都市の価値および環境負荷の定量的評価手法
～ICT導入による貢献量～

Development of Quantitative Evaluation Method regarding Value and Environmental Impact of Cities

● 山内崇裕　● 朽網道徳　● 永野友子　● 藤井秀道

あらまし

近年，都市化に伴う環境負荷の増加により，スマートシティの概念が提案され，その実現に向けて様々なインフラの導入が進められている。そして，それらのインフラを有機的につなぎ，新しいサービスを創出するために，ICTの導入がますます重要になってきている。同時に，都市の問題点の把握や改善策の立案を促すために，それらの効果を定量的に評価する指標が必要となっている。富士通では，都市全体における価値と環境負荷の両方の項目に着目し，これまで検討してきたソリューションの導入効果を定量的に評価する手法を都市全体に拡大させ，都市の効率(スマート度)やICTの導入効果を定量的に評価する手法を開発した。

本稿では，都市の効率(スマート度)の評価の新たな考え方，評価の枠組みおよび環境負荷評価技術，環境貢献評価技術を活用したソリューション導入による効果の評価方法，更に都市へのソリューションの導入を想定した具体的な評価事例を紹介する。

Abstract

Recently, more and more organizations have been proposing and introducing infrastructure to realize a smart city because there has been an increase in environmental impact associated with urbanization. On the other hand, it is becoming more important to introduce information and communications technology (ICT) to create new services by connecting infrastructure organically. At the same time, an index is needed for making city government officials understand the problems and solutions regarding infrastructure. In Fujitsu, we are focusing on both the value and environmental impact of cities as a whole, and enhancing a quantitative evaluation method for introducing ICT solutions to cities. We have developed a quantitative evaluation method focusing on the effect that ICT has on a city. This paper describes the evaluation method focusing on the evaluation concept, framework, and items for integration. In addition, it explains the impact evaluation method and shows a case study of introducing ICT solutions.

ま え が き

国連環境計画によると，2050年までに人類の3分の2にあたる60億人以上が都市あるいは町に住むと予測され，大気汚染などの公害や，交通渋滞，エネルギー問題が発生し，環境負荷が増大すると考えられる。[1] 近年，それに対応するため，スマートシティの概念が提案され，各種の施策やプロジェクトが検討・実施されている。スマートシティの実現に向けて，太陽光発電システムや風力発電システムなどの再生可能エネルギーや，スマートグリッドなどの電力システム，カーシェアリングや電気自動車の充電設備など，社会インフラの導入が進められている。一方，HEMS（Home Energy Management System）やBEMS（Building Energy Management System）などのエネルギーマネジメントシステム，医療ネットワークシステム，交通の位置情報システム，環境情報センサーシステムなどのICTの導入が今後ますます重要となる（**図-1**）。このような背景から，ICTによる都市のスマート化への貢献を明確にすることが重要である。そのためには，それらの効果を定量的に評価する指標が必要となる。

現在，都市や街区を対象に評価する様々な評価手法が検討されている。CASBEE-都市（Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency）[2] は，都市の環境性能を「環境，社会，経済」の3側面と「環境負荷」で総合的に相対評価するものである。また，LEED-ND（Leadership in Energy & Environmental Design-Neighborhood Development）[3] は，「適正な立地と地域連鎖」「地域のパターンとデザイン」「環境に優しいインフラと建物」「イノベーションと設計プロセス」「地域補正得点」の5項目について街区を対象に環境性能を評価するために使用されている。更に，世界の主要都市を対象に，活力，文化，接触機会，高級感，便利・快適，移動の6グループの20の指標を用いてスコアを算出するGlobal Power City Index[4] や欧州のSmart cities Ranking[5] などがある。

これらの評価手法は，各都市の偏差値からポイントを算出するなどの相対評価の指標が多く，絶対評価が可能な指標が少ない。また，建物や設備など，インフラの観点を中心に評価しているため，ICTの導入による効果を十分に評価できないという課題があった。

