

経済調査研究レビュー

economic investigation research review

寄稿

測量の近代史と現在位置

～緯度・経度・高さの常識、新常識～

寄稿

建築物にかかわる環境負荷評価

～ライフサイクルアセスメント (LCA) の活用～

寄稿

ウォーカビリティを高めるまちづくり

～城崎温泉における「そぞろ歩き」を軸とした社会実験のプロセス～

海外調査

台湾におけるセメント・生コンクリート市場の需給動向、
ならびに商流・物流の現況

～現地調査をふまえた日台比較～

2026.3

Vol.38



経済調査研究レビュー

economic investigation research review

2026.3 Vol. 38

目次

寄稿

- 測定の近代史と現在位置 ～緯度・経度・高さの常識、新常識～ **大木 章一** 1
一般財団法人日本デジタル道路地図協会 専務理事/
元 国土地理院長・元 国連GGIMアジア太平洋地域委員会会長
- 建築物にかかわる環境負荷評価 ～ライフサイクルアセスメント (LCA) の活用～ **小林 謙介** 15
博士(工学) / 県立広島大学 生物資源科学部 生命環境学科 環境科学コース 准教授
- ウォーカビリティを高めるまちづくり
～城崎温泉における「そぞろ歩き」を軸とした社会実験のプロセス～ **井桁 由貴** 27
東京大学大学院 新領域創成科学研究科 特任助教

海外調査レポート

- 台湾におけるセメント・生コンクリート市場の需給動向、ならびに商流・物流の現況
～現地調査をふまえた日台比較～ **林 誠** 43
一般財団法人経済調査会 土木第一部 共通資材調査室 専門室長
伊藤 正久
一般財団法人経済調査会 土木第一部 共通資材調査室 室長
鈴木 英
一般財団法人経済調査会 土木第一部 共通資材調査室

建設経済調査レポート

- 建設経済及び建設資材動向の概観 (2026年1月) **坂下 達也** 55
一般財団法人経済調査会 経済調査研究所 研究成果普及部 部長

自主研究

- ソフトウェア規模計測のための各種簡略化手法の精度評価 **角田 雅照** 65
奈良先端科学技術大学院大学 / 近畿大学
松本 健一
奈良先端科学技術大学院大学
押野 智樹
一般財団法人経済調査会 経済調査研究所 調査研究部 第二調査研究室
大岩佐和子
一般財団法人経済調査会 経済調査研究所 調査研究部 第二調査研究室 室長
- 労務需給調査 (建築・設備工事) 2026年2月調査 **一般財団法人経済調査会 建築統括部** 79
- 労務需給調査 (土木工事) 2026年2月調査 **一般財団法人経済調査会 経済調査研究所 研究成果普及部** 84

国土経済論叢

- 外国人増加指数と日本の新たな人口動向 **中島 正人** 89
博士(工学) / 一般財団法人経済調査会 審議役

寄稿

測量の近代史と現在位置

～緯度・経度・高さの常識、新常識～

測量の近代史と現在位置～緯度・経度・高さの常識、新常識～

大木 章一 一般財団法人日本デジタル道路地図協会 専務理事／
元 国土地理院長・元 国連GGIMアジア太平洋地域委員会会長

はじめに

常識としてよく知っているようで、実はよく分かっていない緯度、経度、高さ。これまでどのようにして決めてきたのか。また、近年、国連を巻き込んで世界規模で大きくその決め方が変わっているという新常識。

このレポートでは、明治期に日本に伝わった近代測量で具体的にどのように国家で用いる緯度・経度・高さが決められていたのかを振り返り、全く異なる方法で国際協力によって宇宙技術で構築されてきている緯度・経度・高さの決め方の最前線を紹介する。

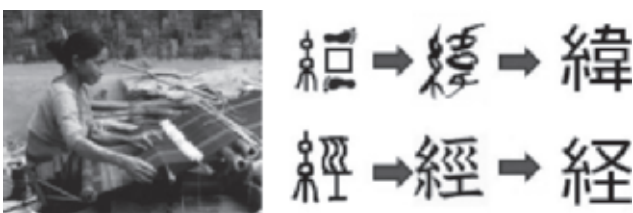
1 緯度と経度の常識

(1) 緯と経の漢字の成り立ち

緯と経の漢字の成り立ちを見てみよう。緯は「ぬき」とも読み、織物の横糸を意味する。辺は糸辺、つくりは方向の異なる足裏(足跡)2つが城郭の周囲を左右に行ったり来たりしているが、機織り機の杼を往復させて横糸を通していく様子を表している。経は「たて」とも読み、織物の経糸を意味する。辺はやはり糸辺、つくりは機織り機を象形したもので、経糸も表現されていた(図表1)。

北を上にした地図に同緯度、同経度を結ぶ線を記入すると横糸と経糸のように見えるからであろうか、転じて、地球の赤道と水平に同緯度を結ぶ線が緯線、北極点と南極点を結ぶ線が経線と呼ばれる。方位を十二

図表1 緯と経の漢字の由来と機織り機



出典：米国際開発局USAID(写真)

支で表した時、北が「子」、南が「午」となるので、経線は子午線とも呼ばれる。

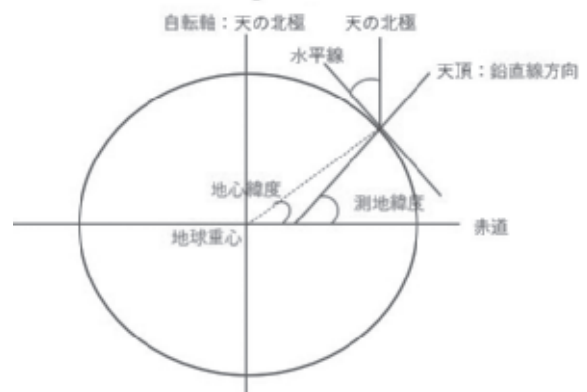
(2) 緯度とは

地球は自転しているので、太陽、月、星々は東から昇り(北半球では)南を通過して西に沈む。北の空には自転軸の延長上に動かない星があり、これが北極星である。逆にこれが東西南北の定義ともいえる。自転軸は地球重心を通るが、地球重心で自転軸と直行する平面と地表の交わる線が赤道である。地心緯度は図表2に示すように、ある地点と地球重心(中心)を結ぶ線と赤道面のなす角である。実際には、地球が丸かった場合、地心緯度は、その場所における天の北極(例えば北極星)の見かけの高さ(水平面と北極星方向のなす角)に等しくなるため、天体を観測することによって容易に知ることができる。しかし、実際には地球はまん丸(真球)ではなく扁平な形になっているので、天頂から真つすぐに下した線は、地球中心とは少しずれた位置で赤道面と交わる。この時の角度を測地緯度というが、天の北極を観測することで得られる緯度はこの測地緯度である。

このように自転軸、地球重心、赤道、鉛直線方向、

図表2 緯度とは

「天の北極」の見かけの高さが測地緯度に相当



出典：筆者作成

地球の形を順番に考慮して緯度は形作られていく。測量の精度の低かった時代は、地球は真円としか思えず、自転軸は不変で地球重心など考えなくとも丸い地球の中心が重心であったし、北極星の高さすなわち緯度であった。しかし、自転軸はどのように精密に観測するのか、自転軸はふらつかないのか、ふらついた場合どうなるのか、地球重心はどのように探せばよいのか、重力方向である鉛直線方向は地球の形に素直な方向となっているのか、という問題に取り組むことになる。

(3) 経度とは

緯度は自然のものであるが、経度は人為的なものである。観測点を通る経線(子午線)とグリニッジを通る経線(子午線)なす角が経度である。この場合、グリニッジを通る経線0度を「本初子午線」というが、どの経線を本初子午線とするかは、人間の約束事である。

伊能忠敬の日本地図は京都の改暦所(暦を司る役所)を通る経線を本初子午線としたし、明治政府は1872(明治5)年に旧江戸城富士見櫓を、77(明治10)年には虎ノ門の内務省地理局測量課の観象台を、82(明治15)年には旧江戸城本丸の天守台に移転された観象台を、地図を作る際の本初子午線とした。同年12月27日の内務省告示甲第16号「経度ノ義ハ東京赤坂区溜池葵町三番地ヨリ起算致候処、今般旧本丸内天守台ヲ以テ経線零度ト相改候」である。一方、海軍水路局の航海用海図では72(明治5)年4月24日の太政官布告130号でグリニッジを本初子午線としていた。

欧州においては、パリ天文台(フランス)、グリニッジ天文台(イギリス)、欧州の最西端よりも西側に位置するカナリア諸島(スペイン)を通る経線などが本初子午線として採用されていた。75(明治8)年、国際地理学会はカナリア諸島フェロを基点とするフェロ子午線を本初子午線とすると決議した。しかし、基点は経度を定める天文観測の拠点であるべきという主張があったことから、84(明治17)年10月13日、万国子午線会議がワシントンD.C.で開かれ、投票の結果、グリニッジ天文台が本初子午線として採用された。日本は、60(万延元)年に勝海舟を艦長とする咸臨丸で測量方(航海士)として渡米した小野友五郎が

経度の重要性を認識し、76(明治9)年に大久保利通に中央天文台の設置を建言した。その後、78(明治11)年に海軍水路局が赤道儀を購入、ドイツから80(明治13)年にレプソルド社製子午環を、81(明治14)年に同社製大子午儀を購入し、急速に経度観測の観測機器を整備し、万国子午線会議に採決国の一つとして参加し、グリニッジ天文台に1票を投じた。派遣されたのは、ケンブリッジ大学留学から帰国した東京帝国大学理学部教授の菊池大麓、のちの大学総長、文部大臣である。

日本は、86(明治19)年7月13日の勅令第51号「本初子午線経度計算方及標準時ノ件」で、グリニッジ子午線を本初子午線として採用した。全文は以下である。

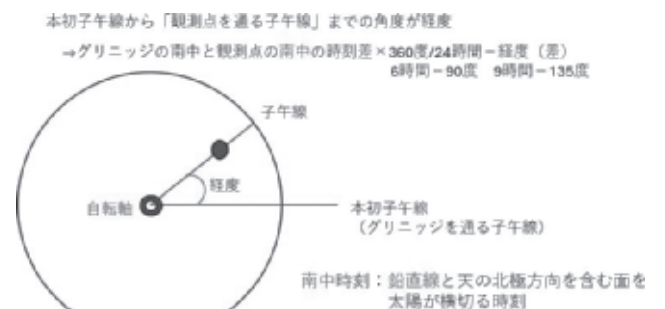
勅令第五十一號

- 一 英國グリニッチ天文臺子午儀ノ中心ヲ經過スル子午線ヲ以テ経度ノ本初子午線トス
- 一 経度ハ本初子午線ヨリ起算シ東西各百八十度ニ至リ東經ヲ正トシ西經ヲ負トス
- 一 明治二十一年一月一日ヨリ東經百三十五度ノ子午線ノ時ヲ以テ本邦一般ノ標準時ト定ム

実際には、経度差は時刻差によって決定される(図表3)。この図は北極上空から見た地球を表しているが、緯度の時と同様、鉛直線が真つすぐに自転軸に向かって伸びている、そうならない場合もある。

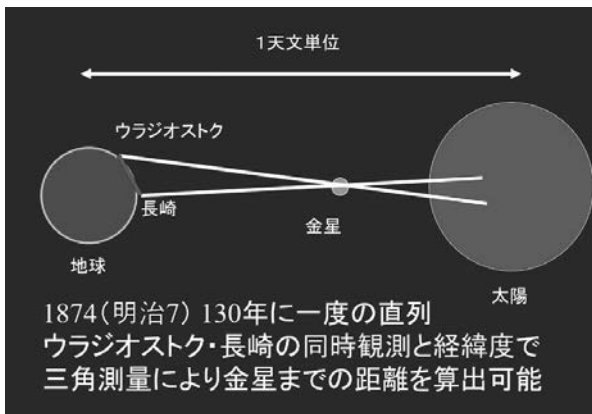
具体的には、太陽などの天体がグリニッジ天文台で南中する時刻からどれだけの時刻差をもって同じ天体が南中したかで、時刻差を経度差に換算するのである。時刻差の観測には時計と電信が用いられる。グリ

図表3 経度とは



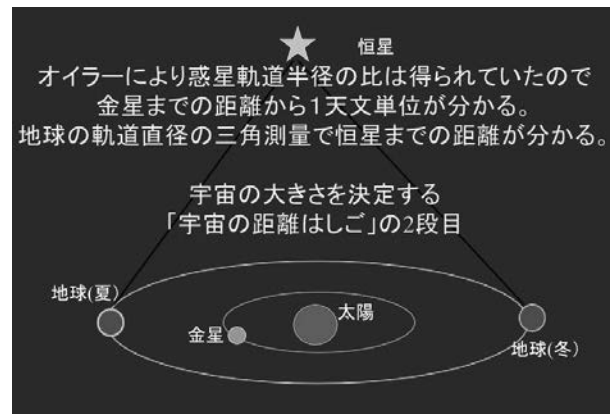
出典：筆者作成

図表4 宇宙の距離はしご 金星過日



出典：筆者作成

図表5 宇宙の距離はしご 年周視差



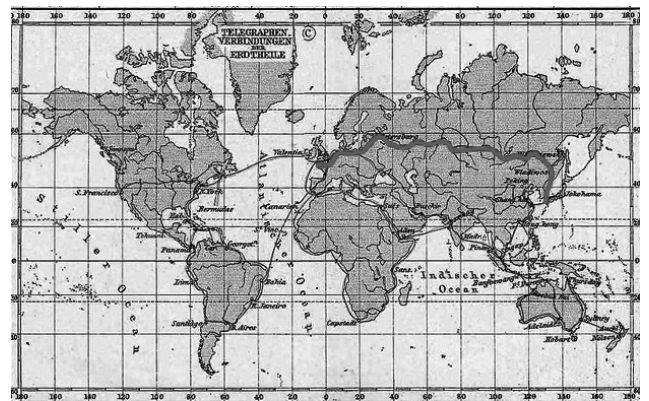
出典：筆者作成

ニッジで南中した時に電信を打ってもらい、その信号を日本の天文台で受信し、同じ天体が南中するまでの時間を測る。当然、有線の電信線がグリニッジから東京まで敷設されていることが前提となる。

実は、電信線の敷設については、これ以上ない好機で、一大天文ショーが起こった。130年に一度といわれる金星が太陽面を通過する74(明治7)年の金星日面通過である。太陽、金星、地球がほぼ一列に並ぶことから、正確な位置つまり緯度と経度の分かっている地球上の2カ所で太陽面上の金星の影を同時刻に観測すると、幾何学的な計算で地球と金星の距離が分かり、すでにヨハネス・ケプラーにより得られていた惑星軌道半径の比から地球と太陽の距離(1天文単位)が求められるのである。1天文単位が分かれば近くの恒星の見かけの位置の変化(年周視差)から、地球の軌道直径を基線とする三角測量で近くの恒星までの距離が分かる。その先はまた、一つずつ別の方法で宇宙全体の大きさまで繋がってゆく。これは「宇宙の距離はしご」と呼ばれ、1天文単位を求めることはそのはしごの最初の一段なのである(図表4、図表5)。

この観測のために、世界各国に天文観測隊が派遣され、日本には米国、フランス、メキシコからの観測隊が長崎、神戸、東京にやってきた。32年にアパート内で成功した電信は、39年には21 km、50年にはドーバー海峡を越え、54年にはペリーが日本で電信を披露し、55年には勝海舟が将軍に電信を実演して見せた。66年には大西洋を横断し、71(明治4)年にはシベリアを横断したケーブルがウラジオストクから

図表6 1891年の世界の主要電信線図



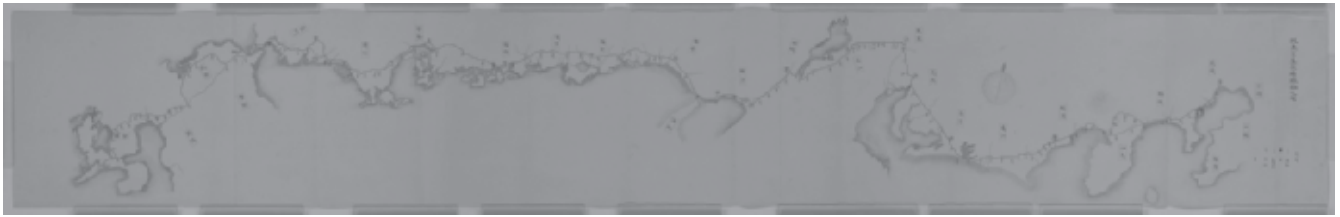
出典：Hand-Atlas über alle Theile der Erde und über das Weltgebäude (著者一部加筆)

長崎まで到達していた。一説には、長崎までの敷設は金星過日に間に合わせるためだったといわれる。電信を用いれば、ウラジオストクと長崎の経度差が分かるだけでなく、長崎の経度が決定できることとなった(図表6)。

また、金星過日に合わせるように73(明治6)年2月に長崎・東京間の電信敷設も完了した(図表7)。

そして、金星過日観測のために長崎に来日していた米隊に依頼し、後の米国測量局長チットマンが東京に派遣され、電信により長崎と東京の南中時刻差を計測、麻布台にあった海軍観象台の経緯度を精確に割り出した。この時の測定場所はチットマン点と呼ばれるが、チットマン点の近くに子午環(図表8)が置かれ、その望遠鏡の中心位置が日本経緯度原点となって、92(明治25)年に経緯度原点告示がなされたのである(図表9)。なお、関東大震災によって子午環は崩落し、現在

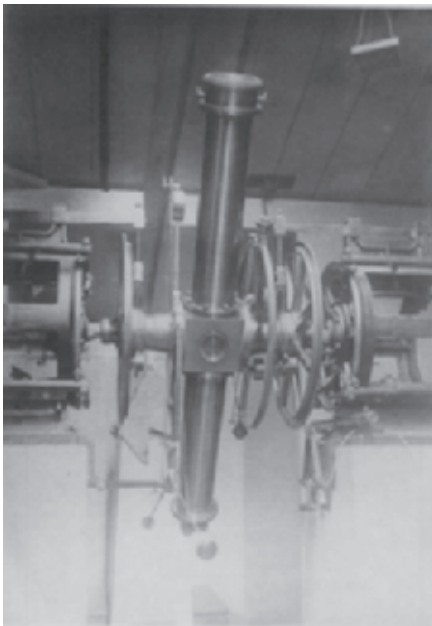
図表7 自東京至長崎電信線路ノ図



出典：国立公文書館デジタルアーカイブ <https://www.digital.archives.go.jp/file/1633166>



図表8 メルツ・レプソルド子午環



出典：国立天文台「アーカイブ室新聞」第40号

図表9 日本経緯度原点



出典：国土地理院ホームページ

の日本経緯度原点は子午環の中心位置の直下を示す金属標となっている。モニュメントの黒色の石は子午環の台の位置を表している。また、関東大震災により、経緯度原点金属標は1 mほど動いたが、金属標は、かつての緯度経度から逆算した位置に置かれている。

図表10 一等三角点標石と4つの保護石



出典：国土地理院ホームページ

図表11 一等経緯儀
(倍率54倍、最小読み取り値0.2秒)



出典：国土地理院ホームページ

(4) 三角点網の構築

原点の緯度経度が決定したら、原点を頂点とする1辺45 kmほどの三角形の他の頂点に三角点(図表10)を設置し、三角形の3つの内角の角度を角度目盛りのついた経緯儀(図表11)と呼ばれる光学望遠鏡で測る。

この三角測量を繰り返すことで、たくさんの三角形で日本をカバーしていく(図表12)。

あとは、三角形のどこかの辺の長さを決定すれば、すべての三角点の位置を計算で決定することができる。辺の長さを測る作業を基線測量というが、10 kmほどの直線を、基線尺と呼ばれる数mの物差しを用い

て μm (マイクロメートル)単位での測定を繰り返して基線の長さを精密に求める。基線は45 kmに満たないので、基線を底辺とする三角形を作り、これを繰り返して45 kmの三角網に接続し、三角網にスケールを与える(図表13)。

このように、原点の緯度観測と経度決定、三角網の各角度の観測、基線の長さの測定によって、日本を覆う経緯度の基準が明治時代に構築された。そして、大

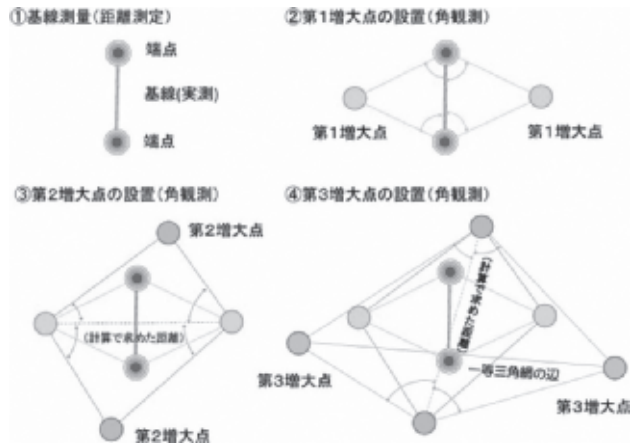
きな三角形の中にいくつかの三角形を作り、その三角形の中にまたいくつかの三角形を作る、というようにして、より細かく三角点が設置されていった。こうすることにより、日本のどこでも最寄りの三角点を参照して緯度経度を決めることが可能となった。

図表12 一等三角点網



出典：国土地理院

図表13 基線測量と増大



出典：国土地理院

(5) 高さの基準

高さは、海面を基準にする。日本では東京湾の平均海面が高さの基準に採用されている。計測された平均海面の高さは、水準測量によって日本水準原点まで届けられ、日本水準原点の花崗岩台石に甲州(現在の山梨県)産の水晶板をはめ込み零位尺とし、零位尺のゼロ目盛りの高さを東京湾平均海面上24.3900 mとしている(図表14)。

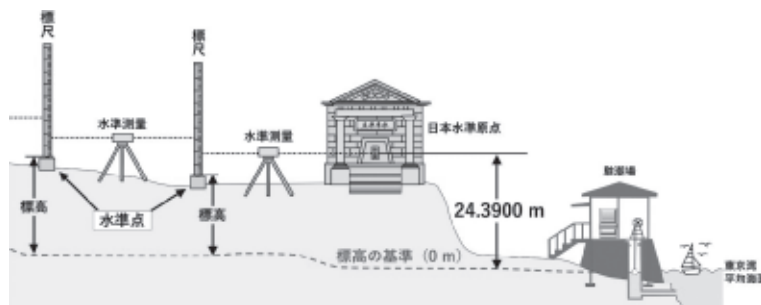
そして、日本水準原点から2本の物差しで高さの差の計測を繰り返す水準測量(図表15)で日本の主要国道に2 kmおきに設置された水準点の高さを決定し、我が国の高さの基準とした。

