による削減コスト	£/yr	109,069	-	-	-	103,496
	10年あたり	£	967,876	-	-	-	918,423
	年間CO ₂ 削減	kgCO ₂ e/yr	747,573	-	-	-	709,376
1.6	年間CO ₂ 削減の炭素価値	£/yr	4,485	-	-	-	4,256
	10年あたり	£	39,804	-	-	-	37,965
	年間隔離炭素量	tCO ₂ /yr	0	1.3	-	-	1.3
1.7	年間隔離炭素量の価値	£/yr	0	8	-	-	8
	50年あたり	£	0	195	-	-	195
	下水道から分流された水	l/yr	124,907	89	-	-	214,897
2.1	排水処理回避による年間エネルギー消費量削減	kWh/yr	81	58	-	-	139
	エネルギー消費量削減による年間排出炭素削減	tCO ₂ e/yr	0.04	0.03	-	-	0.07
	年間排出削減炭素量の価値	£/yr value of carbon	0.24	0.17	-	-	0
	年間エネルギー消費量の削減による削減コスト	£/yr value of energy	6	4	-	-	10
	30年あたり	£	117	83	-	-	201
4.2a	年間死亡率低下の価値	£/yr	1,200,774	2,071,711	1,708,254	3,551,167	5,992,899
	5年以上の正味現在価値(NPV)	£	3,289,612	5,675,609	4,679,893	9,728,693	16,418,004
	10年以上の正味現在価値(NPV)	£	8,014,186	13,826,977	11,401,204	23,701,141	39,997,709
4.2b	年間死亡率低下の価値	£/yr	167,245	575,291	968,818	226,779	1,887,889
	年間あたりに保持された命の数	ives saved per yr	0.9	1.7	1.7	2.4	4.9
	10年あたり	£	18,588,894	34,539,831	32,736,349	52,669,350	101,840,161
4.6	年間一酸化炭素除去量	t/yr	0	0.0002	-	-	0.0002
	年間二酸化硫黄除去量	t/yr	0	0.0008	-	-	0.0008
	年間二酸化窒素除去量	t/yr	0	0.0008	-	-	0.0008
	年間PM ₁₀ 除去量	t/yr	0	0.0019	-	-	0.0019
	年間オゾン除去量	t/yr	0	0.0017	-	-	0.0017
	汚染物質除去の削減コスト	£ NPV	0	275	-	-	275
	50年あたり	£	0	34,539,831	-	-	34,539,831
5.1	恩恵を得た世帯数の推定数	件	4,112	4,000	-	-	7,828
	財産価値の上昇	£	42,871,787	41,699,903	-	-	81,619,041
7.3	損失を回避した総日数(低)	日	-	-	-	-	221
	損失を回避した総日数(高)	日	-	-	-	-	1,180
	総労働者の節約の割引(低)	£/yr	-	-	-	-	17,092
	総労働者の節約の割引(高)	£/yr	-	-	-	-	91,158
	10年あたり	£	-	-	-	-	361,242
8.1	年間日帰り旅行者増加量	人	-	-	-	-	528,366
	年間観光による利益	£/year	-	-	-	-	11,317,600
	観光による利益10年分	£	-	-	-	-	94,124,010
8.2	創出された雇用	FTE jobs	-	-	-	-	377
	創出された粗付加価値額	£	-	-	-	-	7,545,066
	10年あたりの粗付加価値額	£	-	-	-	-	64,945,567
9.1	地元からの訪問者人数	人	-	-	-	-	353,934
	レクリエーションの価値 10年あたり	£	-	-	-	-	13,050,001
11.2	創出された土地管理の雇用	FTE jobs	0.042	0.028	-	-	0.070
	雇用価値	£/yr	1,061	701	-	-	1,762
	8年あたり	£	7,547	4,985	-	-	12,532
経済価値合計(NPV)	粗付加価値額	£	975,540	34,544,899	0	0	194,901,806
	土地と不動産の価値	£	42,871,787	41,699,903	0	0	81,619,041
	その他の経済価値	£	18,628,698	34,540,026	32,736,349	52,669,350	101,878,321
経済価値合計(NPV)	粗付加価値額	円	139,502,172	4,939,920,557	0	0	27,870,958,258
日本円	土地と不動産の価値	円	6,130,665,541	5,963,086,129	0	0	11,671,522,863
	その他の経済価値	円	2,663,903,754	4,939,223,682	4,681,297,907	7,531,717,050	14,568,599,903

為替相場(2016.12.29) 1£(英国ポンド)=143円

3-2 GIモデル事業の経済評価

宇都宮市の計画における緑化事業、河川整備、歩行者道整備、自転車道整備をGI事業によって実施することを想定して、それぞれの経済評価についてツールキットを用いて試算した。試算結果を表3に示す。

4. 考察

4-1 評価項目別の経済効果

今回、宇都宮市の計画を事例として、英国のツールキットを用いて、GI事業による効果を便益として試算し、GIの経済価値を求めた。その結果、屋上緑化事業、河川整備事業、自転車道整備事業、歩行者道整備事業において、それぞれの経済価値を求めることができた。前節で求めた試算結果(表3)をもとに、特徴的な評価項目を以下に述べる。