一方，富士通ではICTの環境負荷低減への評価手法について，2004年度から，ICTの導入による環境負荷低減効果（CO_2排出量削減効果）を定量的に評価する方法を開発し，一定基準を上回る製品・サービスを「環境貢献ソリューション」として認定・提供している。[6], [7] これまでに，多くの分野と業種にわたる300件以上の製品・サービスを評価してきた。また，パソコン，サーバなどの製品については，製品の性能・機能の面を定量化し，LCA（Life Cycle Assessment）と組み合わせて，新旧製品の製品価値と環境負荷の比を表現する「環境効率ファ

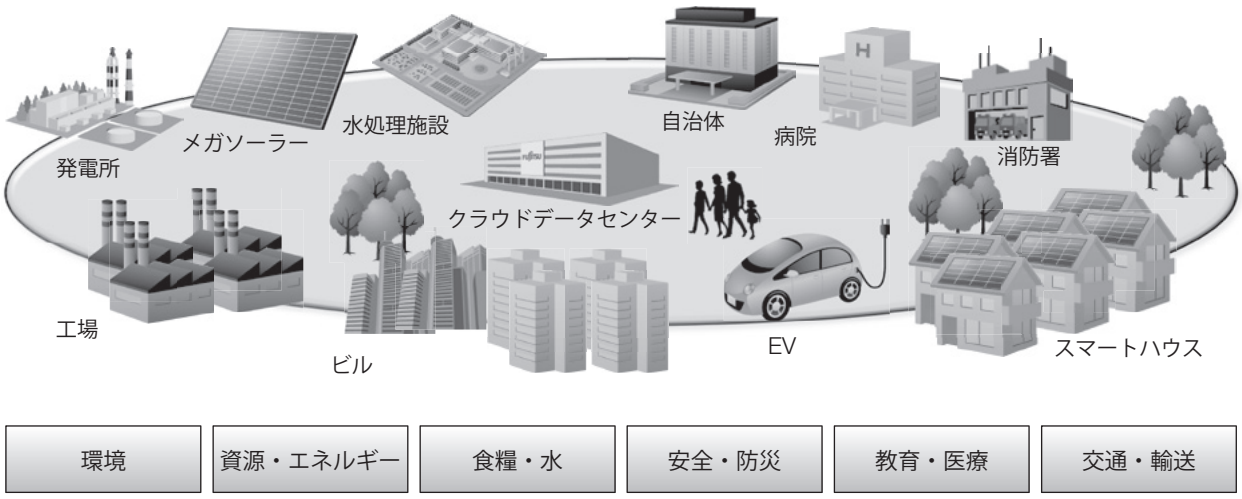

図-1　スマートシティの課題

クタ」の指標を2007年度から導入し，より少ない環境負荷でより高い価値を提供できる製品づくりを促進している。[8] これらは，いずれも個々の製品やソリューションを対象としたものである。

富士通では，持続可能な都市の実現のため，都市全体における価値と環境負荷の両方のパフォーマンス項目に着目するとともに，これまで検討してきた製品やソリューションの導入効果を定量的に評価できる手法を都市全体に発展させ，都市の効率（スマート度）やICTの導入効果を定量的に評価する新たな方法を開発した。本稿では，この定量的評価手法の概要とそれを用いたICTの導入効果の事例を紹介する。

スマートシティの定量的評価方法

● 都市における定量評価の考え方

各都市には，個々に特徴があり，活動内容や規模も様々である。これらの都市の持つ価値を定量的に評価するためには，都市に住む人がどのような側面から都市の価値を捉えるのかを，住む人の視点に立って考えたい。また，都市は活動により地球環境に何らかの影響を与えている。これらの環境に与える影響を，負荷として定量的に評価することも同時に考慮しなければならない。