図表14 日本水準原点



出典：国土地理院

図表15 水準測量



出典：国土地理院

2 緯度・経度・高さの現代

(1) 宇宙測地技術で作られる緯度と経度

2001年に改正された測量法が翌年4月に施行され、緯度経度の基準が日本測地系から国際協力で構築される世界測地系に変わり、現在の地図は世界測地系の緯度経度に基づいて作られている。世界測地系は、電波望遠鏡や人工衛星の観測によって自転軸と地球の重心を求め、緯度、経度を決めていくものである。これに用いる技術は宇宙測地技術と呼ばれ、VLBI (Very Long Baseline Interferometry 超長基線電波干渉法)、SLR (Satellite Laser Ranging 衛星レーザー測距)、GNSS (Global Navigation Satellite System 全球測位衛星システム) などがある。

(2) 超長基線電波干渉法 (VLBI)

VLBIは複数の電波望遠鏡(図表16)による国際観測で地球の自転軸の方向と観測点間の正確な距離を求めることができる。電波を出す天体(クエーサー)からの電波を正確な原子時計を備えた電波望遠鏡で観測し、同じ星から地球上の2つの電波望遠鏡に電波が届くわずかな時間差を(電波が光速で数mm飛ぶ時間の精度で)計測し、観測点間の1万kmの距離をmm単位で求める(図表17)。天球に対する地球上の点の相対位置とその動きを求めるので、地球の自転軸の正確な方向やそのゆらぎも一緒に求めることができるため、観測結果は、うるう秒の決定にも用いられる。地球上の多くのVLBI局で同時観測を行うことで、各観測局間の距離(スケール)と自転軸の方向を監視している(図表18)。

(3) 衛星レーザー測距 (SLR)

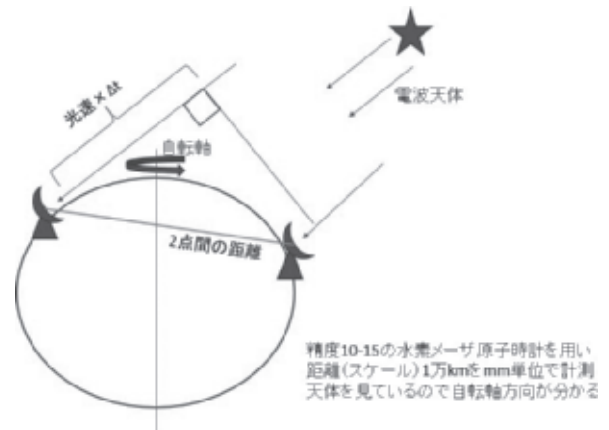
SLRは地球重心を中心とした衛星軌道を描くミラーボールのような人工衛星が用いられる。このミラーボールに地上の観測局(図表19)からレーザー光線を当て、反射して戻ってくるまでの時間から、人工衛星と観測局の距離を求める。レーザー光線を連続して当

図表16 国土地理院 測地観測局のVLBI施設 (茨城県石岡市)



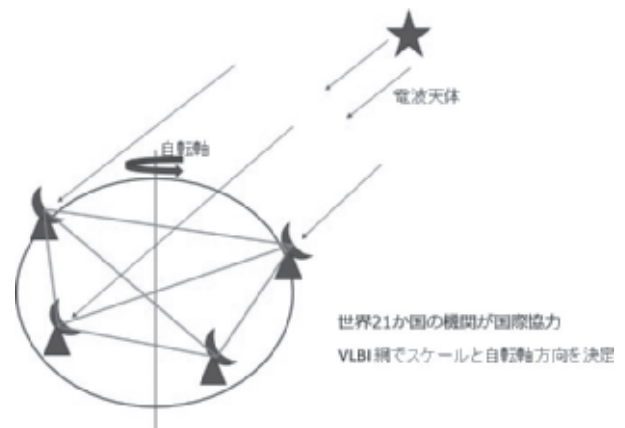
出典：国土地理院

図表17 VLBIの原理



出典：筆者作成

図表18 VLBI網



出典：筆者作成

図表19 海上保安庁 下里水路観測所のSLR施設
(和歌山県那智勝浦町)



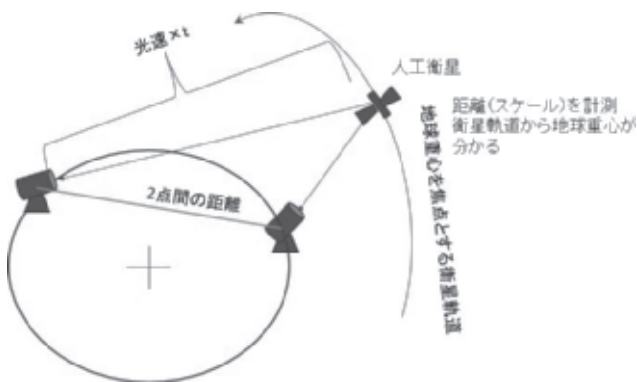
出典：海上保安庁海洋情報部

図表22 日本の測位衛星準天頂衛星「みちびき」



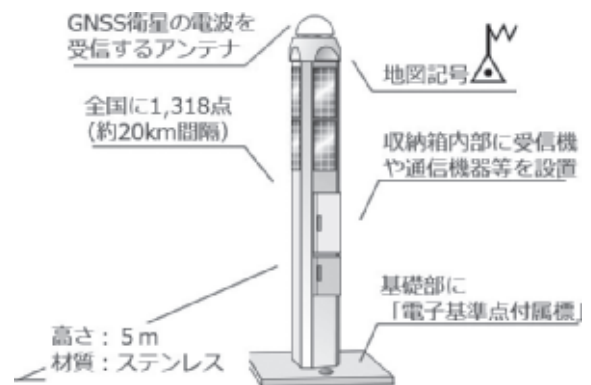
出典：みちびきウェブサイト〈<https://qzss.go.jp>〉

図表20 SLRの原理



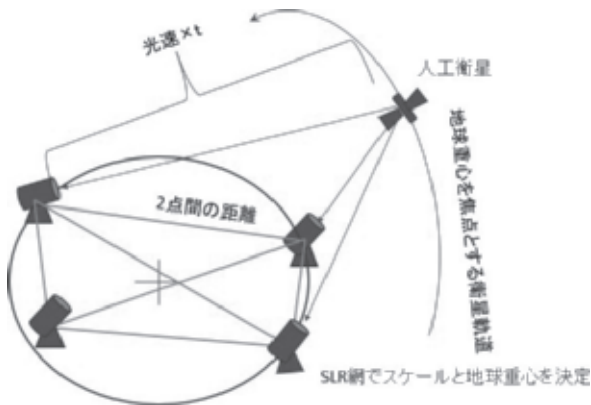
出典：筆者作成

図表23 電子基準点



出典：国土地理院

図表21 SLR網



出典：筆者作成

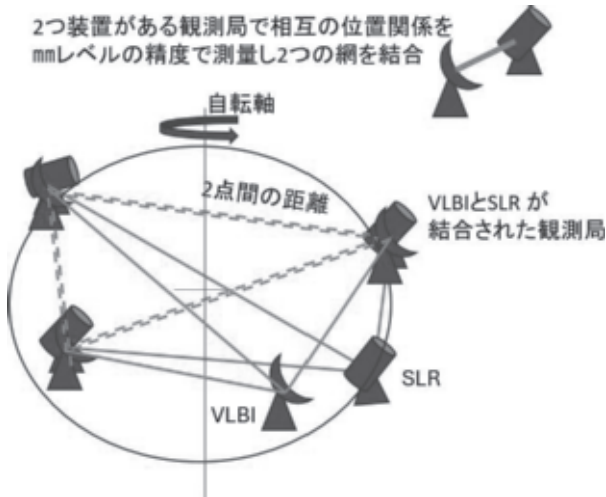
てること、人工衛星の軌道が分かる(図表20)。地球上の多くのSLR局で観測を行うことで、衛星軌道から地球重心の位置や観測局の位置関係が求められる(図表21)。

(4) 全地球衛星測位システムGNSS

GNSSは、米国のGPS、ロシアのグロナス(GLON-

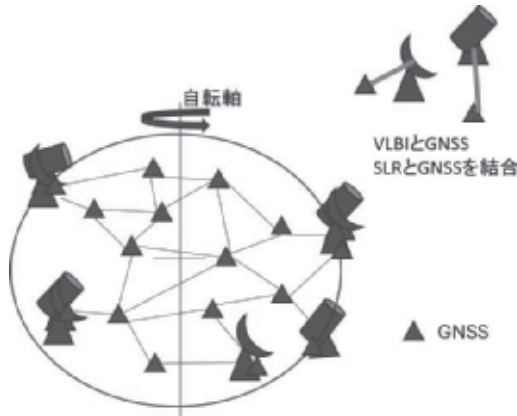
ASS)、ヨーロッパのガリレオ(Galileo)、中国の北斗(BeiDou)、日本の準天頂衛星「みちびき」(図表22)などの人工衛星から発信される電波を用いて地上の位置の計測を行う衛星測位システムの総称である。原子時計を搭載した衛星軌道が正確に分かっている人工衛星が発する時刻信号の電波を地上のアンテナで受信し、4つ以上の人工衛星から受信した軌道情報と時刻情報からアンテナの位置を割り出す方法である。カーナビやスマホでは通常5~10 m精度、測量で用いるアンテナを2つ以上使う方法では数cm精度で緯度経度を求めることができる。GNSS衛星からの電波を受信するアンテナを備えた国土地理院のGNSS連続観測点(電子基準点)(図表23)が全国に約1300点設置されており、電子基準点を一つのアンテナとして測量に用いることで日本中どこでも高い精度の測量が可能となっている。また、位置誤差の要因となる電離層による測位信号の電波の遅延を電子基準点網で推定することが可能で、その推定値を準天頂衛星「みちびき」や通信回線で配信することで高精度に測位する環境も構築されている。

図表24 VLBI網とSLR網の結合



出典：筆者作成

図表25 GNSSで網を稠密化



出典：筆者作成

(5) VLBI網とSLR網の結合

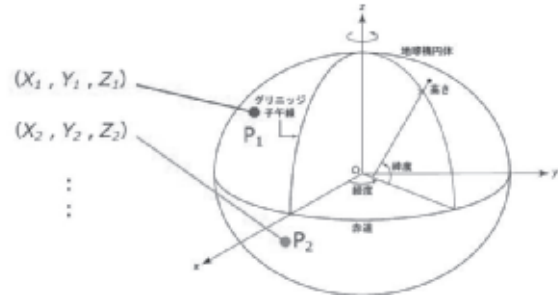
VLBI網の観測局とSLR網の観測局を結びつけば(図表24)、これらの観測局の位置との相対位置として、地球の回転軸と、地球重心が決まる。また、逆算して地球重心を原点とする観測局の地心直交座標系(Z軸を地球回転軸方向、X軸を赤道上の経度0度の方向、Y軸を東経90度方向とする直交座標系)におけるXYZ座標が決定されている。

GNSSは、高価で数の少ないVLBI、SLR観測局をもとに、これらの隙間を稠密に埋める役割とX軸方向に大陸移動を加味する補助的な役割を持つ(図表25)。

XYZ座標の座標値(xm、ym、zm)を緯度経度、高さ(緯度○度、経度○度、高さ○m)に換算するためには、若干の凸凹を持つ地球の形に最もよく合う回転

図表26 ITRFのXYZと緯度経度

- 原点は地球重心
- 地球回転楕円体を使って(x、y、z)を緯度経度に換算する



出典：筆者作成

楕円体(楕円を短軸の周りに回転させてできる立体)をその中心を地球重心に、短軸(北極と南極を結ぶ線)を地球回転軸方向に合わせておいて、計算で換算する。

こうして国際協力で構築された緯度、経度の基準はITRF(国際地球基準座標系)と呼ばれる(図表26)。各国はITRF座標値を持つVLBI、SLR、GNSSの観測局に自国の測量網を結びつけることで、ITRFに基づく座標値を国内の電子基準点や三角点などに分け与えて、国内の緯度経度の基準を構築している。

(6) 国際協力によるITRFの維持

ITRFを実現する測量の精度は高く、年間cm程度の大規模移動すなわちプレート運動を検知してしまう。このため、VLBI、SLR、GNSSの観測を継続することでプレート運動を監視し、毎年ITRFを構成する観測局の座標値等を更新している。

また、風や海流の変化で自転軸の方向は毎日わずかに変動している。自転軸が動いても、地球重心を中心として動いているGNSSの衛星の軌道は変化しないため、相対的に衛星測位によって得られる緯度経度が変化してしまう。自転軸の変動は風任せで不規則であるため、自転軸方向の未来予測はおおむね1週間程度しか持たない。このため、自転軸方向を監視するVLBIの国際観測は1週間に一度以上の高頻度で継続しなければ、GNSSの測位衛星を用いた位置精度は1週間で急速に劣化する。具体的には例えばGPSの場合は、VLBI網の観測で得られた最新の自転軸方向および自転速度

図表27 巨大な宇宙システム



出典：筆者作成

の情報をGPS衛星に教え続けている。

ITRFを支える宇宙測地技術の観測施設群は一つの巨大なシステムを構築しているのである(図表27)。

(7) 日本の標高の改定

日本の高さの基準が東京湾平均海面であるように、高さは海面を基準にしている。海面は一見、なめらかで、きれいな球面をなしているように思えるが、実際には、地下の構造によって、例えば重い岩盤がある個所は重力が強く、水が引き寄せられて、海面が膨らんでいたり、日本海溝のような深い溝がある周辺では鉛直方向が倒れこんだりしている。この凸凹は意外に大きく、日本アルプスでは40 m、インド洋付近では100 mに及ぶ。一方、衛星測位で得られる高さ(楕円体高)は、水平面が凸凹のない球(正確には、みかんのような横長の楕円体)であると見なしている。私たちが用いる標高は、凸凹した水(海水)の水平面(ジオイドという)からの高さなので、衛星測位で標高を得るためには、水平面(ジオイド)の凸凹を精度高くcm単位で知らなくては換算できない。

実は、地球を覆うジオイドの凸凹の概要は、人工衛星の軌道の浮き沈みからある程度の精度で分かっている。この精度を上げるためには、人工衛星よりも低いところを飛ぶ航空機で重力を測り、地面に近いところから水平面の凸凹を探る必要がある。このため国土地理院では4年の歳月をかけて重力計(精密なばねばかり)を搭載した航空機で日本上空を網の目のように飛

行し、日本の重力の細かな強弱をくまなく計測した。こうして得られた細かな凸凹を人工衛星の大まかな凸凹に整合するように処理することで、日本の水平面の凸凹を高い精度で実現し(高精度ジオイド)、衛星測位で得られた高さから標高を数cmの精度で計算することに成功した。

高精度ジオイドを用いて電子基準点の標高を計算すれば、海面を表す地球を覆うジオイドに整合する標高値が得られる。日本水準原点から離れるにしたがって、誤差累積していた長距離水準測量に比べ、この電子基準点の標高値は日本水準原点から離れても、高い精度を保っている。近距離においては水準測量の精度のほうが衛星測位よりも高いので、ある程度の距離を置いた電子基準点の高さを正しいものとして、電子基準点間の標高は従来通りの水準測量で繋ぐこととし、日本の標高値を全面的に改定することとなった。この改定作業は2024(令和6)年度に終了し、25(令和7)年4月から新しい標高値に移行した。全国の水準点の標高値が変更されたのである。変更値は数cmから数10 cm程度であるが、今後の日本の高さの測量は、新しい水準点の標高値をもとに行われる。これに伴い主要な山岳の標高も計算しなおされ、いくつかの山のm単位の標高値は、四捨五入の関係で1 m程度変わった。

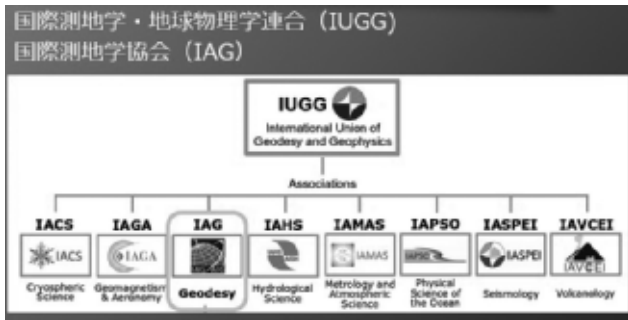
今、世界各国で同様の取り組みが進みつつあり、いずれ、各国の標高は人工衛星で得られた地球を覆う海面の凸凹(ジオイド)に高い精度で沿ったものに統一されるであろう。

(8) 国連と測地学機構の枠組み

歴史的に国家を超えた測地事業は各国の国土地理院相当機関の国際協力によって実施されてきた。現在では、国際学術会議を構成する学術団体(40団体)の一つである国際測地学・地球物理学連合(IUGG)の中の、国際測地学協会(IAG)の活動に支えられている(図表28)。IAGには、宇宙技術ごとに組織された4つの事業が実際の測地観測を担っている(図表29)。

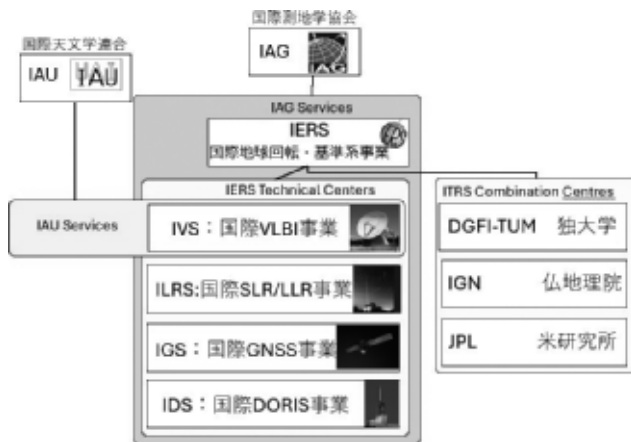
例えば、VLBIを担当するIVS(国際VLBI事業)には、調整センター、観測スケジュールを作るオペレーションセンター、観測局群、相関局(データ処理)、デー

図表28 IUGGに置かれたIAG



出典：全球統合測地観測システム (GGOS) (筆者一部加筆)

図表29 IAGのITRF関連組織



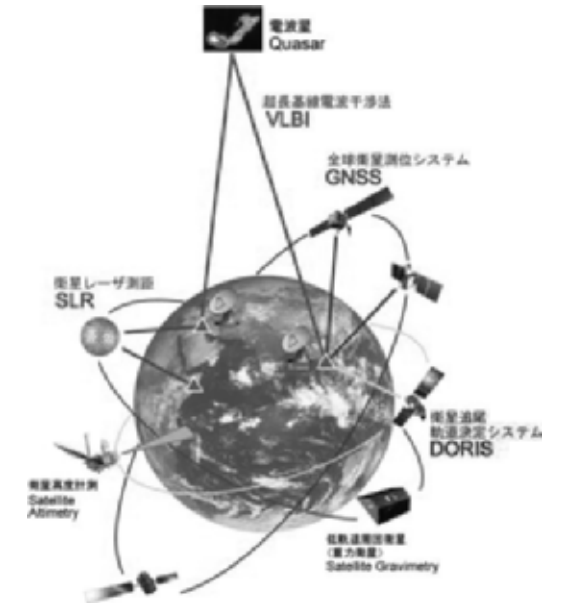
出典：筆者作成

タセンター(アーカイブと提供)、解析センター、技術開発センターの7つのグループが各国の国土地理院や宇宙機関、学術機構などで組織され、VLBI観測の計画、観測、データ処理、データ提供まで一貫した分業体制がとられている。

さらに、IAGには、これらの4つ以外の様々な宇宙測地技術を含む活動に横串を刺すため、全球統合測地観測システム (GGOS: Global Geodetic Observing System) も置かれている(図表30)。

また、国連の経済社会理事会には、各国の国土地理院長をメンバーとする「地球規模の地理空間情報管理 (GGIM) に関する専門家委員会」が設置され、そのもとに測地小委員会やアジア太平洋地域委員会などが置かれている(図表31)。2015年2月の第69回国連総会第80回本会議では、日本を含む52カ国から「持続可能な開発のための地球規模の測地基準座標系」に関する共同提案がなされ、全会一致で採択(決議A/RES/69/266)された(図表32)。国連加盟国による測

図表30 全球統合測地観測システム (GGOS)



出典：国土地理院

図表31 地球規模の地理空間情報管理に関する国連の組織



出典：筆者作成

地観測の実施、地球規模の測地基準座標系の維持に必要な能力・人材の育成の強化を求めるものである。

近年、測地事業については、ドイツのボンに国連地球規模の測地連携拠点 (GGCE: United Nations Global Geodetic Centre of Excellence) が置かれ、地理空間情報については、中国浙江省の徳清に国連グローバル地理空間知識イノベーションセンター (GGKIC: United Nations Global Geospatial Knowledge and Innovation Centre) が置かれ、現在の体制が整った。

図表32 「持続可能な開発のための地球規模の測地基準座標系」を決議する
2015年第69回国連総会本会議



出典：国土地理院

図表33 「地球規模の測地連携拠点」の誘致を
国連GGIM専門家委員会で発表した
ドイツの連邦地図測地庁長官



出典：筆者撮影

図表34 「地理空間知識・イノベーションセンター」
の設立を第75回国連総会の演説で表明した
中国の習近平国家主席



出典：国連ホームページ

おわりに

肉眼で星を見上げて決めていた緯度や海岸からの目測で決めていた高さ。この牧歌的な位置の基準は、近代測量によって、当時としては飛躍的に高い精度で再構築され、各国を覆った。現在は、さらに桁違いに高い精度で地球を覆う緯度経度高さの基準が、各国の国土地理院等の国際協力によって構築され、維持されている。

国際協力による世界を覆う測地系の構築は、平和的な国際協調の世界であると同時に、覇権を争う世界でもある。GPSなどの測位衛星システム(GNSS)は軍事技術から発展したものであるし、それを支える宇宙測地技術は各国家群にとって必要不可欠なものである。

欧州においては、近代測地学の歴史的な背景をもとに、理論と標準をはじめとする「ルール」に強みがあ

る。例えば、国際測地基準座標系(ITRF)の最終的な成果のとりまとめにおいては、パリにあるフランス国立地理情報・森林情報院が独占的な地位を占めており、ドイツの高い測地技術と理論は国土地理院相当機関である連邦地図測地庁をはじめとする複数の機関が世界をリードしている(図表33)。