評価項目1.5にて算出した、屋上緑化事業の経済効

果が91.8万£と、大きいことが判明した。英国では気候上、一般家庭にはほぼ空調設備が存在しないほどに気温や湿度が高くない。そのため、日本における利用率は英国に比べ高くなる傾向にある。当評価項目は日本に適用した場合には、より大きな効果を示すことが予想される。

評価項目4.2a、4.2bについては1億£を超える高い経済効果が得られたが、死亡率低下の価値(人命の価値)の日本における数値換算が課題になると考えられる。英国では交通省によって、一人あたりの人命の価値が160万£と設定されているため、大きな利益の創出に成功している。しかし、日本では妥当な人命の価値を設定するために更なる研究が必要である。

評価項目8及び9については観光客数増加の予測値を求めるために英国観光地を基準とした係数を採用している。そのため、信頼性に欠けるが日本でも大きな

利益創出を見込める可能性がある。

評価項目 5.1 の経済効果は 8.16 千万 £ と非常に大きい。これは GI の効果により向上した資産価値全体の合計を算出しており、一世帯（1 資産）あたりでは、直接恩恵を得た世帯では約 150 万円、GI 周辺では約 60 万円となる。

4-2 評価項目の妥当性

表 1 の評価項目に対し、日本での妥当性について以下に述べる。

評価項目 2.1 における背景として、合流式下水道の整備状況について日本と英国を比較した。英国では、歴史上、下水道が先進的に整備されていたこともあり、国内下水道設備の約 70% は合流式下水道区域となっている。ところが、日本における合流式区域は人口比で約 13% ほどであり、当評価項目の妥当性が問題となる。しかし、主に政令都市の 41%、東京都心部では 82% が合流式区域となっており、都心部では利用可能性は高くなるとともに、GI 事業の効果による利益拡大が期待できる。

評価項目 2.2 及び 7.3 は、法・制度の違いにより日本では利用可能性は低いと判断される。

評価項目 2.2 は、英国では日本と異なり、家庭や企業敷地内における表面水が公共下水道（合流式下水道）を通らない場合にリベート（払戻金）を受け取れる制度や下水料金の割引制度が存在するためである。これは、英国の下水道処理施設が公共の他に民間企業によって数多く運営されている背景もあり、下水道の整備方法を家庭で選択できるように設定されたと推察される。これに対し、日本は、もともと合流式下水道整備区域が少なく、リベートや割引制度も存在が確認されなかった。

評価項目 7.3 は、英国では法定病気手当 (Statutory sick pay) 制度を採用している企業が多く、病気欠勤は有給休暇とは別の、賃金の支払いを伴う休暇に基づく。それに対し、日本では病気欠勤の場合、有給休暇を用いるなどの処置をとる企業が一般的であり、このような制度がないため、当項目は算出不可能である。

5. 結論

本研究では、英国で開発された GI 事業による経済価値を算出するためのツールキットを用いて、宇都宮市

の GI モデル事業を設定し、その経済価値を求めた。その結果を基に、日本における GI の事業評価ツールとしての導入可能性について検討した。

その結果、以下の 4 点が明らかになった。

- ① 評価項目 1.5「冷房エネルギー消費量の低減」の効果は日本国内で大きな利益創出が期待できる。
- ② 評価項目 2.2「家庭・商業用用水の廃水処理コスト削減」及び評価項目 7.3「仕事欠勤の減少による貯蓄」の効果は、英国との法・制度の相違により日本での便益を推計できない項目である。
- ③ 利益グループ 8「観光」と 9「レクリエーションとレジャー」では、観光客数の予測の際に日本版の修正が必要である。
- ④ 支払意思額を用いる項目については、日本版アンケートを作成する必要がある。

英国における GI 評価方法は、法制度や生活環境の違いにより、日本での直接利用には留意すべきであるが、宇都宮市の GI 事業では多大な利益を創出できることが判明した。すなわち、評価項目によっては日本における GI 事業で大きな効果や経済価値が得られる可能性が高い。

今後、英国のツールキットを基に、日本独自の評価項目や算出方法の検討が重要と考える。特に、日本では GI の効果として期待されている防災機能や維持管理費の低減などに着目した評価項目は重要である。

従来不明確だった GI 効果をこのようなツールキットで明らかにすることは、様々な利害関係者の関心を引き付け、事業への協力を得ることを容易にする可能性があり、GI 導入時の合意形成にも活用できる。今後、GI 事業評価のみならず、評価された効果をどのように活用するのか、その利用方法についても検討すべきである。

参考文献

- 1). 西田貴之, 岩浅有記: 我が国のグリーンインフラストラクチャーの展開に向けて～生態系を活用した防災・減災、社会資本整備、国土管理～, 2015
- 2). Natural Economy Northwest, CABE, Natural England, Yorkshire Forward, Northern Way, ロンドンデザイン, Defra, Tees Valley Unlimited, Pleasington Consulting Ltd, Genecon LLP : The green infrastructure valuation toolkit, 2010 (2016 年更新 ver1.4)
- 3). Ecotec, Natural Economy Northwest (NENW) : 2008