一般的に，都市における便利さ，生活の豊かさは，都市が持つ環境負荷を増大させる。つまり，都市の価値と都市の環境負荷は相反する。しかし，都市全体を評価するためには，これら相反する両方を考慮し，両立させる必要がある。そこで，著者らは都市の価値を都市の環境負荷で割ったものを都市の効率（スマート度）として，都市のパフォーマンスを定義する概念を提案する。この効率は，都市のスマート度を評価する有効な指標であると考えている。更に，この都市の評価は，ICT導入の効果を定量的に評価することができるものを目指した。ある都市に住む人にとっての価値を反映していることを基本として，理想的には，比較的簡単で，分かりやすい指標であること，またある都市が施策によって改善されていく状態を評価できるものであること，更に同じ条件で複数の都市を相対的に定量評価できることを目指して都市の定量評価手法の開発に着手した。

● 都市の価値と環境負荷の考え方

都市の価値については，国連が提唱する環境・社会・経済のTBL（Triple Bottom Line）[9] を基本概念とした。これをもとに，都市の価値となる機能を下記の環境・社会・経済の側面から抽出し，評価項目とした。

（1）環境品質の側面

大気，水，土地など。

（2）社会側面

居住，食やエネルギー，交通・運輸，安心・安全，防災，教育，医療・健康，行政，コミュニティ，地域の活力など。

（3）経済側面

都市の経済力として行政の財政基盤，個人の経済力，産業力として雇用など。

そして，都市の環境負荷については，気候変動への影響，資源枯渇への影響，生物多様性への影響の三つの側面から環境負荷を捉え，それぞれの負荷の度合いを示す評価項目を選定した。

● 都市の評価の枠組み

複数の項目から成る価値と環境負荷をまとめるためには，個々の評価側面や評価項目の重み付けや統合化が必要である。都市の価値と環境負荷を評価する方法は，下記のとおりである。

（1）都市の価値

まず，価値の評価プロセスでは，統合化された価値V_{total}は，iを価値の評価項目のカテゴリーとすると，価値の側面V_i，重み付け係数をw_iを用いて，以下の式で表すことができる。

$$V_{total}=\sum w_i V_i$$

また，価値の側面V_iは複数の評価項目を有しており，評価項目の分類をkとすると，各評価項目V_{ik}と重み付け係数a_{ik}により，以下で表すことができる。

$$V_i=\sum a_{ik} V_{ik}$$

ここで，都市の価値の側面として，環境，社会，経済を考えた場合，都市の価値の環境側面をV_1，社会側面をV_2，経済側面をV_3，重み付け係数をそれぞれw_1，w_2，w_3とすると，トータルの価値V_{total}は，以下のようになる。

$$V_{total}=w_1V_1+w_2V_2+w_3V_3$$

（2）都市の環境負荷

次に，環境負荷の評価プロセスでは，統合化された環境負荷B_{total}は，jを都市の環境負荷の評価項目のカテゴリーとすると，環境負荷の側面B_jと重み付け係数g_jを用いて，以下の式で表すことができる。

$$B_{total}=\sum g_j B_j$$

また，環境負荷の側面B_jは，mを評価項目の分類とすると各評価項目B_{jm}と重み付け係数b_{jm}により，以下で表すことができる。

$$B_j=\sum b_{jm} B_{jm}$$

ここで，都市の環境負荷の側面として，気候変動，資源枯渇，生物多様性の三つについて考えた場合，気候変動への影響をB_1，資源枯渇への影響をB_2，生物多様性への影響をB_3，重み付け係数をそれぞれg_1，g_2，g_3とすると，トータルの環境負荷は，以下のようになる。

$$B_{total}=g_1B_1+g_2B_2+g_3B_3$$

ここで都市の価値や環境負荷の重み付けの手法として，様々な手法が検討されている。CASBEE-都市で使用されている階層分析法（AHP：Analytic Hierarchy Process）[10] による重み付け推計手法，また，貨幣価値換算による貢献度の付加価値による配分法[11] や，LCAによる負荷の配分法[12] などを活用することができる。