一方で、米国は宇宙開発で培った宇宙測地技術をもとに、強大な経済力で測地観測網、解析施設に対し圧倒的な資源投入をすることで国際観測における主導的な役割を持つ。

日本は、アジア太平洋州における経済大国として測地技術、測地観測においてアジア太平洋州を代表する貢献をしてきているが、急速に技術力を向上させて台頭する中国がこの分野の活動においても存在感を増している(図表34)。また、インドもそのあとを追うよ

図表35 国連世界地理空間情報大会で地理空間情報整備の重要性に関する演説を行うインドのモディ首相



出典：筆者撮影

うに活動を活発化してきている(図表35)。

明治初頭、測地技術の世界動向を見極め、瞬く間に緯度経度観測インフラを整備し、本初子午線をグリニッジとする国際会議に躍り出て1票を投じた我が国は、現在も、巨大な世界システムとなった宇宙測地技術の分野において確かな存在感を築いてきている。しかし、動向と技術の進歩を把握し、的確な投資を継続

図表36 ニューヨーク国連本部の議場で日本の意見を表明する筆者



出典：国連ホームページ

しなければあっという間に劣後しかねない。緯度経度を掌握するものが世界の覇権を握る構図は、大航海時代、明治初頭、現代を通じていささかも変化していないのである。

読者諸氏には、測地事業に関する新たな常識の正確なご理解とご支援を望むものである。

最後に、事実関係の確認等についてご協力いただいた国土地理院の宮川康平測地部長、宮原伐折羅測地観測センター長に謝意を表します。

寄稿

建築物にかかわる環境負荷評価 ～ライフサイクルアセスメント (LCA) の活用～

建築物にかかわる環境負荷評価 ～ライフサイクルアセスメント (LCA) の活用～

小林 謙介 博士(工学) / 県立広島大学 生物資源科学部
生命環境学科 環境科学コース 准教授

はじめに

2020年の菅首相(当時)の所信表明演説において、カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指すことが宣言された。また、近年のESG投資(E: Environment、S: Social、G: Governanceの観点から投資を行うこと)への関心の高さなどから、モノづくりや事業活動における環境負荷削減が今まで以上に強く求められるようになってきている。中でも建築に起因する温室効果ガスの排出量は、全排出量ガスの4割近くを占める^[1]といわれており、その削減対策の実施は喫緊の課題である。

環境負荷削減のための検討に不可欠なのが環境影響の定量化(見える化)である。環境影響を定量する手法の一つがライフサイクルアセスメント(Life Cycle Assessment: LCA)である。昨今の環境問題への関心の高まりから、環境影響の定量化も高い関心を集めており、LCAの活用は以前にも増して重要となっている。

そこで本稿では、LCAについて概説するとともに、建築分野におけるLCAの指針となっている建物のLCA指針について紹介する。また、それらも踏まえつつ、最新の建築物の分析事例を紹介した。

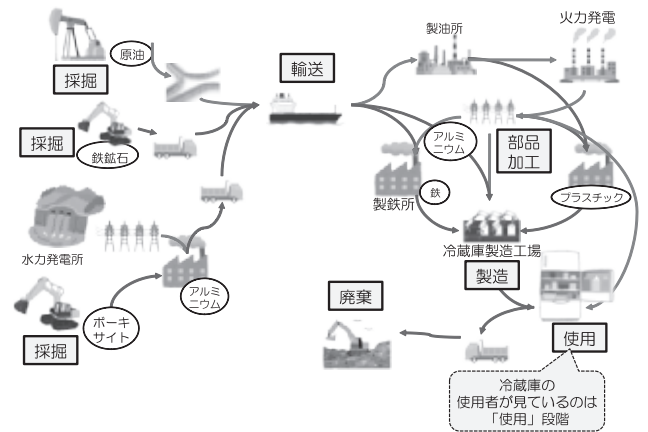
1 LCAとは

1.1 LCAの概要

資源の採掘から、素材や部品の製造、組み立て、使用、解体、廃棄などの製品やサービスのライフサイクル(一生)を考えることをライフサイクル思考(Life Cycle Thinking)という。この時、環境から採取した資源の量(例えば、木材、石油)、環境へ排出した物質の量(例えば、二酸化炭素(CO₂)、硫黄酸化物(SO_x))を定量する方法をLCAという。よくいわれるCO₂排出量の算定は、環境へ排出した物質のうちのCO₂の算定

図表1 ライフサイクルアセスメントの概念

ライフサイクルの考え方(例: 冷蔵庫)



出典: 筆者作成

をしていることになる。

図表1には、住生活に欠かせない冷蔵庫の例を示す。冷蔵庫の使用者の立場から考えると、最も身近なのは使用プロセスにおける環境負荷削減を考えることになる。そこで、必要以上に設定温度を下げすぎないこと、開け閉め回数を減らすなどの対策を考える。しかし、使用段階のことだけを考えればよいのではない。冷蔵庫の組立工場で生じる環境負荷、その材料となる鉄やプラスチックなどの負荷、さらにはそれらの原料を採掘し、輸送するための負荷も生じている。また、使用後は廃棄されるため、その環境負荷も考慮する必要がある。これらを含めて総合的に環境負荷を削減しなければ、木を見て森を見ずの状況になってしまう。LCAの実施においては、資源の採掘から廃棄までの環境負荷量を評価する。

1.2 LCAの実施手順

LCAの実施手順は、国際標準機構(ISO)において規格が定められている。原則や枠組みを示すISO14040^[2]と、実施する際の要求事項を示すISO14044^[3]がある。

具体的な手順を図表2に示す。はじめに、(1)目的

および調査範囲の設定を行う。ここでは、目的(何のために実施するのか)を決め、その目的に応じて、評価の範囲や分析精度などを設定する。次に、(2)インベントリ分析を実施する。インベントリ (Inventory) とは直訳すると「目録・一覧表」の意味で、対象となる製品等のライフサイクルにおける環境負荷物質(木材資源消費量、CO₂排出量など)を算定し一覧表にまとめることである。(3)環境影響評価は、様々な環境負荷物質を、一つの環境影響領域(気候変動、酸性化など)に集約する。例えば、CO₂やCH₄(メタン)の排出量をCO₂排出量ベースでの影響に換算するなどして、温室効果ガス排出量として表現する。(4)結果の解釈では、(1)～(3)の内容に基づき、影響が大きい因子を特定する。それも踏まえて、分析の一貫性の確認や、精度の妥当性などを確認し、結果の考察を行う。

(1)～(4)の内容をもとに、(5)報告書をまとめる。

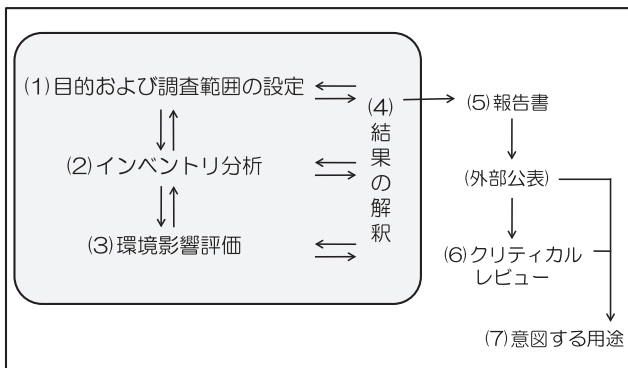
また、必要に応じてISO14044の要求事項を満たしているか、(6)クリティカルレビューを行って検証する。以上を踏まえ、(7)意図する用途で利用する。

1.3 インベントリ分析

LCAの実施手順のうち、インベントリ分析の詳細について述べる。インベントリ分析では、CO₂排出量や木材消費量などを算定する。算定方法の例を図表3に示す。図表3は住宅の建築に伴うCO₂排出量の分析イメージである。はじめに、この住宅の資材の消費量や、輸送や施工に伴う燃料消費量を調査する。ここで収集したデータのことをフォアグラウンドデータ(建築物の場合、建物に使用される建築資材やエネルギーの使用量など)という。次に、収集したフォアグラウンドデータにバックグラウンドデータ(CO₂排出原単位などのこと)を乗じて、それぞれの原材料・エネルギーの消費に伴う環境負荷排出量を算定する。

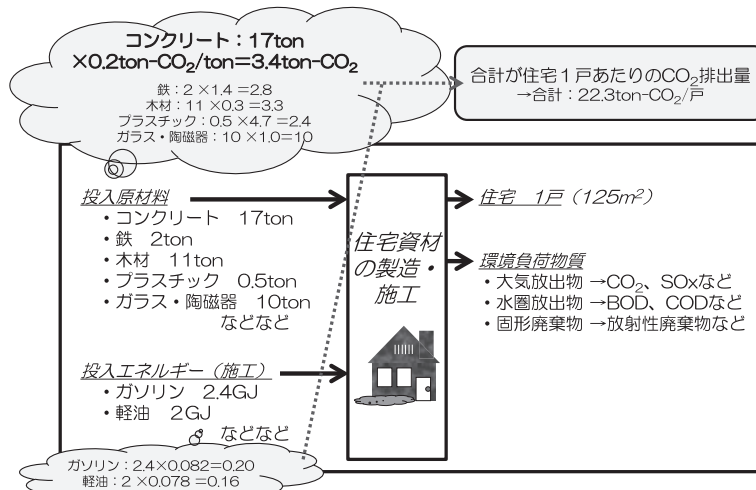
例えば、この住宅で消費されるコンクリートの量(フォアグラウンドデータ)が17 ton/戸だったとする。これに、コンクリートの原単位(バックグラウンドデータ)0.2 ton-CO₂/tonを乗じることで、コンクリートの生産に伴うCO₂排出量は3.4 ton-CO₂/戸と算定できる。他の原材料・エネルギーについても同様に算定し合計すると、この例の場合、22.3 ton-CO₂/戸であることがわかる。

図表2 LCAの実施手順



出典：筆者作成

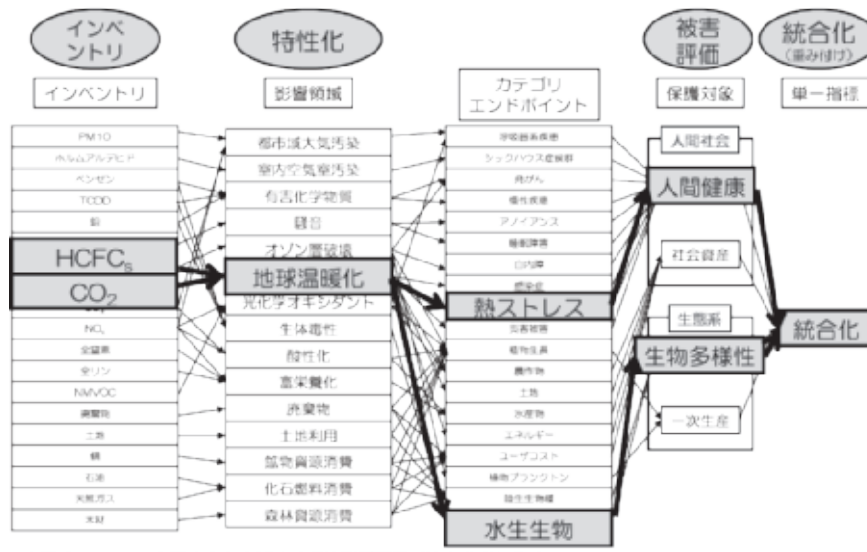
図表3 インベントリ分析の例



*本図で用いている数値はダミーであり正確なものではない。

出典：筆者作成

図表4 影響評価 (LIME) の例



本図は、LIME2 意思決定を支援する環境影響評価手法を参考に作成
出典：筆者作成

1.4 環境影響評価

環境影響評価の詳細について述べる。環境影響評価では、木材消費量やCO₂排出量などのそれぞれの環境負荷量を、地球温暖化や資源消費などの環境影響領域ごとに集約する。これを特性化という。例えば、地球温暖化は、CO₂、CH₄、N₂O(一酸化二窒素)などの算定結果に、CO₂換算係数(特性化係数)を乗じて合算し、それぞれの影響をCO₂に換算する。

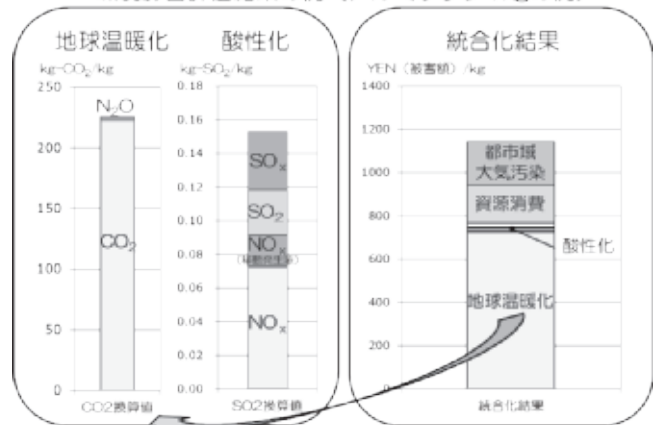
特性化を行うと、気候変動、オゾン層破壊、酸性化、富栄養化、光化学オキシダントなどのように、多様な影響領域ごとにインベントリ分析結果が集約される。しかし、影響が大きい領域を特定することなど、それぞれの影響領域の関係性はわからない。そこで、これらの影響領域ごとの結果を様々な手法を用いて、単一の指標に集約することがある。これを重みづけという。

図表4には、これらの評価手法の一つである日本版被害算定型影響評価手法(LIME)^[4]の考え方の例を示す。例えば、CO₂やHCFCs(ハイドロクロロフルオロカーボン)などは地球温暖化に影響を及ぼす。これらを、基準物質(例えばCO₂)を決めて地球温暖化への影響として換算して合算することを特性化という。

次に、地球温暖化が進むと、熱ストレスにより人間の健康が被害を受ける。これを人間の健康損失の被害状況に換算して合算する。また、水生生物への影響か

図表5 影響評価 (LIME) による算定結果のイメージ

環境影響評価結果の例 (アルミサッシ1kgの例)



出典：筆者作成

ら生物多様性が失われる。これを生物種の絶滅リスクの増分期待値に換算する。

このように、実際に被害を受ける内容を想定して被害量を推定することが被害評価である。さらに、人間健康などの被害評価結果を重みづけし、単一指標化したものが統合化である。

影響評価の検討例を図表5に示す。図表5はアルミサッシの分析事例である。様々な環境影響を単一指標にした統合化の結果を見ると、この例の場合は地球温暖化の影響が最も大きいことがわかる。したがって最初に検討すべきは地球温暖化の影響の削減となる。地球温暖化についてみると、圧倒的にCO₂排出量に起因

する負荷が大きいことがわかる。さらにCO₂排出量が大きい工程を明らかにすることによって、効率的に削減策の検討ができる。

2 建築分野におけるLCAの活用

2.1 建築分野における取組の概要

冒頭「はじめに」で述べたとおり、我が国における温室効果ガスの排出量に占める割合がとくに多い建築分野における対策は急務となっている。そのために、建築分野において様々な取組が実施されている。例えば、学術的な立場からは、日本建築学会が建物のLCA指針の改定版を2024年に公表している^[1]。国は、国土交通省が2028年度に建築物のLCAに関する法制化を検討している^[5]。業界団体では、一般社団法人不動産協会がGHG (Greenhouse Gas：温室効果ガス) 算定マニュアルを公表している^[6]。

このうち国や不動産協会の取組のベースになっているのが、建築学会の建物のLCA指針である。そこで、本節では建物のLCA指針について述べたい。

2.2 建物のLCA指針 (2024年改定版)

2.2.1 概要

日本建築学会地球環境委員会LCA小委員会から公表

されている建物のLCA指針は、これまでの最新版は2013年公表のものであったが、近年の取り巻く環境の変化に対応すべく、2024年3月に建物のLCA指針改定版^[1]が公表された。

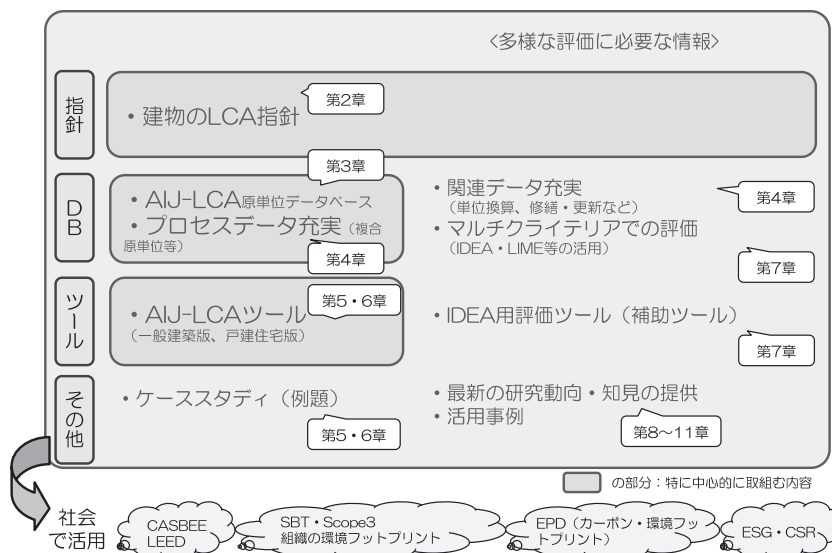
LCAの実施においては、評価の考え方(指針)を整理すること、評価に必要な原単位データベースを整備すること、が欠かせない。また、建築物は資材点数が非常に多く、評価作業が煩雑になる傾向にあるため、効率的な評価作業のためにツールを整備することが重要となる。さらにはLCA実施にとって有益となり得る多様な関連情報の提示も欠かせない。そこで、本指針は、指針編・原単位編・ツール編・参考情報編の4編から構成されている。

LCAは実施者の評価目的によって、概数を把握するために簡易的に実施される場合もあれば、精緻な分析が行われる場合もある。加えて、評価対象も多様であり、CO₂排出量やGHG排出量のみを対象に評価する場合もあれば、酸性化、資源枯渇などの多様な環境影響を多角的に評価する場合もある。このように多様な評価ニーズがあることを念頭におき、基本的な評価だけでなく、多様な評価を実施する評価者にも有益となるように検討されている(図表6、図表7)。

2.2.2 指針編

LCA実施における評価の考え方は、2013年版までは、主として評価ツールにおける考え方が述べられる

図表6 建物のLCA指針の全体像



出典：筆者作成

図表7 建物のLCA指針の構成

構成	掲載情報	記載箇所
指針編	理想的な評価の考え方を知りたい	第2章
	LCAの実施手順を知りたい	第2章4節
	プロセス別の理想的な評価方法・データ収集方法を知りたい	第2章5節
原単位編	原単位データベースについて知りたい	第3章
	原単位データベースの見方・使い方を知りたい	第3章2節
	原単位データベースの作成方法を知りたい	第3章3節
	プロセスデータ（複合原単位）・単位換算データベースについて知りたい	第4章
	プロセスデータ（複合原単位）の作成方法について知りたい	第4章2節
ツール編	単位換算データベースの作成方法について知りたい	第4章3節
	ツールについて知りたい	第5・6章
	ツールの評価の考え方について知りたい	第5・6章
	ツールへのデータ入力方法について知りたい	第5・6章
	ツールを用いて分析した結果の考察例について知りたい	第5・6章
参考情報編	CO ₂ 排出量・温室効果ガス以外も含めた多様な環境影響評価（インパクト評価）について知りたい	第7章
	資材製造・施工・運用・修繕・更新・解体・廃棄・輸送などそれぞれの評価で有益となりえる情報を知りたい	第8章
	LCAに関する海外の動向について知りたい	第9章
	BIMとの連携などの動向について知りたい	第10章
	LCAで頻出する用語について知りたい	第11章

出典：筆者作成

に留まっている部分もあった。しかし最近では、Scope3¹やEPD²をはじめ、LCAの活用が多岐にわたってきている。またISOなどの規格や、海外の動向も踏まえつつ、我が国における様々な活用を考える上での基礎となるような指針を整備することが喫緊の課題となっていた。こうした状況を踏まえ、改定版の指針では、LCA実施者が自身の評価目的に応じて必要な要件を取捨選択して評価できるよう、基本的な考え方が整備されている。

具体的には、建物1棟(1戸)あたりの評価を念頭におき、プロセスの考え方、機能単位の考え方、評価の限界などが記載されている。また、資材製造・施工・運用などのプロセス別に、収集すべきフォアグラウンドデータの内容、フォアグラウンドデータの情報源(フォアグラウンドデータの収集・設定において有益となる資料等の情報源)の例示などが行われている。指針編の全体構成を図表8に示す。また記述のイメージを図表9に示す。

2.2.3 原単位編

(1) AIJ-LCA原単位データベースの作成

本指針とあわせて、LCAの実施に不可欠な原単位データベースが公表されている。この原単位データベース(AIJ-LCA原単位データベース)は、国立研究開発法人国立環境研究所から公表されている2015年版のEmbodied Energy and Emission Intensity Data for Japan Using Input-Output Tables (3EID)を利用し、様々な追加情報を付加して構築されている。3EIDは、2015年の産業連関表と呼ばれる総務省の統計を用いて整備された環境負荷原単位データベースである。この3EIDをベースとして、例えば、可能な部門について単価データベースを整備して物量あたりの原単位が作成されている(図表10)。また、産業連関表を用いることにより一部実態を十分に反映できない環境負荷原単位となる項目があるケースや、より詳細な部門の原単位がある方が望ましいケースがある。これらについては別途個別にデータが作成されている点も特徴の一つである。

¹ 事業者が関わるサプライチェーンを通じた温室効果ガスの排出量を算定することが多くなっている。このサプライチェーンを通じた排出量は、Scope1、2、3に分類して算定を行うことが求められる。Scope1は、自社での化石燃料の燃焼、セメントの製造、フロンガスの漏洩のような直接排出分を指す。Scope2は、自社が購入・使用した電気・熱・蒸気の生産のようなエネルギー起源の間接排出を指す。Scope3は、Scope2以外の間接排出(自社事業の活動に関連する他社の排出)を指す。例えば上流段階の資源の採掘や部品の製造、下流段階の製品の廃棄などが該当する。こうした間接排出分の排出量の算定にLCAが活用される。

² 環境製品宣言(Environmental Product Declaration: EPD) 製品やサービスにかかわる原料調達から廃棄・リサイクルまでのライフサイクル全体における環境負荷量を算定し、開示する取り組みのことを指す。環境負荷の算定にはLCAが用いられる。

図表8 指針編の構成

<p>2.1. 目安作成の目的</p> <p>2.2. 建築物のLCAを取り巻く状況</p> <p>2.2.1 LCAに関する規格</p> <p>2.2.2 活用例</p> <p>2.2.3 データベース</p> <p>2.3. 本稿で取り扱う評価の対象</p> <p>2.4. 評価の基本的な考え方</p> <p>2.4.1 LCAの実施手順</p> <p>2.4.2 目的および調査範囲の設定</p> <p>2.4.2.1 概要</p> <p>2.4.2.2 目的の設定</p> <p>2.4.2.3 システム/バウンダリの考え方</p> <p>2.4.2.4 評価における機能単位の考え方</p> <p>2.4.2.5 影響評価の範囲</p> <p>2.4.3 インベントリ分析</p> <p>2.4.3.1 インベントリ分析の概要</p> <p>2.4.3.2 データ収集の考え方</p> <p>2.4.3.3 フォアグラウンドデータとバックグラウンドデータとの連携</p> <p>2.4.3.4 分析精度と評価の限界</p> <p>2.4.3.5 カットオフと分析精度</p> <p>2.4.4 影響評価 (インパクト評価)</p> <p>2.4.5 結果の解釈</p>	<p>2.5. 各プロセスにおける評価の考え方</p> <p>2.5.1 新築に関するプロセス</p> <p>2.5.1.1 新築時の資材製造プロセス</p> <p>2.5.1.2 新築時の資材の輸送プロセス</p> <p>2.5.1.3 新築時の施工プロセス</p> <p>2.5.2 建替</p> <p>2.5.3 修繕・更新に関するプロセス</p> <p>2.5.4 改修に関するプロセス</p> <p>2.5.5 維持管理に関するプロセス</p> <p>2.5.6 運用に関するプロセス</p> <p>2.5.6.1 エネルギーの使用プロセス</p> <p>2.5.6.2 創エネプロセス</p> <p>2.5.6.3 水の使用プロセス</p> <p>2.5.6.4 運用時の廃棄物の処理プロセス</p> <p>2.5.7 建物からの物質の放出プロセス</p> <p>2.5.8 解体・廃棄物処理プロセス</p> <p>2.5.9 その他</p> <p>2.6 特定プロセスのインベントリデータの作成</p> <p>2.6.1 基本的な考え方</p> <p>2.6.2 建築材料製造 (A1-3) を例としたインベントリデータの作成</p> <p>2.6.2.1 前提条件の整理</p> <p>2.6.2.2 プロセスデータの作成</p> <p>2.7 評価において記録すべき内容 (記録すべき記述子)</p> <p>2.7.1 概要</p> <p>2.7.2 データ管理フォーマット</p> <p>2.7.3 記録すべき内容 (記述子の内容)</p> <p>2.7.3.1 プロセスに関する記述子</p> <p>2.7.3.2 プロセスの入出力情報についての記述子</p>
--	---

動向と目安の位置づけ

ISOを踏まえた建築物評価の基本的な手順

プロセス別の指針 (収集すべきデータ、参考データ、ツールでの取り扱いなど)

複合原単位の作成の指針

出典：筆者作成

図表9 指針の記述イメージ

2.5. 各プロセスにおける評価の考え方
2.5.1 新築
2.5.1.1 新築時の資材製造プロセス
(1) プロセスの概要

評価対象範囲の考え方

建築物に投入される資材の生産に伴う環境負荷を算定するプロセスである。多くの場合、フォアグラウンドデータとして原材料・エネルギー投入量に関するデータを収集し、それにバックグラウンドデータを乗じる形で算定される。なお、詳細な評価を行う場合は、資材の原材料の製造 (A-1)、原材料の輸送 (A-2)、加工 (A-3) について自らデータを収集して分析を行う。本プロセスで対象となる内容は以下などが考えられる。LCA実施者は評価目的に応じて適切に評価対象を選定し、算定を行うことが重要である。

原材料の製造 資材の原材料は、資源採掘・原材料、リユース品、二次材料、電力・蒸気 (一次)、電力・蒸気 (二次) エネルギー回収、これに伴う廃棄物輸送・処理 (含梱包材) など

集めるべきデータ

原材料の輸送 原材料の輸送は、資源採掘・原材料等の加工工場への輸送

加工 加工は、原材料・補助材料等による製品製造、電力・蒸気等 (一次燃料燃焼)、エネルギー回収、二次エネルギー燃焼、製品の製造 (採掘・加工・輸送)、梱包、廃棄物輸送・処理など

なお、本プロセスはISO21930において、主にA-1 (原材料の製造)、A-2 (原材料の輸送)、A-3 (加工) に関連する。

出典：筆者作成

図表10 原単位の整備イメージ

通し番号	行コード	部門名 行部門名称	生産者価格あたり原単位 (g-CH4/千円)				購入者価格あたり原単位 (g-CH4/千円)				物量あたり原単位				単位物量あたりCH ₄ 排出量 (g-CH ₄ /t)	分母の単位は各行の右端欄参照		
			生産段階		最終消費		生産段階		流通段階		生産段階		流通段階				最終消費	
			国内 [I-Adj]-I	海外	国内 [I-Adj]-I	海外	国内 [I-Adj]-I	海外	国内 [I-Adj]-I	海外	国内 [I-Adj]-I	海外	国内 [I-Adj]-I	海外			国内 [I-Adj]-I	海外
1	0111011	米	3,990	3,240	0,753	0,000	3,850	2,915	0,679	0,211	0,049	0,000	0,748	0,567	0,133	0,041	0,010	kg-CO ₂ /kg
2	0111012	稲わら																kg-CO ₂ /kg
3	0111021	小麦																kg-CO ₂ /kg
4	0111022	大麦	15,396	11,111	4,386	0,000	12,451	8,115	3,568	0,587	0,179	0,000	1,118	0,729	0,320	0,053	0,016	kg-CO ₂ /kg
5	0112011	かんしょ																kg-CO ₂ /kg
6	0112012	ばれいしょ																kg-CO ₂ /kg
7	0112021	大豆	6,828	5,043	0,000	0,000	3,190	4,278	1,600	0,245	0,067	0,000	1,138	0,786	0,294	0,045	0,012	kg-CO ₂ /kg
8	0112029	その他の豆類	6,828	5,043	0,000	0,000	3,771	3,900	1,459	0,324	0,088	0,000						kg-CO ₂ /kg
9	0113001	野菜	3,960	3,311	0,649	0,000	3,044	1,858	0,364	0,706	0,116	0,000						kg-CO ₂ /kg
10	0114011	果実	4,160	3,564	0,596	0,000	2,727	1,742	0,291	0,607	0,087	0,000						kg-CO ₂ /kg
11	0115011	砂糖原料作物	7,995	6,224	1,771	0,000	7,141	5,377	1,530	0,192	0,042	0,000	0,116	0,067	0,025	0,003	0,001	kg-CO ₂ /kg
12	0115021	コーヒ豆・カカオ豆	6,453	5,148	1,304	0,000	5,477	4,181	1,059	0,197	0,040	0,000						kg-CO ₂ /kg
13	0115029	その他の飲料作物	6,453	5,148	1,304	0,000	4,749	3,381	0,857	0,426	0,086	0,000	1,309	0,931	0,236	0,117	0,024	kg-CO ₂ /kg
14	0115091	雑穀	6,523	5,518	1,005	0,000	5,385	4,240	0,772	0,323	0,050	0,000	1,806	1,421	0,259	0,108	0,017	kg-CO ₂ /kg
15	0115099	他に分類されない食用	6,523	5,518	1,005	0,000	5,826	4,676	0,852	0,259	0,040	0,000	3,227	2,590	0,472	0,143	0,022	kg-CO ₂ /kg
16	0116011	飼料作物	6,270	4,947	1,324	0,000	6,136	4,773	1,277	0,070	0,015	0,000	0,035	0,027	0,007	0,000	0,000	kg-CO ₂ /kg
17	0116021	種苗	2,218	1,399	0,820	0,000	2,238	0,856	0,601	0,644	0,238	0,000						kg-CO ₂ /kg
18	0116031	花き・花木類	7,690	7,042	0,648	0,000	4,622	3,342	0,308	0,897	0,076	0,000						kg-CO ₂ /kg
19	0116091	養たばこ	3,222	2,592	0,631	0,000	3,241	2,496	0,607	0,116	0,023	0,000						kg-CO ₂ /kg
20	0116092	生ゴム (輸入)	3,222	2,592	0,631	0,000	2,972	2,273	0,553	0,122	0,024	0,000						kg-CO ₂ /kg

出典：筆者作成

(2) ユニットプロセスデータ (複合原単位) の作成

上述のAIJ-LCA原単位データベースに加え、ユニットプロセスデータ (建物のLCA指針では複合原単位と称している) が作成されている。この複合原単位とは、建築材料などの製造プロセスにおける入出力データを収集し、これに原単位を乗じることで新たな原単位を作成したものである。例えば生コンクリートであれば、セメント・骨材・水などの投入資材量が整備され、これに(1)で示したAIJ-LCA原単位データベースを連鎖することで、新たに原単位が作成されている。複合原単位は、建物のLCA指針(2006年版)のAIJ-LCAツールにおいて取り入れられた概念で、ツールの利便性向上のため建築実務者が普段から扱う複合材料(建築材料)あたりの排出原単位を評価できるようになっている。

2024年の改定では、2013年版のAIJ-LCAツールにデフォルトで登録されていた複合原単位の見直しと追加も検討された。しかし、建築材料の種類と仕様は無数に存在することから、あらゆる建築資材の複合原単位を網羅的に整備することは極めて困難である。そのため、作成できたものから収録する形がとられている。

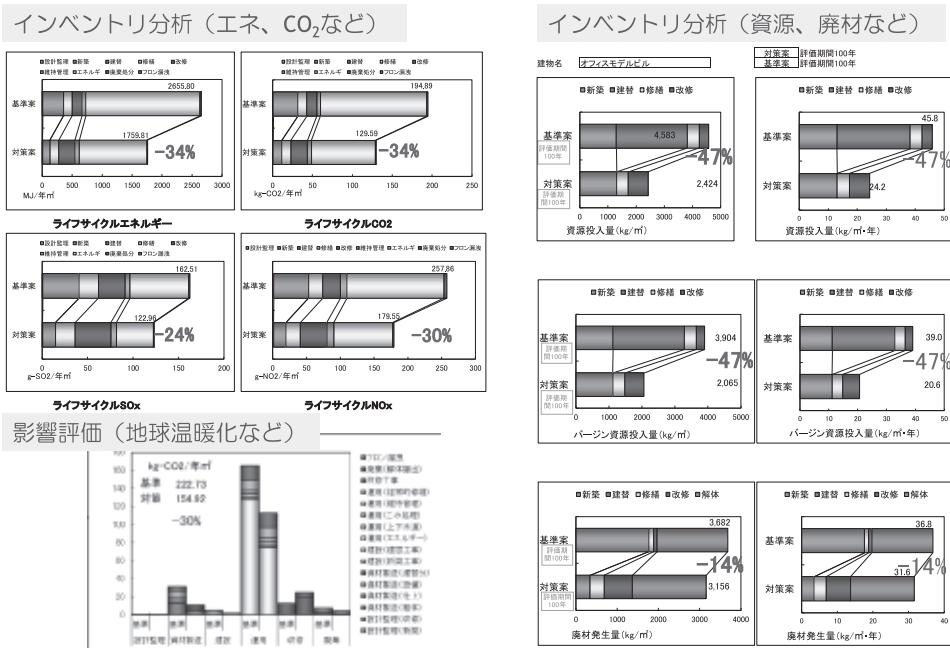
2.2.4 ツール編

建物のLCA指針では、書籍や原単位データベースと

ともに、評価ツール(以下、AIJ-LCAツール)も公表されている。AIJ-LCAツールは、設計初期段階において設計者が自ら建物のライフサイクル全体を視野に入れた環境配慮設計の代替案を検討する際の一例を提示したものであり、構工法、設備システムなどの部分は大胆に簡略化している部分もある。

本ツールは、資材製造、施工、使用、解体のエネルギー消費、CO₂、SOx、NOx、資材投入量、バーজন資源投入量、最終処分量などを評価することができる。2.2.3節で示したエネルギー消費、CO₂などの原単位を組み込んでいる。また、計算に必要な情報を所定の入力欄においてメニュー選択または数値入力することで自動的に計算が行われ、結果が得られるようになっている。本ツールは建物用途によって「一般建築版」と「戸建住宅版」の2種類がある。一般建築版では事務所、物販店舗、飲食店舗、ホテル、学校、病院と集合住宅が対象となっており、戸建住宅版は戸建住宅の評価を実施できるようになっている。出力としては、インベントリ項目ごとの計算結果の他に、地球温暖化、オゾン層破壊、酸性化、大気汚染起因の健康障害、エネルギー資源枯渇といった環境影響項目ごとに算定できるようになっている(図表11)。

図表11 ツールの結果出力のイメージ



出典：筆者作成

2.2.5 出版後の情報発信

建物のLCA指針出版後も継続的に研究開発が実施されている。これらは公表可能となった内容から、当該小委員会のウェブサイト (<https://news-sv.aij.or.jp/tkankyo/s5/guideline.html>) で発信されている。

3 LCAを用いた建築物の評価

3.1 分析概要

これまで、我が国の建築分野におけるLCAの活用状況やガイドラインについて述べた。これらも踏まえつつ、筆者らは様々な建築物の評価を行っている。これらの結果から建築物の環境負荷削減を検討していくことが重要と考える。具体的に、本稿では95件の建物の躯体・仕上げ材を対象に、建築物に起因する環境影響負荷に関する支配的要因の整理を行った事例^[7]を紹介する。

3.2 分析概要

本検討では実際に建築された95件の建築物(図表12)を用いて分析を行った。検討の範囲は、A1～3(製造)、A4(輸送)、A5(施工)、B3(修繕)、B4(更新)、C1(解体)、C2(輸送)、C3(処理)、C4(埋立)の9つの段階を対象として分析を行った。評価の考え方は建物のLCA指針^[1]を参考にした。建築工事における「躯体及び仕上げ材」を対象とし、仮設、設備、外構・附帯工事は対象外とした。建物寿命は65年とした。評価は、分析当時の最新版であった、AIST-IDEA

図表12 検討を行った実建物の用途と件数

用途	構造形式			計
	S造	RC造	複合	
01 物流倉庫	11	1	7	19
02 生産工場	18	4	1	23
03 事務・庁舎	11	3	4	18
04 学校	3	4	3	10
05 病院	4	7	3	14
06 ホテル・マンション	5	5	1	11
計	52	24	19	95

出典：筆者作成

ver.3.4.1^[8]、LIMEを用いて行った。また、A1～3、A5は、建築物の積算データを用いた。A4は物流センサスを用いた。B3、B4はBELCAの建築物のライフサイクルマネジメント用データ集を用いて修繕量、更新回数を算出した。C1～C4は建設副産物実態調査などを用いた。

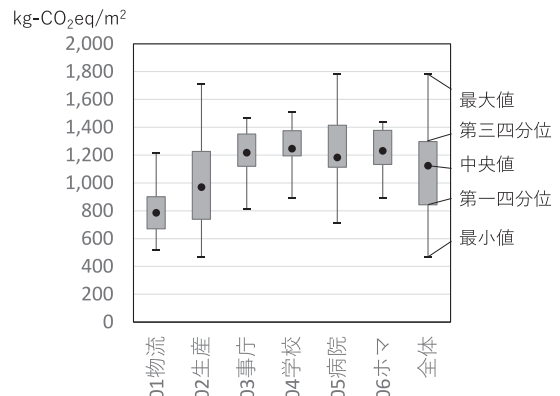
3.3 分析結果

3.3.1 用途別の分析

はじめに、単位面積当たりの気候変動(GHG排出量)の結果を示す(図表13)。全体的な傾向を見ると、物流・生産施設が小さい傾向にあることがうかがえた。また、建物ごとのばらつきは小さくないことが確認できた。

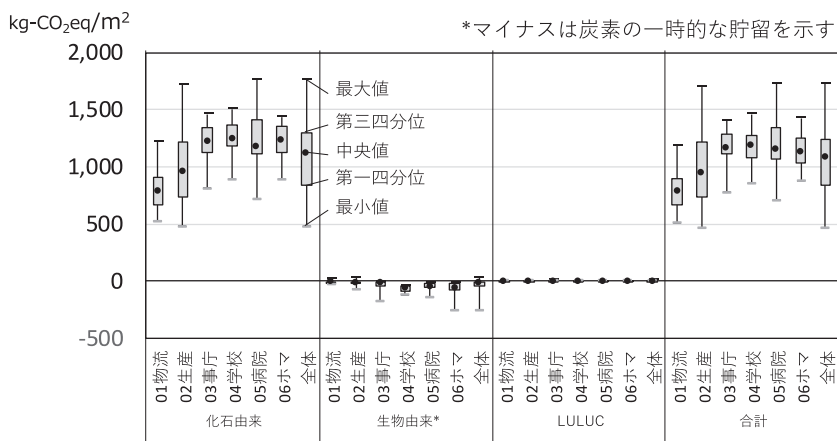
気候変動は、起源別に細分化すると、化石燃料、生物由来燃料、土地利用および改変がある。図表14にその内容を示す(図表13と図表14の合計は同値となる)。本検討結果では、圧倒的に化石由来燃料の影響が圧倒的に大きかった。このため、化石燃料の使用量の削減が不可欠である。また、生物由来は、バイオマス燃料の使用に伴う放出・木材等の一時的な貯留・木くずの焼却に伴う放出などの収支のばらつきを示しており、放出分と貯留分を別々に計上した場合は影響が小さくない可能性もある。土地利用および改変は原材料・エネルギーの生産に伴う影響(工場の建設等に伴う土地利用など)を評価しており、今回の結果では影響が小さかった。次に用途別の結果を見ると、物流・

図表13 建物用途別のGHG排出量の結果



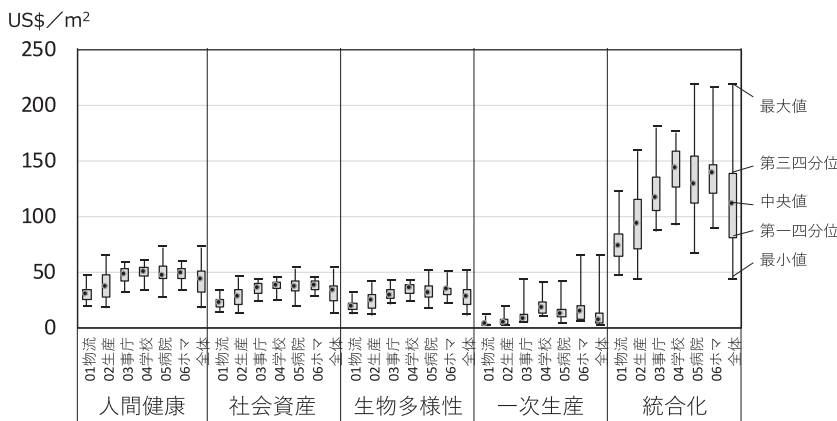
(注記)「03事務」は事務所・庁舎、「06ホマ」はホテル・マンション。
出典：筆者作成

図表14 起源別のGHG排出量の結果



(注記1)「03事庁」は事務所・庁舎、「06ホマ」はホテル・マンション。
 (注記2)化石・生物・LULUCを足したものが合計。
 出典：筆者作成

図表15 LIME3による被害評価・統合化

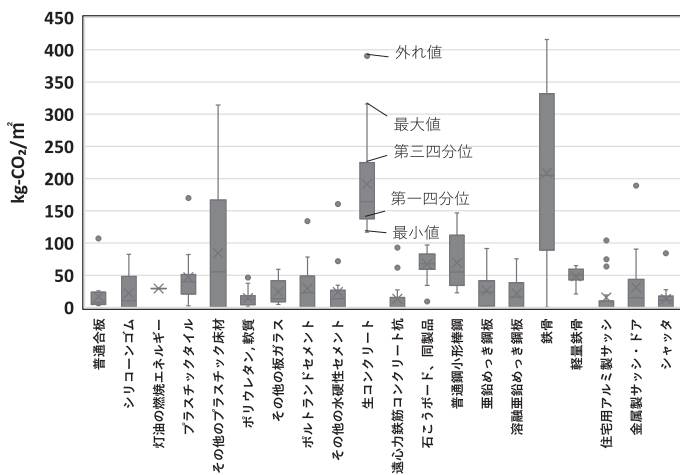


(注記)「03事庁」は事務所・庁舎、「06ホマ」はホテル・マンション。
 出典：筆者作成

生産施設が全体的に小さい傾向がうかがえた。

図表15にはLIME3による被害評価・統合化の結果を示す。人間健康・社会資産・生物多样性・一次生産の4つの被害評価結果の合計が統合化になる。本結果からいずれの保護対象も少なからず統合化の結果に寄与していることが確認できた。中でも人間健康や社会資産の影響が大きくなった。人間健康は気候変動などの影響もあると推察される。社会資産は廃棄物の埋立などの影響もあると考えられる。また、いずれも単位面積当たりで見ると、物流・生産施設が小さい傾向にあることがうかがえた。また、建物ごとのばらつきは小さくないことが確認できた。

図表16 資材別のCO₂排出量の結果 (事務所・庁舎)



出典：筆者作成

3.3.2 資材別の分析

各用途、各建物に投入された資材を対象に、IDEA

Ver.3.4.1、LIME3を用いてCO₂排出量と統合化の分析を行った。図表16、図表17は、事務所・庁舎を対象

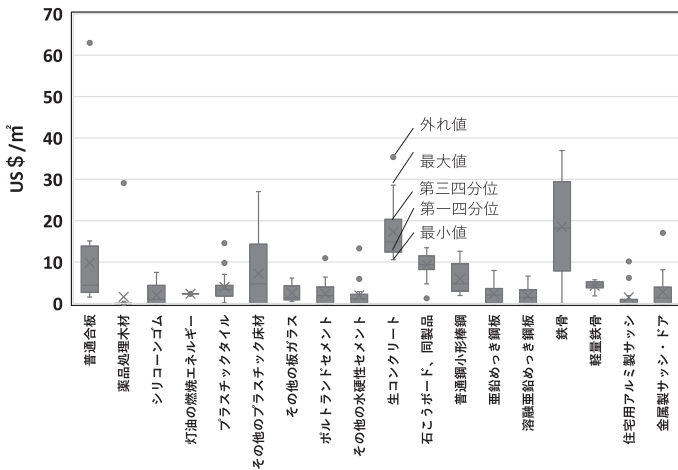
としたすべてのプロセスを合計した結果の例である。なお、両図は寄与率が1%以上となった資材を表示した。