（3）都市の価値と環境負荷の統合化

そして，都市の価値と環境負荷を統合化し，下記のように都市の効率（スマート度）として評価することができる。

$$\text{都市の効率（スマート度）}=V_{total}/B_{total}$$

● 評価項目

都市の価値と環境負荷を評価する際の評価項目，そして統合化についての考え方を示す。

（1）都市の価値

上述のように，都市の価値（V_i）は三つの側面を考えた場合，第一の環境側面（V_1）は，環境の品質を測るもので，地域の自然環境の質として大気（$V_{1\text{-}1}$），水（$V_{1\text{-}2}$），土地（$V_{1\text{-}3}$），そして大気・水・土地以外での評価対象（$V_{1\text{-}4}$）に分類し，それぞれの価値のパフォーマンスを測る評価の項目を選定できる。第二の側面である社会側面（V_2）は，人が住む生活環境において，居住（$V_{2\text{-}1}$），食やエネルギー（$V_{2\text{-}2}$），交通・運輸（$V_{2\text{-}3}$）をライフスタイルの快適性・利便性にとって必要な都市の価値と捉えることができる。また，交通事故や犯罪に対して安心できる都市の価値として，安心・安全（$V_{2\text{-}4}$），防災（$V_{2\text{-}5}$）を重要な価値と捉え評価項目に挙げることができる。そして，地域内で受けるサービスにおいて，教育（$V_{2\text{-}6}$），医療・健康（$V_{2\text{-}7}$），行政（$V_{2\text{-}8}$）を基本的なサービスと考え，更には，地域における住みやすさとして，コミュニティ（$V_{2\text{-}9}$）と地域の活力（$V_{2\text{-}10}$）を評価項目とする。第三の側面の経済側面（V_3）は，行政の健全性として，行政の財政基盤（$V_{3\text{-}1}$），個人の健全性として個人の経済力（$V_{3\text{-}2}$），産業の活力として雇用（$V_{3\text{-}3}$）を評価項目と考えることができる。これら都市の価値の評価項目を**表-1**に示す。

（2）都市の環境負荷

次に，都市の環境負荷（B_j）として三つの側面を考えた場合，気候変動への影響（B_1）を代表する指標として，主に温室効果ガス（Green House Gasses）排出量（$B_{1\text{-}1}$）などを挙げることができる。資源枯渇への影響（B_2）として，最終処分量（$B_{2\text{-}1}$），リサイクル（$B_{2\text{-}2}$），資源の使用（$B_{2\text{-}3}$）を評価項目として抽出する。そして，生物多様性への影響（B_3）として，人体への影響（$B_{3\text{-}1}$），生態系への影響（$B_{3\text{-}2}$）を，影響の度合いを測る評価項目として挙げることができる。これらの環境負荷の評価項目を**表-2**に示す。

（3）都市の価値と環境負荷の統合化

前述の都市の効率（スマート度）を評価する式において，環境負荷のB項の中の気候変動だけに注目したい場合は，評価項目として気候変動の項目だけを評価する。また，B項として気候変動と資源枯渇を評価したい場合は，その二つの項目を評価することができる。更に，価値のVだけに注目したい場合は，Vだけを，Vの内の安心・安全（$V_{2\text{-}4}$）の犯罪発生率と，医療・健康（$V_{2\text{-}7}$）の医者の数を評価したい場合はその項目だけを評価することも可能である。全体の都市の効率（スマート度）を評価したい場合は，必要な項目を抽出して評価する。当然，都市をより多面的に評価するためには，より多くの項目を含んだ形で評価することが必要

表-1　都市の価値の評価項目と評価指標

	価値の側面	価値の評価項目	評価指標
V 都市の価値	V_1 環境品質（EQ）	$V_{1\text{-}1}$ 大気	NOX，SOX，光化学オキシダント，SPM，COなど
		$V_{1\text{-}2}$ 水	水素イオン濃度（pH），生物化学的酸素要求量（BOD），浮遊物質量（SS），溶存酸素量（DO），大腸菌群数など
		$V_{1\text{-}3}$ 土地	グリーンフィールドの割合，ブラウンフィールドの割合，林野面積率，耕作放棄地など
		$V_{1\text{-}4}$ 大気・水・土地以外の項目	苦情・事故件数など
	V_2 社会（SC）	$V_{2\text{-}1}$ 居住	快適な生活スペース，一人の住居面積など
		$V_{2\text{-}2}$ 食やエネルギー	食料・エネルギー・日用品が購入できる店舗の数，時間など
		$V_{2\text{-}3}$ 交通・運輸	公共交通機関へのアクセス，渋滞の距離，移動時間など
		$V_{2\text{-}4}$ 安心・安全	犯罪・火災・交通事故の発生件数など
		$V_{2\text{-}5}$ 防災	対象地域の防災機能の充実など
		$V_{2\text{-}6}$ 教育	小，中，高の教員あたりの生徒の数，教員の数など
		$V_{2\text{-}7}$ 医療・健康	医者の数，病床数，医療費，平均寿命，メタボリックシンドロームの割合，診断に必要な時間など
		$V_{2\text{-}8}$ 行政	住民あたりの職員数，書類の申請から受領までの時間など
		$V_{2\text{-}9}$ コミュニティ	公民館など公共施設の利用，社会への参加の機会など
		$V_{2\text{-}10}$ 地域の活力	人口の自然増減，人口の社会的増減など
	V_3 経済（ECON）	$V_{3\text{-}1}$ 行政の財政基盤	地方税歳入，公債比率，予算・財政収支など
		$V_{3\text{-}2}$ 個人の経済力	1人あたりの課税所得など
		$V_{3\text{-}3}$ 雇用	就業率など

表-2　都市の環境負荷の評価項目と評価指標

	環境負荷の側面	環境負荷の評価項目	評価指標
B 環境負荷	B_1 気候変動への影響	$B_{1\text{-}1}$ 産業，民生，運輸，エネルギー変換部門に起因の温室効果ガス（GHGs）排出量	排出量（t-CO_2），排出量（t-CO_2）/人口（人）など
		$B_{1\text{-}2}$ ライフサイクルでの影響	対象地域の活動が気候変動に与える影響（LCA的な評価）など
	B_2 資源枯渇への影響	$B_{2\text{-}1}$ 最終処分量	最終処分量（kg），一人あたりの最終処分量（kg/人・日）など
		$B_{2\text{-}2}$ リサイクル	リサイクル量（kg），一人あたりのリサイクル量（kg/人），リサイクル率など
		$B_{2\text{-}3}$ 資源の使用	使用資源の種類，資源の使用量（kg），一人あたりの資源使用量（kg/人）など
	B_3 生物多様性への影響	$B_{3\text{-}1}$ 人体への影響	対象地域内で大気中に排出された毒性化学物質の換算毒性強度など
		$B_{3\text{-}2}$ 生態系への影響	生物種の個体数や分布，生物の生息しやすさ，生態系の規模と質，対象地域の活動が対象地域内外の生態系へ与える影響，対象地域内で大気中に排出された毒性化学物質の換算毒性強度など

であることは言うまでもない。評価者が多数の評価項目を選定し評価した場合，都市の効率（スマート度）として統合化するだけではなく，評価結果をレーダーチャートで多面的に表示することで，各項目における価値と環境負荷の度合いをみることができる。以上の評価方法において都市を対象に説明してきたが，この評価方法は都市の規模によらず大小各種の都市，更には町や村の評価にも活用できる。

ここで，環境負荷におけるCO_2排出，資源枯渇，生物多様性の各評価項目の具体的な評価方法としては，これまでに開発運用してきた，LCA評価手法，環境影響評価手法，[13] 資源効率評価手法，[14] 生物多様性統合評価手法[15] などの定量的評価技術および原単位データベース，評価事例の結果を活用した。

● ICTソリューション導入の評価の概念

ある都市にICTソリューションを導入した場合，これまで述べてきた評価指標（V，B，V/B）を活

用することで，「都市の価値が向上する」「環境負荷が低減される」そして,「都市の効率（スマート度）が向上する」という三つの視点からソリューションの貢献量を定量的に評価することができる。