図表16には、CO₂排出量の結果を示す。鉄骨、生コンクリート、その他のプラスチック製品、普通鋼小

形棒鋼などが大きい傾向となった。本検討では鉄骨造が多いため、鉄骨の値が大きくなった(一方、ゼロに近いものはRC造の建物である)。次いで生コンクリートが大きかった。加えて普通鋼小形棒鋼(鉄筋)の影響も小さくなかった。また、それぞればらつきが小さくなかった。このばらつきは鉄骨や生コンクリート・普通鋼小形棒鋼などは主要構造材の選択など、プラスチックや石こうボードなどは内外装材の材料選択などに依存していると想像される。

図表17には、LIME3による統合化の結果を示す。CO₂排出量の結果と同様に、鉄骨、生コンクリート、普通鋼小形棒鋼などの影響が大きいことがうかがえた。一方、CO₂排出量ではそれほど大きくなかったが統合化で大きかった材料の例として、普通合板などがあった。これは普通合板における丸太生産時の再造林の影響であると思われる(なお、本検討では再造林率を50%として算定しており、これが改善されれば環境影響は改善されることになる)。

図表17 資材別の統合化の結果(事務所・庁舎)



出典：筆者作成

図表18 影響が大きかった上位資材(左：CO₂排出量、右：LIME3統合化)

用途	A1-3	B3	B4	C4	用途	A1-3	B3	B4	C4
物流施設	鉄骨、生コンクリート、普通鋼小形棒鋼	シャッター、亜鉛めっき鋼板、金属製サッシ・ドア	シャッター、亜鉛めっき鋼板、石こうボード	石こうボード、ロックウール、生コンクリート	物流施設	鉄骨、生コンクリート、溶融亜鉛めっき鋼板	シャッター、亜鉛めっき鋼板、ステンレス鋼冷間圧延鋼材	シャッター、亜鉛めっき鋼板、石こうボード	石こうボード、ロックウール、生コンクリート
生産工場	鉄骨、生コンクリート、普通鋼小形棒鋼	シャッター、金属製サッシ・ドア、亜鉛めっき鋼板	亜鉛めっき鋼板、石こうボード、軽量鉄骨	石こうボード、生コンクリート、プラスチックタイル	生産施設	鉄骨、ステンレス鋼、生コンクリート	ステンレス鋼、シャッター、金属製サッシ・ドア	ステンレス鋼、亜鉛めっき鋼板、石こうボード	石こうボード、生コンクリート、プラスチックタイル
事務所・庁舎	鉄骨、生コンクリート、普通鋼小形棒鋼	金属製サッシ・ドア、住宅用アルミニウム製サッシ、シャッター	その他のプラスチック床材、石こうボード、軽量鉄骨	石こうボード、その他のプラスチック床材、生コンクリート	事務所・庁舎	鉄骨、普通合板、生コンクリート	金属製サッシ・ドア、住宅用アルミニウム製サッシ、ステンレス鋼	石こうボード、普通合板、軽量鉄骨	石こうボード、その他のプラスチック床材、生コンクリート
学校	生コンクリート、鉄骨、普通鋼小形棒鋼	ビル用アルミニウム製サッシ、金属製サッシ・ドア、シャッター	石こうボード、ビル用アルミニウム製サッシ、軽量鉄骨	石こうボード、生コンクリート、ロックウール	学校	普通合板、鉄骨、生コンクリート	ビル用アルミニウム製サッシ、金属製サッシ・ドア、ステンレス鋼	ステンレス鋼、石こうボード、ビル用アルミニウム製サッシ	石こうボード、生コンクリート、ロックウール
病院	生コンクリート、鉄骨、普通鋼小形棒鋼	ビル用アルミニウム製サッシ、金属製サッシ・ドア、その他板ガラス	石こうボード、軽量鉄骨、ビル用アルミニウム製サッシ	石こうボード、生コンクリート、ロックウール	病院	普通合板、鉄骨、生コンクリート	ビル用アルミニウム製サッシ、金属製サッシ・ドア、ステンレス鋼	石こうボード、軽量鉄骨、亜鉛・同合金展伸材	石こうボード、生コンクリート、ロックウール
ホテル・マンション	生コンクリート、鉄骨、普通鋼小形棒鋼	ビル用アルミニウム製サッシ、金属製サッシ・ドア、その他	石こうボード、軽量鉄骨、プラスチックシート板ガラス	石こうボード、生コンクリート、ロックウール	ホテル・マンション	鉄骨、生コンクリート、普通合板	ステンレス鋼、木製窓枠、ビル用アルミニウム製サッシ	石こうボード、軽量鉄骨、普通合板	石こうボード、生コンクリート、ロックウール

出典：筆者作成

3.3.3 用途・プロセス別の影響が大きかった資材

図表18は、用途別のCO₂排出量とLIME3による統合化における分析結果の平均寄与率上位3資材を示したものである。CO₂排出量において、全用途共通して寄与率の高かった資材は、生コンクリート、鉄骨、普通鋼小型棒鋼等であった。統合化では、全用途共通して生コンクリート、鉄骨、普通合板、石こうボード等の寄与率が高かった。用途別では、物流・生産施設ではシャッタなど、事務・庁舎、学校、病院ではサッシ類など、ホテル・マンションでは木製窓枠などが高かった。

CO₂排出量と比べて、統合化において共通して普通合板の寄与率が高くなった原因は、再生材が十分に行われていないことによる影響であると考えられる。これにより保護対象である生物多様性や一次生産の影響が大きくなったと推察される。また、統合化において石こうボードなどの寄与率が高くなった。原因は、石こうボードなどの多くがC4の埋立が大きく寄与していたからである。これらのことから、廃石こうボードなどのリサイクルのための分別回収などによって、統合化の影響の低減が期待できる。

以上は分析の一例であるが、このような分析を行うと、具体的な削減対策の糸口が見えてくる。こうした分析はまだまだ発展途上の状況にあるが、今後このような分析を深め、より具体的な対策や、その対策実施による削減効果などを明らかにしていくことが重要と考える。

おわりに

本稿では、建築分野における環境評価の現状について述べた。はじめに、環境影響を定量的に分析する手法であるLCAについて概説した。次に、建築分野においてLCAを活用するためのガイドラインである建物のLCA指針について述べた。最後に、95件の建物を対象にLCAを実施した事例を紹介した。

LCAを活用すれば多岐にわたる環境影響評価を行う

ことができ、得られる知見も幅広いものになる。そのためには、それぞれの立場でLCAを実施すること、またその結果をしっかりと解釈することが重要である。さらには、削減策を検討して建物設計などに生かすことが欠かせない。

一方で、LCAには、発展途上の部分もある。例えば、評価に欠かせないデータベースの質の向上、評価手法の検討など様々な改善点がある。こうしたLCA実施のためのインフラのさらなる整備も重要となると考える。

【参考文献】

- [1] 建物のLCA指針 改定版、日本建築学会、2024.3
<https://news-sv.ajj.or.jp/tkankyo/s5/index.html>
- [2] ISO14040:2006、Environmental management — Life cycle assessment — Principles and framework、International Organization for Standardization
- [3] ISO14044:2006、Environmental management — Life cycle assessment — Requirements and guidelines、International Organization for Standardization
- [4] 伊坪徳宏、稲葉敦：LIME3 — グローバルスケールのLCAを実現する環境影響評価手法—
- [5] 国土交通省、建築物のライフサイクルカーボンの算定・評価等を促進する制度に関する検討会
https://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/build/jutakukentiku_house_tk4_000302.html
- [6] 一般社団法人不動産協会、「建設時GHG排出量算定マニュアル」の策定について
https://fdk.or.jp/k_environment/ghg_manual.html
- [7] Kensuke Kobayashi, Hiroshi, Mikawa, Ryosei Kajitani, Hanae Yazawa, Yoshiyuki Suzuki, Yosuke Tanaka : Reducing Environmental Impact of Buildings Based on Actual Building Analyses : A Multi-Criteria Study of Frame and Finish Materials, Sustainability, 2026, 18 (4), 2045
- [8] 国立研究開発法人産業技術総合研究所：AIST-IDEA
<https://riss.aist.go.jp/idealab/idea>

寄稿

ウォーカビリティを高めるまちづくり ～城崎温泉における「そぞろ歩き」を軸とした社会実験のプロセス～

ウォーカビリティを高めるまちづくり ～城崎温泉における「そぞろ歩き」を軸とした社会実験のプロセス～

井桁 由貴 東京大学大学院 新領域創成科学研究科 特任助教

はじめに

近年、「ウォーカビリティ」という言葉が都市計画やまちづくりの分野で頻繁に用いられるようになっていく。健康、環境、観光、中心市街地の賑わい創出など、さまざまな政策課題と結びつきやすく、その重要性に対する異論は少ない。一方で、実務の現場においては、「ウォーカビリティを高める」と言われたときに、具体的に何から手を付ければよいのか分かりにくい、という声も少なくない。

「ウォーカビリティ」という言葉は、「Walk(歩く)」と「Ability(できる)」から成り、日本語では一般に「歩きやすさ」と訳されることが多い。しかし歩くことを支える要素は、歩く主体としての歩行者、歩く客体としての歩行空間、沿道の建物や景観といった周辺環境、さらには制度や運用といった社会的条件までもが含まれ、ウォーカビリティは広がりを持った概念であると言える(図表1)。例えば、歩道幅員を広げ路面を

整備することは歩行空間へのアプローチであり、施設の密度や用途混在を高めることは周辺環境へのアプローチと言える。このように、「ウォーカブルな道路」「ウォーカブルな地域」など、どの空間スケールに働きかけることをウォーカビリティ向上と捉えるのかについても整理が難しく、実際の歩行者が感じる主観的な「歩きやすさ」を高めるための施策について、必ずしも共通認識が形成されているとは言い難い。

特に地方都市においては、ウォーカビリティの前提条件が都市部とは大きく異なる。東京都区部や大都市圏では、自宅や職場の徒歩圏内に多様な施設が集積し、公共交通の選択肢も多いことから、「歩いて暮らす」イメージが比較的共有されやすい。一方で、自動車がなければ生活が成り立ちにくい地方都市では、歩行が日常の主たる移動手段となることは現実的ではない。そのため、地方都市におけるウォーカビリティは、生活全般を徒歩で完結させることではなく、観光や余暇といった文脈の中で、いかに快適で質の高い歩

図表1 「歩くこと」を支える概念



出典：図・筆者作成、写真・筆者撮影

行体験を実現できるかという観点が重要となる。こうした地域では、単に自動車を排除したり、都市部と同様の構造を目指して施設密度を高めたりするだけでは、ウォーカビリティの向上にはつながりにくく、地域の暮らしや経済活動と折り合いを付けながら、その地域にふさわしいウォーカビリティの姿を定義し直すことが求められる。

そこで本稿では、ウォーカビリティという抽象的な概念を、地域の文脈に即して翻訳し、社会実験によって確かめ、次の計画や議論につなげていくプロセスに焦点を当て、その具体例として、兵庫県豊岡市の城崎温泉をフィールドとして取り上げる。城崎温泉では、「ウォーカブルであること」を単なる移動のしやすさや、目的地に効率よく到達することではなく、家族や友人と語らいながら歩き、興味を引かれた店の前で立ち止まり、寄り道をし、湯気の立ち上る町並みや、川・山といった温泉街の風景を味わいながら歩くことができる状態として位置付けている。

本稿の構成は以下のとおりである。1章では、城崎温泉の歴史的背景と、同地域において再定義された「ウォーカビリティ」を提示する。2章では、10回以上の勉強会を通じて作成された構想案の一部を紹介する。続く3章では、2025年に国土交通省道路局の助成を受けて実施した交通社会実験の概要を説明し、4章および5章で、その成果と課題、ならびに今後の展望について整理する。

なお、本稿は特定の制度やハード整備の具体的手法を提示するものではない。むしろ、ウォーカビリティという扱いづらい概念を、地域の文脈に翻訳し、社会実験によって検証し、次の計画や議論へとつなげていくための考え方と進め方を共有することを目的としている。その意味で、本稿は城崎温泉の事例を扱いながらも、他地域でのウォーカビリティをめぐる取り組みに応用可能な視点を提供することを目指している。

1 城崎温泉の背景と「ウォーカビリティ」の再定義

(1) 城崎温泉の概要と空間的特徴

城崎温泉は、兵庫県北部の但馬地域に位置する豊岡

市の温泉地である。日本海に面し、山と海に囲まれ、コウノトリやカニをはじめとした豊かな自然資源に恵まれている。関西圏を中心に多くの観光客が訪れるほか、コロナ禍収束以降は、海外からの来訪者も増加している¹⁾。

温泉に加え、松葉ガニや但馬牛等の食、志賀直哉の「城の崎にて」に代表される文学など、多層的な文化的魅力を有する点も城崎温泉の特徴である。さらに、ユネスコ世界ジオパークに認定された山陰海岸ジオパークの一部を構成する地形・地質、国の天然記念物であるコウノトリの飛来地としてラムサール条約に登録された湿地も抱えるなど、自然環境の価値も高い^{ii, iii)}。

城崎温泉の歴史は1300年以上前^{iv)}に遡る。伝承によれば、西暦717年に当地を訪れた僧侶・道智上人が難病に苦しむ人々を救うため千日間の修行を行い、その後720年に温泉が湧出したことが始まりとされている^{v)}。湧出量に限りがある城崎温泉では、源泉を地域全体の共有財産として捉え、湯島財産区による集中管理方式がとられてきた。その結果、各旅館は大規模な内湯を設けず、7つの外湯を巡る「外湯第一主義」の文化が形成された。

そして、外湯巡りの際に目にする大谿川^{vi)}、柳並木、太鼓橋が連なる景観は、城崎温泉を象徴する風景の一つである(図表2)。この町並みは、1925年に発生した北但大震災からの復興過程で形成されたものであり、川幅や道路幅の拡張、建物の外観の統一など、まちが一体となって行なった再建の成果である。復興か

図表2 城崎温泉の町並み



出典：筆者撮影

ら約100年を経た現在においても、この風情ある町並みは城崎温泉のブランド価値を支える重要な基盤となっている。

(2) 城崎温泉が抱える課題構造

城崎温泉には、7つの外湯を巡る主要動線となる複数の通りが存在する。城崎温泉駅から北に延びる「駅通り」、まちの中心を流れる大谿川の南北に位置する「北柳通り」と「南柳通り」、大谿川の上流に向かって延びる「湯の里通り」、そして湯の里通りに並行する細い「木屋町通り」である。北柳通り、南柳通り、湯の里通りは、一の湯前の王橋で交わっており、これらの通りは外湯巡りの要となる歩行者動線であると同時に、地域住民の日常的な生活動線にもなっている(図表3)。

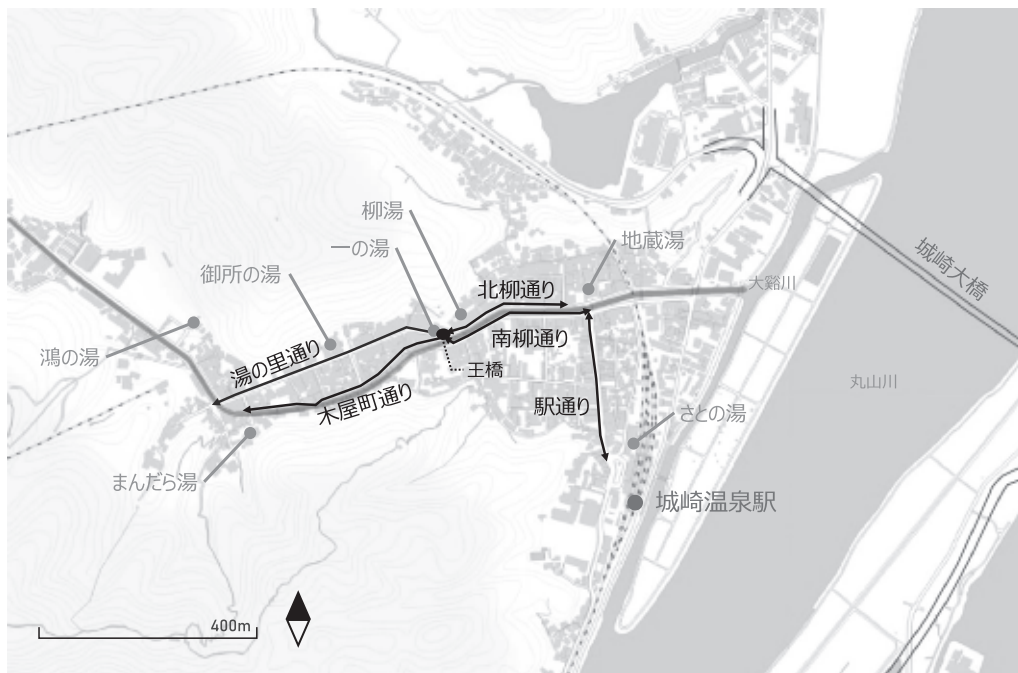
温泉街特有の谷筋地形によってこれらのメイン通り以外の抜け道が限られており、観光客の歩行者動線と、町民の自動車動線とが重複・交錯する状況が生じている。具体的には、観光客が利用する自家用車、旅館従業員の通勤車両、商業活動を支える配送車両、町民の日常的な移動、さらには福祉サービスに関わる車両など、多様な通行需要が存在する。

そのため、城崎温泉における交通課題は、単に「観光客が多い」という問題ではなく、観光地でありながら生活の場でもあるという二重性に起因する構造的な課題として整理できる。特に、配送や福祉といった車両は、地域の生活を維持するうえで不可欠であり、その通行を一律に制限することは現実的ではない。加えて、まちのウォーカビリティが向上することによる直接的なメリットを享受しにくいステークホルダーも少なくない。旅館や土産物店にとっては観光体験の質向上が利益につながる一方、城崎温泉エリアに居住しながら他地域で就業する住民にとっては、交通規制が不便さとして認識される可能性も高い。このような利害の非対称性が存在する中で、単に車両通行を規制するだけでは、城崎温泉におけるウォーカビリティの課題は解決し得ないという現実がある。

(3) 城崎温泉における「ウォーカビリティ」の再定義

城崎温泉では、2004年に「城崎このさき100年計画」¹が策定された。同計画は、北但大震災からの復興を経て形成されてきたまちづくりの歩みを振り返りつ

図表3 城崎温泉の主要通りと外湯



出典：筆者作成

¹「旧中心市街地活性化法における活性化基本計画(旧城崎町策定)」

つ、21世紀の城崎温泉の将来像を描く長期的な視点に立ったものである。この中では、「めぐる」というキーワードのもと、33のプロジェクトが位置付けられ、外湯めぐりを核とした回遊性の高いまちづくりが構想されてきた。

その後、城崎温泉交通環境改善協議会の設置や、複数回にわたるワークショップ、社会実験を経て、2020年には地域独自の「そぞろ歩きルール」が制定された。このルールでは、特定時間帯における駐停車の抑制や走行速度の制限などを通じて、観光客および住民が安心して歩ける環境の実現を目指している。

こうした地域の文脈を踏まえ、本稿では城崎温泉におけるウォーカビリティを、「まちなかの歩行者がそぞろ歩きをできている状態」として翻訳・再定義した。浴衣を着て下駄を履き、タオルを手に外湯めぐりをするという体験そのものが、城崎温泉のアイデンティティであり、観光価値の中核をなしている。したがって、城崎温泉におけるウォーカビリティとは、単に歩行量を増やすことではなく、歩行速度、立ち止まりや寄り道、安心感といった歩行者の行動状態を含めた「そぞろ歩き」が実現されているかどうかによって捉えられる概念であると考えられる。

2 2035年のありたき将来像の検討プロセス

前章では、城崎温泉の歴史的背景と空間的特徴を整理したうえで、同地域におけるウォーカビリティを「そぞろ歩きしやすい状態」として再定義した。ここでは、外湯文化や谷筋地形といった城崎温泉固有の条件のもとで、観光と生活、歩行者と自動車、多様なステークホルダーの利害が重なり合う中、単純な交通規制やハード整備だけでは課題が解決し得ないことを確認した。

では、こうした複雑な条件を前提としたとき、城崎温泉ではどのように将来像を描き、具体的な取り組みへとつなげていったのか。本章では、北但大震災復興100周年という節目を契機に立ち上がった検討の枠組みと、その中で策定された2035年を見据えたエリアマネジメント基本構想の案について紹介する。構想の策定にあたっては、特定の主体が上位計画として方向

性を示すのではなく、地域の当事者と専門家が対話を重ねながら、段階的に合意と実践の道筋を描いていくプロセスに特徴がある。

(1) 取り組みの契機と検討体制の発足

1925年の北但大震災から100年を迎える2025年に向け、「次の100年」を見据えたまちの将来像を考える機運が高まったことを背景に、「北但大震災復興100年城崎温泉まちづくりシンポジウム～まちの過去・未来を繋ぐ～」(以下、シンポジウム)が企画された。シンポジウムでは、「教育」「医療・福祉」「交通」の3分野をテーマに分科会が設けられ、その一つとして交通・都市計画部会が発足した。

本部会には、旅館関係者、行政職員、地元住民に加えて筆者を含む学識経験者が参加し、2023年度以降、複数回にわたる勉強会を重ねてきた(図表4)。議論の特徴は、あらかじめ完成形の計画を示すのではなく、城崎温泉が抱える制約条件や将来の社会変化を共有しながら、まちの「ありたき姿」とそこへ至る道筋を段階的に整理していった点にある。

検討の中では、32年以降に予定されている桃島バイパスの開通を重要な転換点として捉え、バイパスの開通を見据えた35年の将来像を一つのマイルストーンとして設定した。そして、その将来像を実現するための手段として、社会実験を段階的に位置付ける考え方が共有された。

(2) 2035年を見据えた将来像とロードマップ

こうした議論を経て、「城崎温泉エリアマネジメント構想」(以下：城崎温泉エリマネ構想)として取りまとめ、2025年5月に開催されたシンポジウムにおいて、交通・都市計画部会からの発表として提案を行った。本構想は、長期的なビジョン、そぞろ歩き環境の整備方針、段階的な社会実験計画、組織体制のあり方などを体系的に整理しており、これまでに蓄積してきた調査データや議論の成果を基盤として構成されている。