ICTソリューション導入により，都市の価値の側面Vのパフォーマンスを測る評価項目の変化により価値Vの向上を評価することができる。また，環境負荷Bについては，ICT導入により負荷への影響として，負荷の低減を示すことができる。更に，全体の都市の効率（スマート度V/B）については，価値と環境負荷の変化により，ICT導入前に比べ，導入後に都市の効率（スマート度）がどのように変わったかという変化を，効率ファクタとして定量的に示すことができる。

● 都市におけるICT貢献の考え方

都市におけるICTの貢献を評価するためには，都市全体におけるICT導入前後の価値V，環境負荷B，全体の都市の効率（スマート度V/B）の変化を評価することが理想であるが，一般的には実施が難しい。そこで，効果の試算や推定としては，ICTの都市全体への効果を見積もるために，あるフィールド（病院, 工場, 企業など）での一つのICTソリューションの効果をもとに，都市全体を評価する方法を示す。評価方法は以下の評価手順となる。

(1) 一つのフィールドでの一つのICTソリューションの効果の把握

ここでは，これまでの環境影響評価手法などにより，都市の価値と環境負荷における1ソリューションの導入効果を把握する。

(2) 一つのフィールドでの複数のICTソリューション導入の効果の把握

一つのフィールドに複数のソリューションが同時に導入された場合，効果の重なりを評価する必要がある。重なりがある場合は，単純な効果の合計から，重なり分を考慮した削除が必要である。

(3) 一つのフィールドでの効果を基に都市全体の効果の把握

一つのフィールドでの効果を基に，都市全体での効果を算定するには，規模の係数を定義し，「1フィールドの効果×規模の係数」として算定する必要がある。規模の係数は，1フィールドと都市全体の規模の比を表すもので，トラックの台数，医師や病院の数，作業者の数，ビジネスの規模などが考えられる。

ICTの導入効果の評価事例

ここでは，想定した都市（A市）へソリューションを導入した場合の都市の環境負荷の評価，価値の評価，都市の効率（スマート度）の評価事例について述べる。A市は，日本の代表的な市を参照し設定した市であり，規模は150万人の市を想定した。また，前提条件として，ソリューションの導入前はICTが十分に活用されていないと仮定し，A市への効果の拡大を検討した。

● 都市の環境負荷の評価

富士通が提供する交通，医療，オフィスに関するソリューションの導入による気候変動の負荷低減効果を，都市全体へ拡大する場合の具体的な事例について述べる。

交通のソリューションのエコ＆セーフティドライブ評価システム「TRIAS/TR-E&S」は，ドライバーのエコ＆セーフティドライブへの取組み実態および創意工夫を正確に評価（可視化）できるシステムであり，導入により約20％の燃費改善効果を得ることができる。A市の道路貨物運送業の従業員数の約半分がトラックを使用していると仮定し，トラック1台あたりのCO_2削減効果をA市におけるトラックの総台数と乗じて算出し，A市全体における1年あたりのCO_2削減効果は28 102 t-CO_2と試算できる。

医療のソリューションの電子カルテシステム「FUJITSUヘルスケアソリューション HOPE EGMAIN-GX」は，カルテの電子化とデータベースによる一元管理により，医療の質向上，効率化を実現するシステムであり，オフィススペースや物の削減などにより約30％のCO_2削減効果を得ることができる。病院の病床数1床あたりのCO_2削減効果をA市における総病床数と乗じて算出し，A市全体における1年あたりのCO_2削減効果は349 t-CO_2と試算できる。

オフィスのソリューションのドキュメント管理システム「FUJITSU統合業務ソリューション GLOVIA smart 情報共有 Documal」は，事業所における作業工程で作成する申請書や報告書を電子化し，ペーパーレスな情報共有システムにより，業務の効率化・スピードアップ・コストダウンが

可能である。書類作成の工数などの削減により，約75％のCO_2削減効果を得ることができる。A市に立地する事業所へこの効果を拡大した場合には，従業員1人あたりのCO_2削減効果をA市の製造業事業所の従業員数に乗じて算出し，A市全体における1年あたりのCO_2削減効果156 t-CO_2と試算できる。

ここで，上述した三つのソリューションを同時に導入した場合を考える。交通，医療，オフィス（製造業）の三つの分野における環境負荷削減効果となり，二重に効果を推計することはないと考えられる。したがって，上記三つのソリューションを同時に導入した場合には，A市全体における三つのソリューションの1年あたりのCO_2削減効果は28 607 t-CO_2と試算できる。

● 都市の価値の評価

医療に関する複数のソリューションの導入による社会側面の価値向上効果を，都市全体へ拡大する場合の具体的な事例について述べる。医療分野における価値の評価項目として医師の数がある。診療画像情報システム「FUJITSUヘルスケアソリューション HOPE DrABLE-EX」は，医療機関の医用画像を電子化するソリューションである。診療画像を電子化し，それにかかる工数を約60％削減可能となる。地域医療ネットワーク「HumanBridge EHRソリューション」は複数の医療機関の患者診療情報を安全に連携させ，地域医療のサービス拡充に貢献するソリューションであり，紹介状と返書を電子化しシステム上でやり取りすることで業務効率化が可能となり，それにかかる医師の工数を約70％削減することができる。

これらのソリューションを導入することで，従来業務に費やす作業工数の削減が可能となるため，ほかの業務を職員が行うことが可能となる。したがって，見かけ上の医師の数が増加すると解釈できる。A市の病院数と診療所数を用いて推計した結果，これら二つのソリューションを導入した場合には，医師の数が119名から見かけ上63人増加する試算結果となった。

● 都市の効率（スマート度）の評価

最後に，都市の価値と環境負荷を評価し，都市の効率（スマート度）を算出した事例について紹介する。クラウドを見据えた住民情報ソリューション「MICJET MISALIO」は，クラウドコンピューティングを用いた住民情報システムであり，システムのTCOの削減，業務の効率化，ペーパーレス化による大幅な業務効率化を実現し，加えて環境改善も達成可能なソリューションである。

ここでは，A市へのソリューション導入の効果を推定をした。市の職員数は952人であり，前述したソリューション導入による効果推計手法を適用し，A市にMICJET MISALIOを導入した場合には，職員数が952人から見かけ上47人増加する試算結果となった。また，ソリューション導入によって紙資源や電力量の削減により，CO_2排出量が833 t-CO_2から727 t-CO_2へと106 t-CO_2削減できることが分かる。ここで，職員数の増加は行政サービスの質を高める価値項目として挙げることができ，CO_2排出量は環境負荷指標として解釈できる。したがって，これら二つの指標の比率を取ることで，都市の効率（スマート度）のファクタを推計することができる。MICJET MISALIOを導入することで，A市では，都市の効率（スマート度）が導入前の1.143から導入後は1.375へと向上し，導入前を基準にした導入後の効率ファクタは1.20と試算できる。

む　す　び

今後，持続可能な社会の構築を目指すためには，都市・町・村などの広い領域全体を見渡した環境・社会・経済の課題解決がますます重要となる。これらの課題解決には，業種横断的な施策が求められ，これまで以上にICTが重要となる。現在，課題を解決するための多くの施策が検討され，実施されているが，これらの効果を評価するためには，定量的な効果の評価が必須である。本稿では，都市の特徴を環境品質・社会・経済で代表される「価値」と，気候変動・資源枯渇・生物多様性に代表される「環境負荷」の二つの面で捉え，同時に都市の価値/環境負荷の効率およびそのファクタで表す方法について検討した。また，ICTの導入は，環境負荷を低減すると同時に，都市の価値も向上させる。これらの効果について，いくつかの事例とその効果について紹介した。

定量的評価を行う場合，環境負荷および価値の評価において，統合するための複数の項目の重み付けが必要となる。より精度のある統合を行うためには，更に説得力のある重み付けが必要であり，