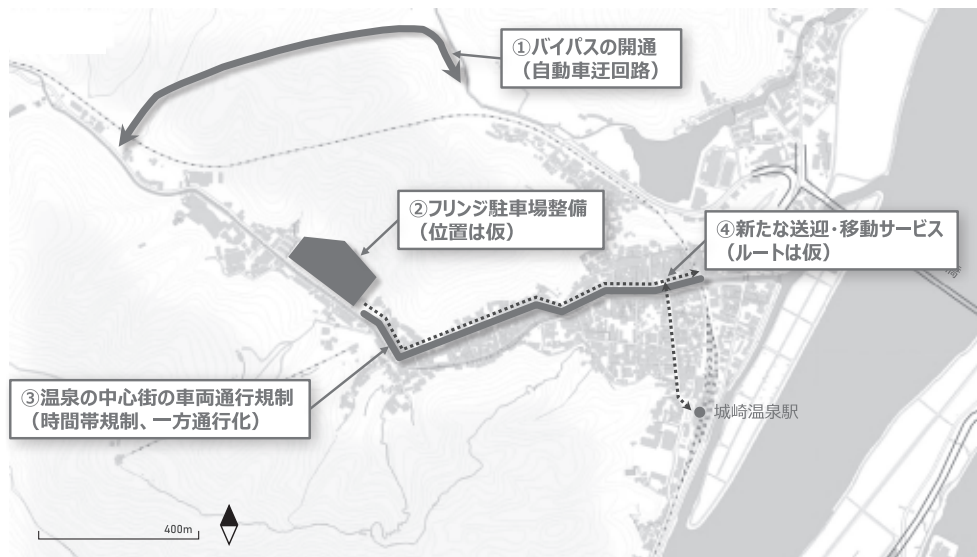
城崎温泉エリマネ構想では、35年における温泉街

図表4 勉強会の開催日とテーマ

勉強会の開催年月日	テーマ
2024年4月7日	・長期ビジョンにおける社会実験の位置付けと実施計画
2024年4月8日	・2024年度の実験準備企画
2024年5月12日	・2025年度の社会実験案 ・2033年 バイパス完成後の将来像とそこへ至る道筋 ・社会実験(案)に向けた体制と今後のスケジュール
2024年10月7日	・城崎温泉での社会実験後のエリアマネジメント導入について ・北但大震災復興100年記念構想について
2024年11月14～17日	社会実験に向けた事前調査(※勉強会は実施していない)
2024年12月15日	・北但大震災復興100年記念構想における憲章の検討 ・社会実験実施計画：楽々浦パーキングおよび域内交通体系について(構想実現後のありたき姿、2024年11月現況調査結果の報告)
2024年12月16日	・社会実験実施計画：交通誘導について ・フリンジパーキングおよび各ストリートの将来像・駅前エリアの再整備イメージについて
2025年1月29日	・社会実験に向けて(これまでの勉強会の振り返り等) ・エリアマネジメントの構想策定に向けて(骨子案の提示とディスカッション) ・エリアマネジメント基本計画における将来空間像(メイン通りや駅前空間の将来像、フリンジパーキングの駐車需要推定と将来像のディスカッション)
2025年3月18日	・エリアマネジメント基本計画 ・2035年以後のありたき姿 ・社会実験申請素案
2025年3月19日	・新・交通体系と新・そぞろ歩きルール ・ストリートデザイン
2025年5月23日	北但大震災復興100年 城崎温泉まちづくりシンポジウム ～まちの過去・未来を繋ぐ～

出典：過去の開催概要を基に筆者作成(筆者が検討に加わった2024年4月以降のみを記載)

図表5 2035年の城崎温泉のありたき将来像



出典：筆者作成

のありたき姿を設定しており、その骨子は次の四点に整理される。第一に、バイパス開通により町の中心部を通過する自動車交通を抑制すること。第二に、温泉街外縁部に新たなフリンジ駐車場を整備すること。第三に、北柳通り、南柳通り、湯の里通りといった温泉街の主要な通りにおいて、時間帯規制や一方通行化を通じて歩行者優先の空間を形成すること。そして第四

に、フリンジ駐車場と温泉街の主要スポットを結ぶ新たな送迎手段を導入し、観光客のみならず誰もが利用可能な移動サービスを提供することである(図表5)。

さらに本構想では、33年までを複数のフェーズに分け、各段階で社会実験を実施しながら、計画内容を検証・調整していくロードマップを示した。社会実験は、完成形を前提とした実装ではなく、合意形成と計

図表6 段階的な計画実施と4つのフェーズ(2025年5月23日時点)

年度		基本計画に関する事業の実施	想定される変化・社会実験でできること
2025年	Phase1 (～2025) ・円山川右岸ルートからのアクセスができることを想定/生かした実験	・豊岡南IC開通 城崎大橋の開通 ・交通社会実験①実施(11月)	・円山川右岸からのアクセスが容易になる ・社会実験で楽々浦に臨時駐車場を設置できる
2026年		・エリマネ団体設立 ・都市再生整備計画策定	・整備計画策定提案や財源の受皿となる組織づくり ・継続的な社会実験を行うフレームを作る
2027年	Phase2 (～2029) ・エリマネを常時運用できる仕組みづくり ・駅前の人流変化を想定した実験 ・自動運転を含む、環境型移動モビリティ活用を想定した実験	・交通社会実験②実施	・技術進歩や法令整備で、自動運転運用を想定した実験
2028年		・さとの湯の再開業(2029年春)	・駅前広場整備や、人・車の流れが変化する可能性
2029年	Phase3 (～2032) ・負荷や諸条件を変え実験を実施 ・バイパス開通後に向けた道路や駐車場等の環境整備 ・バイパス開通後のシステム運用の準備期間として実験を実施	・城崎温泉駅前広場 再整備実施 ・城崎小・中(義務教育学校へ)の再編 ・交通社会実験③実施	・一定期間、城崎小学校/中学校跡地を全面臨時駐車場として活用した実験を実施
2030年		・プリンジ駐車場の整備計画策定 ・温泉街内歩行者優先道路整備(北柳)	
2031年		・交通社会実験④実施 ・プリンジ駐車場の整備完了・本開業 ・グリスロ型バス*の運行開始 <small>*グリスロ=グリーンズローモビリティ</small> ・温泉街内歩行者優先道路整備(木屋町)	・プリンジ駐車場のオープン前に、運用テストを兼ねた実験 ・元薬師エリア等に整備されたプリンジ駐車場を活用して、2033年以降のありたき姿に近い形でエリマネ運用できるようになる。
2032年	Phase4 (2033～) 目指す将来像の実現へ	・温泉街内歩行者優先道路整備(湯の里) ・市営駐車場(2箇所)の荷捌き場へ再整備	・温泉街内を2033年以降のありたき姿に近い形でそぞろ歩きできるようにする
2033年		・桃島バイパス開通	・温泉街を通過せず、西側にアクセス可能になる ・温泉街の一方通行化による域内通行量の大幅削減

出典：交通・都市計画部会の発表資料より引用

画精度の向上を図るための検証プロセスとして位置付けられている(図表6)。

以上のように、城崎温泉エリマネ構想は、交通施策のみを切り出した計画ではなく、将来の空間像、運営の仕組み、組織体制、そして段階的な社会実験を相互に関連付けながら構築された体系的な構想であると言える。特に社会実験は、多様なステークホルダーの合意形成を進めつつ、計画の妥当性や実行可能性を検証するための中間フェーズとして位置付けられている。このような考え方のもとで設計された最初の取り組みが、次章で述べる2025年の交通社会実験である。

3 城崎温泉での安全・安心な「そぞろ歩き」の実現に向けた社会実験

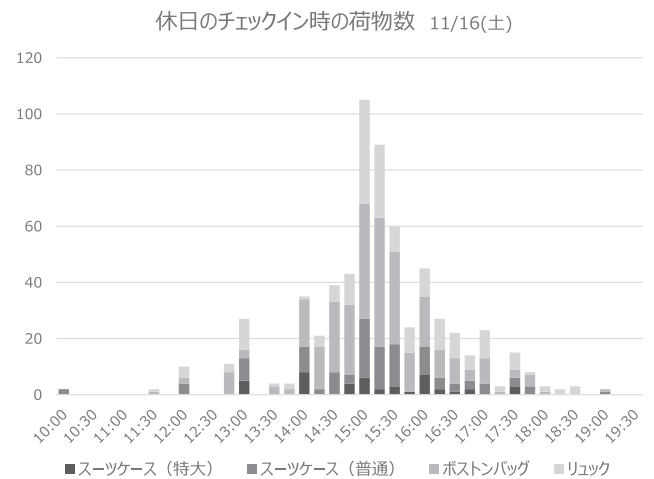
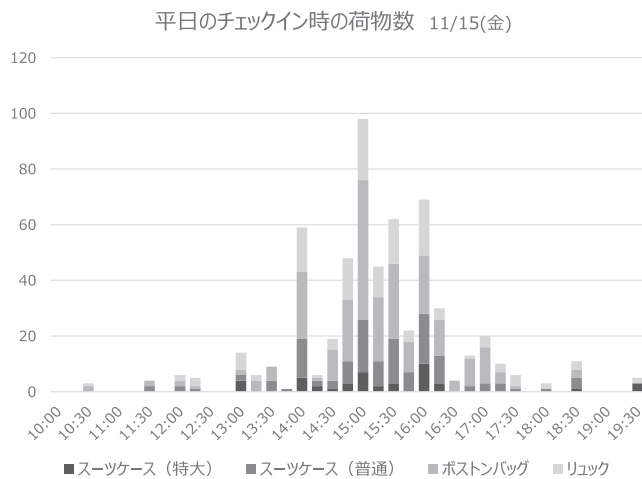
城崎温泉エリマネ構想を踏まえ国土交通省道路局が実施する「令和7年度 道路に関する新たな取組の現地実証実験(社会実験)」に応募し、その採択を受けて、豊岡市と連携しながら2025年11月に大規模な交通社会実験を実施した。本社会実験は、将来的なウォーカブルなまちづくりに向けたマイルストーンとして位置付けられ、「城崎温泉での安全・安心な『そぞろ歩き』の実現に向けた社会実験」と題して実施された。本章では、社会実験の概要と設計上の工夫、検証項目、ならびに当日の様子について紹介する。

(1) 社会実験の概要と設計の工夫

本社会実験は、2025年11月13日(木)から16日(日)までの4日間にわたって実施された。施策の柱は以下の3点である。

1. 時間帯別交通規制による歩行者空間化：「北柳通り(10:00-22:00)」「湯の里通り(17:00-22:00)」「南柳通り(19:00-22:00)」の主要3路線において、時間帯を区切った車両通行規制を実施した。なお、配送業者に対しても、配送車両については規制時間外の配送を依頼するとともに、規制時間帯においては専用の「荷捌き場」を設置・活用してもらった運用とした。
2. 滞留空間の創出(プレイスメイキング)：歩行者空間化された路上に、城崎の景観に馴染む「畳什器」や、川沿いの風景を楽しむ「ハイカウンター」等のストリートファニチャーを設置し、飲食や休息を誘発する空間を設えた。
3. 臨時駐車場と循環バスの運行：温泉街外縁部に臨時駐車場を確保し、歩行者空間化した道路を歩いてアクセスする必要のある旅館の宿泊客および日帰り客には、原則として臨時駐車場の利用を促した。加えて、臨時駐車場から温泉街中心部への無料送迎バス(以下、循環バス)を運行

図表7 チェックイン時の荷物量調査の結果（一部抜粋）



出典：旅館関係者協力のもと収集したデータに基づき筆者作成

することで、中心部への流入車両の総量抑制を図った。

これらの施策を組み合わせるに当たり、いくつかの設計上の課題をクリアする必要があった。例えば、主要3路線における時間帯別の歩行者空間化については、規制時間帯の設定とともに、車両通行規制中の迂回路をどのように設計するかが重要な論点となった。特に湯の里通りに関しては、並行して走る木屋町通りを迂回路として想定したものの、当該道路は幅員が2 m未満と狭く、片側交互通行による運用が不可欠であった。このため、警察署への事前申請に加え、道路両端への誘導員配置など、当日のオペレーションを含めて慎重な設計が求められた。迂回路等の条件が厳しいエリアでの歩行者空間化は、制度面・運営面の双方においてハードルの高い取り組みであったと言える。

臨時駐車場の設置および循環バスの運行についても、複数の設計上の課題が存在した。まず、循環バスは、社会実験期間中の8時から22時まで、臨時駐車場と温泉街中心部を結ぶとともに、温泉街内に設置した6カ所の乗降所に停車し、臨時駐車場利用者に限らず誰でも無料で利用できるバスとして運行した。しかし、乗降所の設置にあたっては、道路交通法上、駐停車が可能な場所に限定される制約があった。具体的には、交差点や横断歩道から5 m以内、既存のバス停か

ら半径10 m以内は駐停車が禁止されている等の制約があり、関係者と現地を確認しながら、条件を満たしつつ利用者の待合スペースを確保できる場所を選定する必要があった。さらに、候補地に面する民地については、地権者との調整を経て乗降所の位置を決定した。細街路が入り組んだエリアでは適切な用地を見つけることが難しく、今後、既存バス停で例外的に停車できる制度的整理がなされれば、運営者・利用者双方にとって利点があると考えられる。

臨時駐車場の設置に関しては、駐車台数の設計が最も重要な課題であった。来街者に協力を求めて臨時駐車場を利用してもらう以上、満車によって利用できない事態は避けなければならない。一体、何台分の駐車スペースが必要なのか、どの時間帯にピークが訪れ、その際にバスの乗車までにどの程度の待ち時間が許容されるのか、さらに、その需要に対応するためには定員何人のバスを何台、どの頻度で運行すればよいのかといった点を、事前に丁寧に検討する必要があった。そこで本社会実験に先立ち、2024年11月に、社会実験の影響を受ける旅館に協力を仰ぎ、チェックイン・チェックアウト時の調査を実施した。この調査では、各宿泊客のチェックイン時間帯、来訪時の交通手段、荷物量(スーツケース等の種類別)、グループ人数、日本人・インバウンドの別などを把握し、来訪者の人数と荷物量のおおよそのボリュームを把握した(図表7)。これらの結果や現実的に確保可能な用地条件を

踏まえ、臨時駐車場の規模を約300台と設定した。

循環バスの運行については、バスの定員、台数、運行頻度の設計を精緻に行った。必要最小限の台数としつつ、利用者に過度な不便を強くないことを目標とし、先述の調査結果を踏まえながら、ピーク時需要や1回の往復所要時間を考慮し、最大でも15分程度の待ち時間で乗車できる運行計画とした。

(2) 社会実験での検証項目

本社会実験は、単なるイベント的なにぎわいづくりではなく、車両を止めて歩行者空間を生み出すこと自体を目的としたものでもない。将来的な交通規制や歩行者空間化の常設化、さらには温泉街外縁部への駐車場設置と循環バス運行を含めた総合的な交通体系のあり方を検討するための検証として位置付けられている。そのため、実験の効果と課題を検証するための項目を事前に設定した。

第一に、社会実験を通じて、将来の道路のあり方に対する課題や関係者の声を抽出することである。社会実験という実際のある場を通じて、さまざまなステークホルダーに将来像を具体的にイメージしてもらい、現場ヒアリングやアンケート調査を通じて意見や懸念点を把握することとした。

第二に、歩行者空間のあり方そのものを検証することである。具体的には、歩行者空間を設定する時間帯が適切であったか、自動車交通への影響を最小化しつつ歩行者の快適性を最大化できていたかを、住民・宿泊客向けアンケート、歩行者向けアンケート、交通量調査等を通じて検証する。また、滞留空間のデザインや配置、数量(密度)についても、利用者アンケートを通じて評価を行う。加えて、歩行者の行動がどのように変化したか、すなわち、そぞろ歩きしやすくなったと言えるかについて、レーザーセンサ(LiDAR)やビデオカメラ調査等による歩行者行動調査を実施し、取得したデータの分析を通じて把握することとした。

第三に、臨時駐車場および循環バスの設計の妥当性を検証することである。臨時駐車場については、需要推計値と実測値を比較することで適正台数を検証し、循環バスは、運行頻度、待ち時間、乗降所の位置等が

適切であったか、を利用者アンケート等により確認した。

(3) 社会実験当日の様子

社会実験期間中4日間は、大きな事故やトラブルもなく、全体として円滑に実施することができた。宿泊客に対しては、事前に各旅館から案内がなされ、観光サイト等でも車両通行規制の情報が周知されていた。さらに、現地の主要箇所に案内看板や誘導員を配置したことにより、大きな混乱は生じなかった(図表8)。また、本社会実験は新聞5社をはじめとする複数のメディアでも取り上げられ、豊岡市内にとどまらず広く注目を集めた。

臨時駐車場の利用状況についても、事前設計どおり満車となることはなく、期間中の駐車率は8割程度で推移した。気温が低く肌寒い日もあったが、歩行者空間に設置した畳什器に座って景色を眺める観光客の姿も多く見られ、什器の設置が滞留行動を促す効果を持つことが確認された(図表9)。

社会実験実施時には現地でも「車が通らないので歩きやすい」といった声が複数聞かれ、温泉街全体が自動車交通を意識せず、ゆったりとした空気に包まれていたことを実感するものであった。一方で、こうした肌感覚と、実際に歩行者行動の変化はどのくらい一致しているのか、また、本当に車両通行規制によって、そぞろ歩きをしやすくなったと客観的に言えるだろう

図表8 社会実験当日の様子



出典：筆者撮影

図表9 畳什器の利用者



出典：筆者撮影

か。そこで次章では、そぞろ歩きしやすい、という感覚を定量的に捉え、多様なステークホルダーとの共通言語として活用するための取り組みについて紹介する。

4 データで捉える「そぞろ歩き」～ウォーカビリティを共通言語にする試み～

前章で述べたとおり、社会実験期間中の城崎温泉では、現地に立ち会った多くの関係者から「車が通らず、ゆったりと歩きやすくなった」「良い雰囲気を感じられた」といった声が聞かれた。こうした実感は、現場を共有した者にとっては直感的に理解しやすいものである。

一方で、当時現地にいなかった行政担当者や警察、周辺住民、配送業者など、多様なステークホルダーと将来の交通体系や道路空間のあり方について議論を行う際には、「なんとなく良くなった」という印象論だけでは十分な説得力を持たない。感覚的な評価を超えて合意形成を図るためには、ウォーカビリティを共通言語として扱うための、一定の客観性を備えた指標が求められる。

そこで本章では、城崎温泉におけるウォーカビリティをそぞろ歩きのしやすさとして捉え、それを定量的に示すために開発した「そぞろ歩きスコア」について解説する。本指標の考え方および、社会実験に先立って2024年に実施した事前調査データを用いた分析結果については、国際学会において既に発表してい

る^{vi}。本章では、その内容を基に、指標の考え方と得られた示唆を整理する。

(1) そぞろ歩きスコアの考え方

「そぞろ歩き」は、日本語の辞書では「当てもなく、気の向くままにぶらぶら歩き回ること」などと定義されている^{vii}。また、英語では stroll や ramble と訳され^{viii}、stroll には「ゆっくりと、くつろいだ様子で歩く」といった意味合いが含まれる^{ix}。これらの定義を踏まえ、本研究では「そぞろ歩きしている状態」を、主観的な感情そのものではなく、外部から観測可能な行動として捉えることとした。

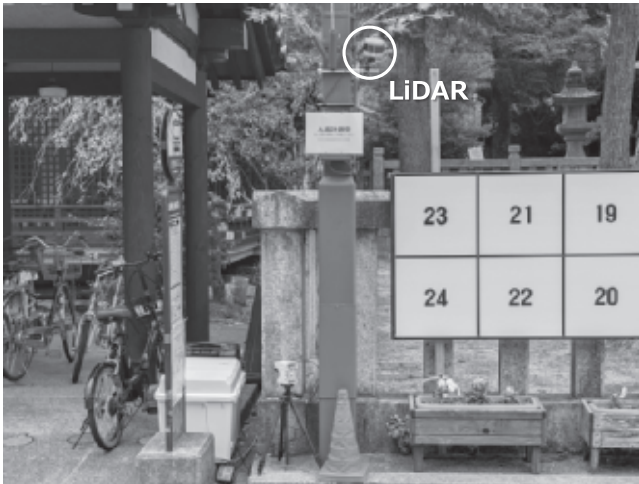
具体的には、そぞろ歩きを構成する要素を、①歩行者の行動の特徴と、②歩行軌跡の特徴という二つの側面から整理した。行動の特徴としては、ゆっくりとした歩行、速度にばらつきのある歩き方、興味を引かれた場所で立ち止まるといった行為が挙げられる。一方、歩行軌跡の特徴としては、通りの両側を行き来するような、直線的ではない曲線的な動きが想定される。

これらの特徴を、客観指標として取得可能な具体的な特徴量へと変換し、そぞろ歩きを構成する要素として、以下の6つを設定した。すなわち、①歩行速度（低い方が望ましい）、②歩行速度の標準偏差（大きい方が望ましい）、③停止回数（多い方が望ましい）、④平均停止時間（長い方が望ましい）、⑤歩行軌跡の曲線度（高い方が望ましい）⑥道路の横断有無（横断している方が望ましい）である。

各歩行者についてこれらの特徴量を算出した後、統計的手法を用いて重み付けを行い、個々人のそぞろ歩きスコアを導出した。さらに、歩行者が最初に観測された時間帯ごとにスコアを集計し、1時間単位の平均値を算出することで、時間帯別のそぞろ歩きの傾向を把握できるようにした。これは、温泉街特有の時間帯ごとの行動パターン（チェックイン、夕食、外湯めぐり等）の影響を整理するために行なった。

このような分析を行うためには、歩行速度や歩行軌跡の形状を高い精度で把握する必要がある。そこで本研究では、LiDARを用いて歩行者行動データを取得し

図表10 LiDARセンサ設置の様子



出典：筆者撮影



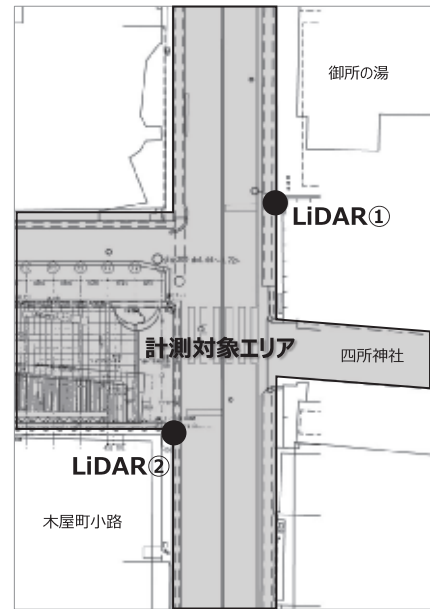
た(図表10)。LiDARは、短い時間間隔で高精度に位置情報を取得できるため、個々の歩行者にIDを付与し、時刻、位置、速度といった情報を連続的に記録することが可能である。これにより、上述した特徴量を歩行者単位で安定的に算出することができた。

(2) 2024年調査の概要と得られた示唆

2025年11月に実施した社会実験との比較対象として、前年同時期の24年11月に車両通行規制を行わない状態でLiDARを用いた歩行者の行動調査を実施した。調査期間は24年11月14日(木)から17日(日)までの4日間であり、平日2日、休日2日のデータを取得している。調査地点は湯の里通りおよび王橋の2カ所である(25年の社会実験時には、これらに加えて北柳通りでも計測を行っている)。本節では、24年の湯の里通りで取得したデータのうち、自動車通行量データも併せて取得できた11月15日(金)および16日(土)の結果を取り上げる(図表11)。

時間帯別の歩行者の人数は夕方16時ごろにかけて歩行者数が増加し、18時から19時にかけて一度減少した後、夕食後の時間帯に再び増加する傾向が確認された(図表12)。これは、チェックイン後に温泉街を散策する来訪者が増え、その後、宿での夕食時間帯に人通りが減少し、再び外湯巡りのために歩行者が増えるという、城崎温泉特有の行動パターンを反映したものと考えられる。また、時間帯別のそぞろ歩きスコア

図表11 LiDARセンサの設置位置と計測対象エリア



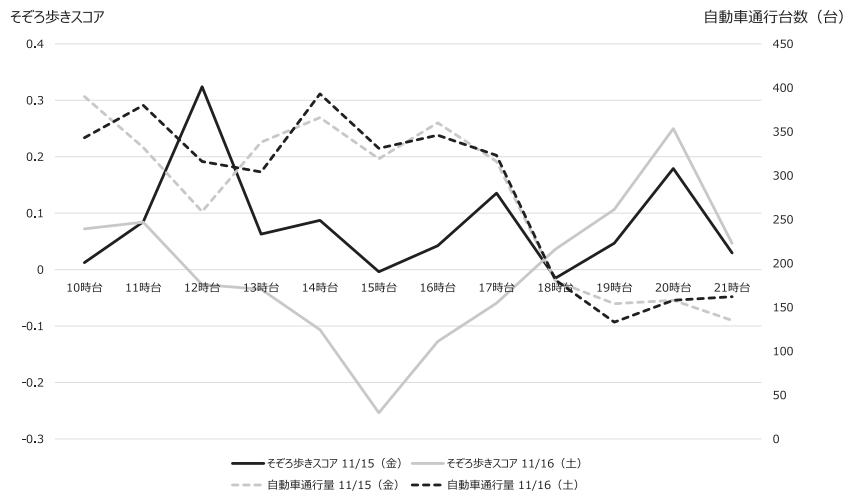
出典：筆者作成

図表12 湯の里通りにおける時間帯別の歩行者通行量



出典：筆者作成

図表13 湯の里通りにおける時間帯別のそぞろ歩きスコアと自動車通行量



出典：筆者作成

と自動車通行量¹の関係を見ると、チェックイン前後の時間帯でそぞろ歩きスコアが低下し、昼間および夜間の一部時間帯で高くなる傾向が見られた(図表13)。また、そぞろ歩きスコアと自動車通行量との間には反比例の関係がうかがわれ、自動車通行量が多い時間帯ほど、そぞろ歩きがしにくくなる可能性が示唆された。

統計的に確認したところ、歩行者密度そのものはそぞろ歩きスコアに有意な影響を与えていなかった。すなわち、「人が多いからそぞろ歩きにくい」と一概には言えないことが示された。一方で、自動車通行量は、そぞろ歩きスコアに対して負の影響を及ぼしていることが確認された。時間帯の違いもスコアに影響している可能性があるため、2025年の社会実験時のデータと比較することで、時間帯要因を考慮したうえで、車両通行規制の影響をより精緻に検証することが可能になると考えられる。これらの詳細な分析結果については、現在整理を進めており、別途学術的な成果として公表する予定である。

(3) そぞろ歩きを定量化することの意義

以上のように、曖昧で感覚的に用いられがちな「ウォーカビリティ」という概念を、地域の文脈に即

した「そぞろ歩きのしやすさ」として再定義し、それを測定可能な特徴量へと変換することで、歩行体験を定量的に捉えられることを示した。これにより、自動車交通が歩行者行動に与える影響を検証できるだけでなく、そぞろ歩きスコアを共通言語として、警察、自治体、住民、事業者など、多様なステークホルダー間でデータに基づく対話を行うことが可能になると言える。さらに、イベントの有無、天候、気温といった他の要因と組み合わせた分析を行うことで、そぞろ歩きに影響を与える条件を多面的に検討することも可能である。

これまで印象論にとどまりがちであった議論を、具体的な数値や客観的なデータに基づき進められるようになることや、将来の道路空間や交通運用を検討するための基盤として活用できるようになることが、本手法の大きな意義である。

5 社会実験の成果と今後に向けて

前章では、そぞろ歩きスコアの開発を通じて、社会実験を通じて得られた歩行者行動の定量的な分析結果について整理した。本章では、そうした定量データに加え、市民アンケート、現地でのヒアリング、社会実験を主体的に運営した社会実験実行委員会メンバーの

¹自動車通行量は豊岡市にて実施したビデオ調査結果の提供を受けて筆者にてグラフ化した。

振り返りなど、定性的な情報も含めて、社会実験を通じて得られた成果と課題を総括する。

(1) 社会実験を通じて得られた成果と示唆

4章で述べたとおり、本社会実験では、①将来の道路のあり方に対する課題や関係者の声を抽出すること、②歩行者空間のあり方そのものを検証すること、③臨時駐車場および循環バスの設計の妥当性を検証すること、の三点を主な検証項目として設定していた。以下では、これらの項目に関して得られた主な示唆を整理する。

第一に、「将来の道路のあり方に対する課題や関係者の声」の抽出については、社会実験終了後の関係者による振り返り、町民アンケート、現地ヒアリング等を通じて、多くの意見が得られた。特に歩行者空間化による安全性の向上は、多くのステークホルダーに共通して実感されていた。この傾向は、10時から22時まで最も長時間にわたって歩行者天国化を行った北柳通りにおいて顕著であった。実際に、親子連れが子どもの手を離し、子どもが自由に走り回る様子が見られ、自動車が通行しないことで単に歩きやすくなるだけでなく、「子どもの手を離せる」空間が生まれていたことは特徴的であった。アンケートでも、「子ども連れにとって安心して歩ける」といった声が複数寄せられ、来訪者の満足度は総じて高かったと評価できる。

一方で、歩行に困難を抱える交通弱者やバリアフ

リーの観点からは、改善が望まれるという意見も寄せられた。また、社会実験期間中に許可車両として通行していた関係者からは、許可証を提示して通行する運用が日常化した場合の負担を懸念する声も挙がっていた。さらに、今回の社会実験期間中は比較的天候に恵まれたものの、大雨や降雪といった悪天候時のデータは取得できていない。天候の変化が大きい山陰地方の地域特性を踏まえると、今後は季節や気象条件の異なる時期での検証も必要である。

第二に、「歩行者空間のあり方そのもの」に関する検証からは、歩行者天国化に適した時間帯や、効果の現れやすい通りが存在することが明らかになってきた。通りに面して食べ歩きのお店が建ち並び、幅員が比較的狭く、南側が川に面している北柳通りでは、畳仕器に腰掛けて食事をしたり、写真を撮ったりする観光客の姿が多く見られた。このような通りでは、日中から夜にかけて車両通行止めを行い、滞留需要を受け止める空間の設えを整えることで、城崎温泉らしい景観と賑わいを創出し、沿道の経済効果を高められる可能性がある。一方で、比較的幅員が広く、遊技場や土産物店が建ち並ぶ湯の里通りでは、歩きながら買い回りを楽しむ行動が多く見られた。この通りでは、車両を全面通行止めにするのではなく、車道幅員を狭めて歩行空間を十分に確保する整備や、歩行者数が増加する夕食時間帯以降（例えば20時から22時）に限定した時間帯規制を行うことで、地域住民の利便性と観光体験の快適性を両立できる可能性が示唆された（図表14）。

図表14 北柳通り(左)と湯の里通り(右)



出典：筆者撮影

また、社会実験を通じて想定外の事態も明らかになった。例えば、車両通行規制の時間帯を避けるため、規制時間帯の前に配送トラックが集中し、一時的に通常よりも歩みにくい状況が生じたことや、社会実験期間を避けた結果、配送が遅延する事例も報告された。荷捌き場は複数箇所に設けていたものの、実務上の利便性や周知が十分でなかった可能性がある。また、滞留を促すために設置した畳什器は、温泉街の雰囲気と調和し多く利用された一方で、日没後に夜露で座面が濡れるという課題も生じた。これは、秋から冬にかけて湿度が高く、昼夜の寒暖差が大きい城崎の地域特性によるものであり、今後は座面の材質の調整、設置時間帯の検討、タオルの貸し出し等の運用上の工夫などが求められる。

これらの結果は、すべての通りを同一条件で終日歩行者天国化すればよいわけではないことを示している。道幅と沿道建物の高さの関係(D/H)、沿道建物の用途構成、川に面しているか否かといった空間条件によって、歩行者天国化の効果と副作用は大きく異なる。今後は、「ちょうど良い賑わい」や「居心地の良さ」といった主観評価と、歩行者滞留密度、什器の配置・数量といった客観データを組み合わせた分析を進めることで、空間整備に資するより具体的な知見を提示していきたい。

第三に、「臨時駐車場および循環バスの設計」に関しても、本整備に向けた多くの知見が得られた。臨時駐車場の規模については、今回設定した約280台が現時点では適切であることが確認され(図表15)、今後は「足りなくなりそう」「さすがに多すぎる」といった感覚論によらない、データに基づく議論が可能となった。また、循環バスの運行に関しては、乗降所の位置、運行頻度、車両台数に関する実務的な経験が蓄積された。特に、利用者の利便性を優先して運行頻度を高めた結果、歩行者空間内にバスが頻繁に侵入し、快適な歩行環境や景観を損なうというジレンマが生じた点は重要な示唆であった。運行頻度の適正化については、利用者アンケートや運行担当者へのヒアリングを踏まえ、今後さらに検討を進めていく必要がある。

図表15 2025年11月15日(金) 15時ごろの臨時駐車場の様子



出典：筆者撮影

(2) 本整備に向けた課題

社会実験の先に見据える本整備に向けては、大きく二つの課題が残されている。

一つ目は、行政計画との接続可能性である。現在の城崎温泉エリマネ構想は、地元有志による提案という位置付けにとどまっている。社会実験の結果を踏まえた構想のブラッシュアップと並行して、行政計画の中にどのように位置付け、実効性を高めていくかが今後の重要な論点となる。

二つ目は、財源および運営体制の課題である。2025年の社会実験は、国土交通省道路局の助成および自治体予算により実施されたが、4日間の実験で相当な費用を要しており、現状のままでは持続可能な体制とは言い難い。ウォーカビリティの高いまちを恒常的に実現していくためには、自律的に運営可能な財源確保の仕組みと、それを支える運営体制の構築が不可欠である。

(3) そぞろ歩きしやすい城崎温泉の実現に向けて

今後は、今回の社会実験で得られた結果を丁寧に整理し、さらに考察を深めていくことが第一歩となる。そぞろ歩きスコアなどの定量データと、アンケートやヒアリング、振り返りで得られた定性データの双方を

突き合わせながら、町民、旅館関係者、観光協会、自治体、学識経験者などが一体となって、将来のまちのありたき姿について議論を深めていく。

その上で、城崎温泉エリマネ構想のロードマップを参照しつつ、第二回、第三回の社会実験を計画していく。今回の振り返りでは、悪天候時のオペレーション、交通弱者への対応、経済効果の検証といった点も今後の課題として挙げられていたため、これらを次回以降の社会実験における検証項目として位置付け、段階的に検討を進めていく予定である。その際に留意すべき点として、社会実験の具体化が進むにつれて、「車両通行規制を行うこと」自体が目的化してしまうリスクがある。本来の目的は、町民の生活利便性を確保しつつ、来訪者がそぞろ歩きを楽しめるまちを実現することである。今後の取り組みに「何のために、どのようなまちを目指すのか」という上位の目的を見失わずに、多様な主体と共有しながら検討を進めていくことが求められる。

おわりに

本稿では、兵庫県豊岡市・城崎温泉を対象として、ウォーカビリティを高めるまちづくりの実践について論じてきた。扱ってきたのは特定の制度や道路整備の手法ではなく、ウォーカビリティという抽象的で扱いづらい概念を、地域の文脈に即して翻訳し、社会実験を通じて確かめ、次の計画や議論につなげていく一連のプロセスである。

ウォーカビリティをめぐる議論では、道路幅員や歩道整備といった空間環境に注目が集まりやすい。しかし本稿で示した城崎温泉の事例は、ウォーカビリティを「人がどのように歩いているか」という行動の側から捉え直す重要性を示している。歩行速度や立ち止まり、寄り道といった行動の現れ方、さらに、そこに安心感や気持ちのゆとりといった主観的な側面を含めて考えることで、ウォーカビリティは初めて地域の実感を伴った概念となる。そして、このような視点は、数値目標の設定や事業評価が求められる自治体実務においても、ウォーカビリティを説明可能な形で扱うための手段となる。

本研究では、その翻訳の軸としてそぞろ歩きという地域に根ざした言葉を用い、さらにそれを構成する行動特性へと分解することで、ウォーカビリティをデータとして捉える道筋を示した。そぞろ歩きを構成する指標を整理し、LiDARによる行動データから定量化したことで、「ウォーカビリティが高まったのか」という問いを検証可能な形で扱うことが可能となった。この点は、概念論にとどまりがちなウォーカビリティ議論に対する一つの方法論的示唆であると言える。

また、ウォーカビリティを高めるまちづくりは、道路空間の改善だけで完結するものではない。城崎温泉では、車両通行規制を中心的な価値として据えつつも、その実現のために臨時駐車場の設置や送迎バスの運行、歩行者空間における設えの工夫など、町全体の交通体系と運営の設計が一体的に検討された。さらに、勉強会や社会実験を通じて関係者との対話を重ねるプロセス自体が、将来像を共有し、変化を受け入れる土壌を育む役割を果たしている。

本稿で示した考え方は、城崎温泉に固有のものにとどまらない。城崎温泉と同様に複数の温泉宿を有する温泉街は国内に約70存在しており[※]、こうした温泉街をはじめ、観光と生活が重なり合う地域においても、本稿で示した考え方は応用可能であると考えられる。また、歩行者の行動データに主観評価を組み合わせることで、「グループでの歩きやすさ」や「居心地の良さ」といった新たな指標を構築することも考えられる。そぞろ歩きという視点からウォーカビリティを捉える本稿のアプローチが、各地での実践を考える際の一つの手がかりとなれば幸いである。

【謝辞】

本稿で紹介した「城崎温泉での安全・安心な『そぞろ歩き』の実現に向けた社会実験」は、北但大震災復興100年記念プロジェクト実行委員会、豊岡市、および城崎温泉交通社会実験実行委員会を中心とする関係各位の尽力により実施されたものである。これら先進的な取り組みの検討および実践の過程に関わる機会をいただいたことに、深く感謝申し上げる。また、LiDARを用いた歩行者調査の実施にあたっては、日立東大ラボより機材の提供を受け、東京大学出口研究室の皆様

には技術的な協力をいただいた。最後に、本社会実験の趣旨をご理解いただき、運営および調査にご協力くださった城崎温泉の住民および事業者の皆様に、心より御礼申し上げます。

【参考文献】

- i 豊岡観光イノベーション webサイト「2024年の豊岡市外国人観光客の状況」
<https://corp.toyooka-tourism.com/research/inbounddata/>(最終閲覧 2026年1月)
- ii 山陰海岸ジオパーク推進協議会 事務局webサイト
<https://sanin-geo.jp/geopark02/>(最終閲覧 2026年1月)
- iii 環境省webサイト「ラムサール条約と条約湿地」
https://www.env.go.jp/nature/ramsar/conv/RamsarSites_in_Japan.html(最終閲覧 2026年1月)

- iv 城崎温泉観光協会 公式サイト <https://kinosaki-spa.gr.jp/about/history/>(最終閲覧 2026年1月)
- v Yuki Igeta, Shino Miura, Atsushi Deguchi (2025), 「Development of an Evaluation Indicator for 'Sozo-ro-Aruki' Walkability in Japanese Hot Spring Resort Areas Using LiDAR-Based Pedestrian Behavior Data」, An international conference for scholars in the social sciences, built environments, art, design and the humanities (AMPS), Barcelona (Spain)
- vi 日本国語大辞典第二版
- vii 新英和大辞典第5版
- viii Oxford Learner's Dictionaries
- ix 津田夕梨子、峯苦俊之、十代田朗、津々見崇、「伝統的温泉街における景観への取り組みに関する研究」、都市計画論文集、2010、45.1巻、p.51-56.

海外調査レポート

台湾におけるセメント・生コンクリート市場の 需給動向、ならびに商流・物流の現況

～現地調査をふまえた日台比較～

台湾におけるセメント・生コンクリート市場の需給動向、ならびに商流・物流の現況

～現地調査をふまえた日台比較～

林 誠	一般財団法人経済調査会	土木第一部	共通資材調査室	専門室長
伊藤 正久	一般財団法人経済調査会	土木第一部	共通資材調査室	室長
鈴木 英	一般財団法人経済調査会	土木第一部	共通資材調査室	

はじめに

近年、わが国の建設資材の価格は上昇局面が続いている。公共事業の予算執行において材料コストが占める割合は大きく、価格動向の注目度が高い建設資材に、セメント・生コンクリート・鋼材がある。中でも、セメントや生コンクリートは、一般財団法人経済調査会（以下、当会）発行の月刊「積算資料」2025年11月号に掲載された価格推移（20年を100とした数値＜東京地区、当会10月調べ＞）がそれぞれ164.8、168.2と上昇幅は大きい。同じ主要資材のH形鋼の指数が137.8であることから、セメント・生コンクリートは、他の資材と比べ際立っている。

日本の生コンクリート市場は、中小企業協同組合法に基づき協同組合による価格統制が認められるなど特殊性が強く、近年の価格上昇がわが国特有の事象かを考察することは意義深い。

そこで本調査では、海外との比較を通して日本のセメント・生コンクリートの価格水準に関する知見を深めると同時に、日本市場の特性を理解することを目的とした。比較の対象としてわが国と同じ東アジアに位置する台湾を選定した。台湾は、経済規模が日本と同水準であることが、大きな理由として挙げられる。

本稿では、日台のセメント・生コンクリート事情を比較する前に、まず台湾の経済状況について俯瞰し、同製品市場を取り巻く環境を整理する。そのうえで、両資材の需要動向、ならびに商流・物流について、25年10月に実施した現地でのヒアリング調査をふまえた実態を報告する。また、台湾の流通実態との比較を通して、日本市場の特性を理解することを目的とした。

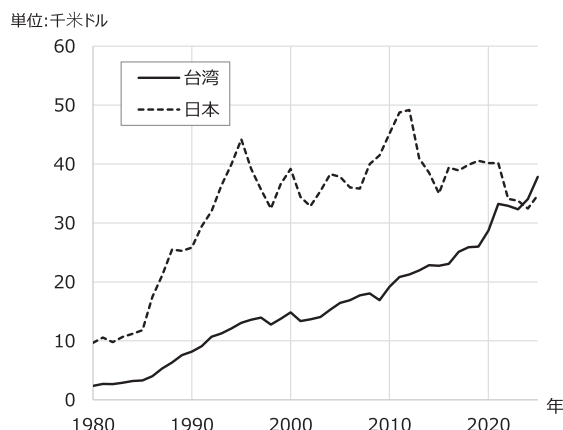
1 台湾の経済状況

(1) 最近の経済状況からみたセメント・生コンクリートの位置付け

2024年の台湾における実質国内総生産（GDP）の成長率は4.8%と、直近では日本の成長率を上回るなど、経済状況は堅調に推移している（図表1）。これは「TSMC（台湾積体回路製造）」に代表される半導体関連企業の業績が好調であることに加え、大陸に進出していた台湾企業の回帰が進んでいることなどが主な要因として考えられる。台湾経済をけん引する先端技術産業は、台湾の中心都市である台北市やサイエンスパークとされる新竹市など北部地区に集中している。台北とその周辺地区では、半導体関連工場や高層住宅の建設が進められ、高層ビルが立ち並ぶ。こうした事業が台北市周辺のセメント・生コンクリート需要を下支えしており、同地区での需要は底堅い。

台湾の面積は3万6,197 km²で日本の九州よりもやや小さい（図表2）。地形は南北に長く、全島面積の3

図表1 日本と台湾における1人当たりの名目GDPの推移



(注記) 2025年は予測値。
出典：国際通貨基金 (IMF)

分の2と言われる高山や林地は東側に位置しており、主要都市(台北市、新北市、桃園市、新竹市、台中市、台南市、高雄市など)はすべて台湾の中央山脈の西側にあることから、経済の東西格差が生じている。そのため、台湾当局は「六大区域発展計画」を打ち立て「台湾の均衡ある発展」を目指すべく、台北と東部地区の中心都市である花蓮を約3時間で結ぶことを可能にした、アジア最長(06年開通当時。全長12.9 km)の雪山トンネルを開通させるなど、インフラ整備による格差解消を図っている。前述のとおり、西側における経済発展は台北市や新北市などの北部がけん引しており、経済的・政治的・文化的な集中度は日本の東京以上である。近年では台北地区における不動産が高騰しており、「台北市に実家を持つ家庭は裕福」と言われている。

また台湾は、わが国と同様に少子高齢化の問題を抱えている。台湾内政部・国家発展委員会統計による

と、高齢化は日本の約2倍のスピードで進み、高齢化率は2050年に日本に追いついて、70年には46.5%にもなる(日本は38.7%と予想される)、とした推計がある(出生率は、24年は日本が1.15、台湾は0.89)。「コンクリート構造物や建築物のストックが量的に充足した段階においては、人口増加率の大小がコンクリートの新規需要の差異を決定する主要因である」(大内2011)^[1]と言われるなかでは、台湾全土において将来的にセメントや生コンクリートの需要が右肩上がりに移す、との予測は立てにくい。