この点については，今後更に検討を加えていきたい。また，今回，事例での一部の評価項目にフォーカスした評価結果を示したが，今後の更なる評価項目を追加することにより，包括的な都市の評価となるよう事例数を増やしていきたい。本稿で紹介した都市の評価方法およびICTの導入による効果の評価方法は，今後のスマートシティ，サステナブルシティ，環境未来都市などを検討し，より効果のある施策を実施していくためには重要なテーマである。[16] 今後，ICT業界だけでなく，各種産業，運輸・輸送，建設，エネルギー，民生（家庭，業務）の業界との協力やISO，IEC，ITUなど各種標準化団体における検討の推進により，持続可能な都市の実現のために，実践的な定量評価手法の確立を目指したい。

参考文献

(1) United Nations Environment Programme：Sustainable，Resource Efficient Cities – Making it Happen!（2012）.
http://www.unep.org/urban_environment/PDFs/SustainableResourceEfficientCities.pdf

(2) 村上周三ほか：都市の総合環境性能ツールCASBEE-都市の開発―評価システムの理念と枠組み―．日本建築学会技術報告集, Vol.17, No.35, p.239-244（2011）.

(3) U.S. Green Building Council：LEED Reference Guide for Green Neighborhood Development 2009 Edition，2009.
http://www.usgbc.org/neighborhoods

(4) 一般財団法人森記念財団：世界の都市総合力ランキング（2013年版）.
http://www.mori-m-foundation.or.jp/research/project/6/index.shtml

(5) Centre of Regional Science，Vienna UT：Final report Smart cities Ranking of European medium-sized cities，（2007）.
http://www.smart-cities.eu/download/smart_cities_final_report.pdf

(6) 端谷隆文ほか：ICTの活用による環境負荷削減の取組み．*FUJITSU*，Vol.59，No.2，p.153-161（2008）.

(7) 富士通：ソリューションによる環境貢献.
http://jp.fujitsu.com/solutions/eco/contribution/

(8) 中神好正ほか：ライフサイクルを通じた製品の環境配慮．*FUJITSU*，Vol.62，No.6，p.680-687（2011）.

(9) United Nations Environment Programme：Life Cycle Management，A Business Guide to Sustainability，2007.
http://www.unep.org/pdf/dtie/DTI0889PA.pdf

(10) 浅見泰司ほか：建築物の総合環境性能評価手法CASBEEに関する研究 その95 CASBEE-都市（低炭素版）におけるQ評価に係る重みの設定について．日本建築学会大会学術講演梗概集，2010年9月.

(11) K. J. Bagstad et al.：Can the Genuine Progress Indicator better inform sustainable regional progress?-A case study for Northeast Ohio. *Ecological Indicators*，Vol.18，p.330-341（2012）.

(12) David Vačkář：Ecological Footprint，environmental performance and biodiversity：A cross-national comparison. *Ecological Indicators*，Vol.16，p.40-46（2012）.

(13) 高山晴穂ほか：スーパーグリーン製品の拡大と環境効率ファクターの達成．*FUJITSU*，Vol.59，No.2，p.112-120（2008）.

(14) 富士通：製品の環境配慮.
http://jp.fujitsu.com/about/csr/eco/products/gproducts/

(15) 朽網道徳：企業活動における生物多様性への影響と貢献度の定量的評価方法．環境管理，2012年3月号.

(16) 朽網道徳ほか：ICTが創る環境未来都市の新たな捉え方～ Sustainable City Network ～．*FUJITSU*，Vol.64，No.6，p.702-713（2013）.

著者紹介

山内崇裕（やまうち　たかひろ）
環境本部グリーン戦略統括部 所属
現在，環境経営における中長期戦略の企画立案業務に従事。

永野友子（ながの　ともこ）
環境・エネルギー研究センター 所属
現在，生物多様性の保全に関する研究開発に従事。

朽網道徳（くたみ　みちのり）
環境本部 所属
現在，グリーンICT，スマートシティを中心とした技術の検討，戦略の企画に従事。

藤井秀道（ふじい　ひでみち）
環境・エネルギー研究センター 所属
現在，都市の統合的な評価に関する研究開発に従事。