まずは、セメントと生コンクリートを取り巻く現況について、主に需要面と価格面から説明したい。

(2) セメント市場を取り巻く状況

台湾におけるセメント需要は、1990年代から減少傾向が進み、2017年には過去最低水準の1,017万tとなった。10年代は1,000万～1,200万tで推移したのち増加しており、最近では1,300万～1,400万tで推移している(図表3)。将来的に大きな需要増は期待できないが、成熟した市場といえる。総需要をそれぞれの人口で除した値を「1人当たりのセメント消費量」として日本と台湾で比較すると、日本が約266 kg^[2]である

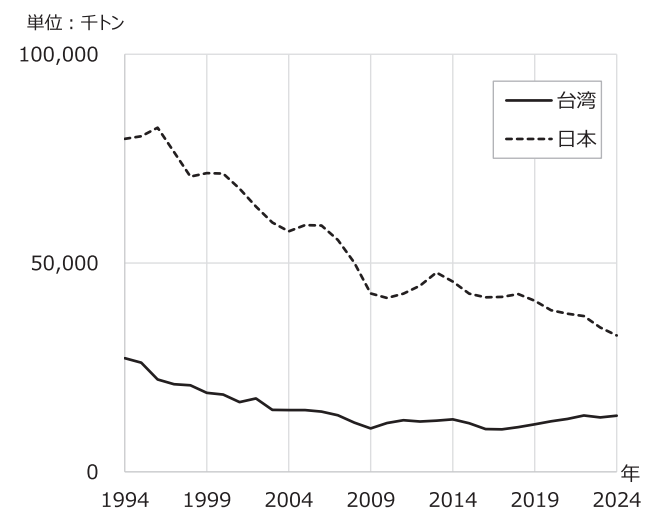
図表2 台湾地図



つなぐ白地図 白地図専門店 freemap.jp

(注記) 本文に明記した県・市の地名を記載。

図表3 1994年以降の日本と台湾におけるセメント消費量の推移

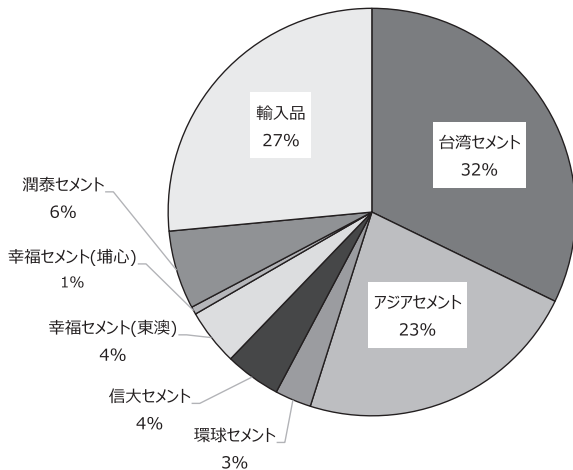


出典：台湾は台湾区水泥工業同業公會、日本は一般社団法人セメント協会「セメント需給実績」(官需・民需別セメント国内需要)

[1] 大内雅博(2011)、各都道府県の人口増減がコンクリート需要に及ぼす影響、土木学会論文集F4(建設マネジメント)67巻4号、p.I_339-I_348

[2] 総需要は、25年度の想定値(3,200万t)を採用。

図表4 台湾におけるセメント供給元のシェア (2024年)



出典：台湾区水泥工業同業公會

のに対し、台湾は574 kg^[3] (台湾区水泥工業同業公會調べ)となる。つまり、台湾における基礎需要は底堅く、セメント産業が根付いている状況がうかがえる。

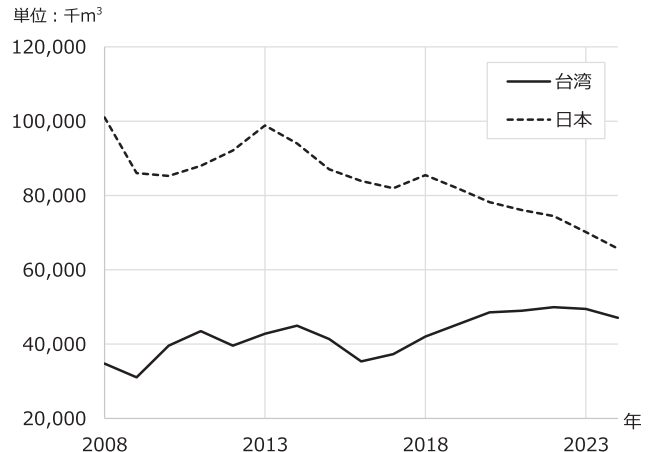
ほかにも台湾のセメント産業は、「台湾水泥」(以下、台湾セメント)と「亞洲水泥」(以下、アジアセメント)の2社で、台湾内のシェアの約55%を占めるという特徴がある。この他のメーカーの合計は18%、残り27%をベトナム・インドネシア・日本などからの輸入品が分け合っている(図表4)。

セメント代表規格の「普通ポルトランド」の価格は、アメリカドル換算でt当たり95ドル程度(約1万4,250円、台北市、25年10月時点)とされ、東京地区の掲載価格1万7,800円(「積算資料」25年11月号(10月調べ))と比較して安い。しかし、日本と同様にポスト・コロナの世界的な資源需要増、ウクライナ情勢に伴う石炭価格高騰を背景として21年より30%ほど、価格が上昇している。

(3) 生コンクリート市場を取り巻く状況

近年の台湾における生コンクリートの市場規模は、4,500万～5,000万m³である(図表5)。日本国内の生コンクリート出荷量は約6,570万m³で、この数量から1人当たりの生コンクリート消費量を算出して比較すると、日本が約532ℓ、台湾は2,000ℓに迫るボリューム

図表5 日本と台湾における生コンクリート消費量の推移



出典：台湾は經濟部統計處工業生産統計年報「2332-010預拌混凝土」、日本は全国生コンクリート協同組合・工業組合連合会「出荷実績データ」

ムで、日本の4倍近くもの生コンクリートが市場に流通している計算になる。台湾は、鉄筋コンクリート造の住宅が多い沖縄との類似を指摘されることが多いが、沖縄における1人当たりの生コンクリート消費量約968ℓと比べても、台湾の消費量は非常に多い。

台湾におけるベースサイズ280 kgf/cm²の台北市での価格水準は、1 m³当たり3,800台湾ドル程度(2万円弱・大手生コンクリート工場産の現場渡し価格)であった。類似のJIS品である27-18-20の「積算資料」掲載価格2万5,650円(東京17区・25年10月調べ)と比較すると、セメント同様に割安といえる。台湾の生コンクリートは、大手・中堅・中小といった会社のグレードによっても価格は3つに区分され、工場の品質管理・供給能力によって価格水準が大きく異なる。日本と異なり協同組合は存在せず自由競争であるため、買い手優位の状況が展開される傾向が強い。

近年は、生コンクリート価格も30%程度の上昇がみられているものの、競合要因があるなかで定まってきた市況価格であり、コストの転嫁が台湾の生コンクリート製造業者にとっての大きな課題となっている。

[3] 人口は、24年の数値(2,340万人)を使用。

2 台湾におけるセメントの特徴

(1) 流通するセメントの種類

前述のとおり、台湾のセメント市場では台湾産と輸入品が流通している。台湾産は、セメントメーカー所有の鉱山から採掘した石灰石と、主にオーストラリア・インドネシアから輸入した石炭を原材料として用いている。輸入品は、ベトナム・インドネシア・日本産が流通している。

台湾で流通しているセメントの95%は、OPC (Ordinary Portland Cement：普通ポルトランドセメント) である。高炉スラグセメント、フライアッシュセメントを使用する場合は、生コンクリート工場が高炉スラグやフライアッシュを混合するケースが多い。これらに用いる高炉スラグは輸入品、フライアッシュは台湾産である。

(2) 需給の動向

台湾には、同地域のセメントメーカー10社から構成される業界団体「台湾区水泥工業同業公會」(以下、協会)がある。

過去40年間における台湾のセメント消費量(協会調べ)は、1990年代にピーク(93年の2,797万tが最大)を迎えた後に減少し、2017年に1,017万tで底を打った。その後、上昇に転じたものの、ピーク時からの下落幅に対して上昇幅は小さく、長期的にみると減少の基調にあった。

全体需要は最近10年をみると1,000万～1,300万tを推移しているが、これは主にベトナム・インドネシア・日本からの輸入量の変動幅が大きく影響している。一方、台湾産はおおむね900万～1,000万tで推移している。

また、台湾内におけるセメント生産能力は年間1,600万t程度とみられており、現状では需要量に対して生産能力の方が大きく、製造工場の稼働率は低下

している。そのため、協会員10社は工場機能の一部縮小など、セメントの減産体制を敷き、現在、キルン^[4]を有してクリンカー^[5]を生産しているのは4工場のみである。その他の工場は、他社からクリンカーを仕入れセメントを生産したり、OEM^[6]で生産委託を行ったりする工場である。これらの工場は、いずれも台湾の東部(宜蘭県・花蓮県)に位置する。

(3) セメント供給元のシェア

2024年の台湾産セメントの生産量は1,042万220tであった。最大手の台湾セメントが469万3,678t(45.0%)、それに次ぐアジアセメントが320万6,188t(30.8%)であり、台湾産セメントにおいては上位2社で75%を占めている(協会調べ)。なお、同年の輸入量は350万tを超えており、台湾メーカー各社は域内産シェアの維持に苦慮していた。

主要メーカーの沿革をみると、台湾セメントは日本統治下の浅野セメント高雄工場に端を発し、1946年に国営化を経て54年に民営化された企業である。アジアセメントは57年に設立された。それぞれ2000年代以降はグローバル企業として海外進出をしており、中国大陆やヨーロッパなど世界各地でセメントの生産および供給をしている。

(4) 商流・物流

1) 特徴

前述のとおり、台湾のセメント産業は、大手メーカーの寡占が進んでいる。同時に、各メーカーは事業の多角化を進めており、例えば台湾セメントグループでは、セメントの製造・供給に加えて鉱業、海運、倉庫、生コンクリート工場、建設などセメントに関連した業種を中心に事業領域の拡張を推進している。このような展開により、セメント製造から最終製品である生コンクリートの供給、さらには関連する物流・建設事業を自社グループ企業が担うことで、サプライ

[4] キルン：焼成キルン、回転窯。

[5] クリンカー：セメントの原料の一種。石灰石と粘土、珪石、酸化鉄原料などが焼き固まったもの。

[6] OEM：Original Equipment Manufacturer。相手先ブランドによる生産。

チェーン全体の効率化を図っている。

商流および物流においては、日本と類似した形態で行われており、具体的には、商流は大半がメーカーから特約店経由で最終需要者に販売される。物流は、海上運送と陸上輸送(トラック)を組み合わせで行われる。これらの運搬は、セメントメーカーのグループ企業が有する海運会社やサービスステーション等を介して、最終需要者に安定供給されている。

2) 類似点と相違点

日台のセメントの商流と物流を比較すると類似する点が多い。

需要と商流の面では、日本での利用形態の多くは生コンクリートであり、一般には特約店経由で販売される。台湾においてもセメント流通量の85%程度が生コンクリート工場向けで、販売経路も特約店経由となっている。この点は日本と同様である。

物流面では、日台ともに海上運搬とサービスステーション、陸上運送を組み合わせ大量輸送・備蓄システムを構築しており、相違点はみられない。

一方、相違点としては、日台における環境の違いが挙げられる。例えば、供給体制の構築は、台湾は日本に比べてセメントの輸送距離が短いため、効率的な輸送が求められる。また、工場規模が日本の生コンクリート工場と比べて大きいことから、安定供給体制の維持が課題となる。

価格動向の面でも、日本では国産が多いのに対し、台湾は一定量の輸入品が流通しており、グローバル市場の影響を受けやすい。

3) まとめ

日本のセメントは、長期的な国内需要の減少という課題に直面しながら、各地にサービスステーションを設けて国土の隅々に至る供給体制を維持している。出荷の減少が進む地方でも、セメントの供給が途切れることのないよう、島しょ部を含め全国を網羅する高度な輸送システムが構築されている。また、商流は水平分業であり、生コンクリート会社や物流会社との協業により成立している側面が強い。

台湾のセメントも長期的には需要の減少に直面する

ものの、日本に比べて減少のスピードは緩やかである。足元では出荷量は増加基調にあり、生産から輸送・販売に至るまでグループ内で完結するといった垂直統合による効率的な商流・物流が構築されていることが有意に機能している。その一方で、一定量の輸入品が流通しており、メーカーは台湾内需要の確保を課題としている。

主たる出荷は、日台ともに生コンクリート向けであり、公共事業への依存度が大きいといった基本構造は共通しながらも、メーカーの寡占と多角化、国内の需要動向、物流システムに相違がみられる。これは、日台の経済状況、地理的特性、産業政策の違いによるものと考えられる。

3 台湾における生コンクリートの特徴

(1) 規格

台湾の生コンクリート規格は、日本のJISと類似している。具体的には、台湾のCNS規格(Chinese National Standards: 中華民国國家標準)「第03050章 混凝土基本材料及施工一般要求」の「2.1.1 混凝土材料規格」にて、28日強度80~420 kgf/cm²の範囲で複数の規格が定められている。そのなかで、業界関係者の間では28日強度280 kgf/cm²、最低セメント量360 kg/m³、スランプ5~21 cm、水セメント比0.45以下、骨材寸法4.75~25 mmを、標準規格として位置付けている。

また、「第03090章 預拌混凝土」の12.7では、工場からの運搬に要する時間は、日本と同様に1.5時間以内としている。

(2) 原材料

台湾の生コンクリート工場では、普通ポルトランドセメントの場合は、台湾産および輸入品が用いられる。原材料の骨材は、大半は台湾産の河川砂利で、生コンクリート製造企業のグループ会社が砂利採取業を営むケースもみられる。

台湾の東部地区では、標高3,000 mを超える峰で構

成される中央山脈から河口までの距離が20～30 km程度と短く、山地からの土砂供給量は極めて多い。しかし近年は、環境保護の観点から河川からの採取量が減少しており、不足分を補うため中国福建省産の骨材が海上運搬され、使用されるケースが一部みられる。

なお、セメントメーカーの鉱山で産出される石灰石が、コンクリート用骨材として使用されるケースはみられない。

(3) 需給環境

台湾における生コンクリートの需要は長期的にみて減少傾向にあるが、直近の年間需要量は4,500万～5,000万 m^3 程度で、2010年代後半から上向きに転じている。25年10月時点において生コンクリート工場は台湾全体で414あり、1工場当たりの出荷量は、日本に比べてはるかに多い。

生コンクリートのお荷量が多い理由としては、当地は台風の進路上に位置することから、昔から鉄筋コンクリート造が主流であることが要因のひとつとして考えられる。特に、都市部における主たる住居はマンションであり、地方部の一戸建て住宅もほとんどが鉄筋コンクリート造である。例えば、日本では若年層の住居は木造の小規模アパートが多いが、台湾ではそうした住宅は少なく、鉄筋造のシェアハウスに居住する傾向が強い。

日本の生コンクリート工場の数は、24年現在で約3,000に上り、その大多数を中小企業が経営している。工場の統廃合は進んでいるものの、それ以上に出荷量の落ち込みが大きくなっており、1工場当たりの平均出荷量は、24年は2万1,847 m^3 となっている。

一方、台湾の生コンクリート工場は、セメントメーカー系と生コンクリート専門業者を合わせた大手4社による経営が中心である。最大規模の生コンクリート製造企業は、台湾全土で20以上の工場を有し、CNS規格で定める1.5時間以内の供給に資するネットワークを敷いている。台湾では1工場当たりの出荷量が同年で10万 m^3 を超えるなど、工場の規模が日本の約5倍にもなっており、大手4社で台湾全体の需要に対して占める出荷量の割合は50%程度とみられる。日台の

大きな違いは、生コンクリートの企業は日本では地場産業として根付いた中小企業が中心であるのに対し、台湾はセメント同様に大企業が中心となり大きなシェアを持っている点である。

需要は、直近では好調な半導体産業に後押しされ、新竹市をはじめとした台湾北部の工業都市における半導体関連工場の建設事業や、台北中心部における高層オフィスビルの建設事業、都市再開発事業向けなどを中心に、増加傾向にある。また前述のとおり、当地では住居に高層マンションが多いことも、生コンクリートの需要をけん引する大きな要因となっている。台北郊外においても、物流ネットワークの充実と通勤圏拡大への対応として、交通の利便性を高めるインフラ整備の取り組みが進められている(図表6～9)。

こうした需要増がみられる地区は台湾の北部、西部

図表6 台北駅前で建設が進む高層オフィスビル



図表7 築年数の古い構造物が集まる台北市中心部



図表8 淡水河口における橋梁建設事業
(右が淡水地区、左が八里地区、左上が台北港)



図表9 工事が進む淡江大橋建設事業



であり、東部は災害復旧をはじめとした土木工事関係向けの出荷が中心となる。地域の産業集積の状況によって、生コンクリート需要の差が生じている。

(4) 生コンクリートの商流・物流

1) 商流

日本で最も多い商流は、中小企業協同組合法に基づき設立された、生コンクリート協同組合による「販売店方式」(生コン協組経由)である。そのほか、「生コン協同組合直販方式」(生コン協同組合が最終需要者から直接受注し、最終需要者に直接販売する)や工場が直接、工業者に販売する商流もあり、地区事情により多様な商慣習が形成されている。「販売店方式」や「生コン協同組合直販方式」は、シェアや施工場所に依りて出荷工場が決まるのが一般的となっている。

一方、台湾ではメーカー(工場)が工業者に直接

販売する商流が一般的であり、施工場所や工事案件ごとに個別交渉で取引価格が決定する。大手が製造した生コンクリートは、会社規模やその高い品質管理体制が「ブランド」として認知されており、需要者は、大手企業や継続的取引のある企業、大型プロジェクトへの出荷が中心となる。民間工事においては、施主から施工業者に調達先の生コンクリート工場を指名するケースが多い。

2) 物流

台湾では生コンクリートは、工場から施工場所までアジテータ車により運搬される。現在は法改正により日本と同水準の4 m³での積載となったが、以前は9 m³までの積載が可能であったため、現在でも大型車両をみることができる。二次元コードや衛星利用測位システム(GPS)管理による効率的な輸送への取り組みや、最近では環境への配慮から、電気自動車のアジテータ車を導入する例もみられる。

大手4社のうち1社は、台北市や新北市を中心とした北部地区に9工場を有し、アジテータ車を350台、常時保有して台湾最大の需要地区における生コンクリートの供給体制を構築している。1工場当たりの1日当たりの出荷量は1,200～1,500 m³と、アジテータ車1台当たりの稼働効率率は、日本よりも高いと考えられる。

日本では働き方改革に伴い、生コンクリート協同組合が土日や夜間出荷を控える動きが強まっている。台湾も同様の動きがあるものの、台北市内の工事や半導体工場などの大型プロジェクト工事用の出荷は、基本的に夜間である。

4 セメント・生コンクリートの価格に関する日台比較

(1) 比較にあたって採用した資料

ここまで、台湾の生コンクリートの需給環境、商流と物流に着目してその特徴について述べてきた。これらの知見をもとに価格の日台比較を試みることにした。比較の対象とする価格情報は、日本は月刊「積算資料」の価格推移、台湾は中華民国行政院主計總處が

中華民国統計資訊網^[7]にて公表している「營造工程物價指數」を採用した。

(2) セメント価格の推移

日台のセメントの価格の推移(2021年平均=100)は図表10のとおり。日本の指数は「積算資料」に掲載の「普通ポルトランドセメント(バラ)東京地区の月次単価を、年ごとに平均し算出した。台湾の数値は、「營造工程物價指數」の2003年から25年までの「水泥(セメント)」を使用した。

1) 日本の価格推移

日本(東京地区)のセメント価格は、2000年後半から10年代前半にかけて、建設需要のピークを過ぎたことと、長期化したデフレの影響により、軟調に推移した。10年代後半は、大規模災害復興需要や東京オリンピック・パラリンピック関連需要により一段高となったのちに、大きな価格変動はみられなかった。20年代に入ってエネルギー価格と原材料価格(特に石炭)の高騰を受け、メーカーは価格改定を進めた。加えて、セメント製造に不可欠な物流コスト(内航船運賃など)が上昇し、明確な上昇トレンドに転じた。

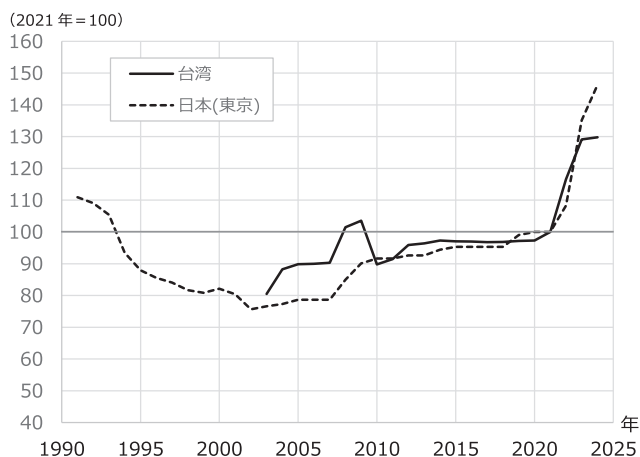
日台とも国際的な燃料高騰を受けて価格上昇が続いているが、日本は円安による輸入燃料コストの押し上げと物流の「2024年問題」という複合的な国内要因によって、台湾よりも強い価格上昇圧力に直面しているといえよう。

2) 台湾の価格推移

台湾のセメント市場の特徴として、大手メーカーの販売姿勢が反映されやすい寡占構造と、輸入品による国際市場との連動性が挙げられる。市況には、輸入品の動向が影響を与えていることが示唆される。

2003年からの価格の動きをみると、09年から10年度にかけて公共建設投資額が増加したタイミングで一度、天井を打った。10年から20年まではほぼ横ばいに推移し、その後大幅に上伸している(図表10)。11

図表10 日台におけるセメントの価格推移の比較



(注記1) 2025年は日台ともに1～10月を採用した。

(注記2) 2021年の平均を100とした指数。

出典：台湾は中華民国行政院主計總處「營造工程物價指數」の「一、營造工程-材料類(一)水泥及其製品類-1水泥」の価格データ、日本は一般財団法人経済調査会 月刊「積算資料」の「普通ポルトランドセメント(バラ)・東京」の月次データから年平均の値を算出

図表11 日台における公共建設投資の指数の比較



(注記) 2021年度の平均を100とした指数

出典：台湾は立法院「114年度中央政府總預算案整體評估報告」、日本は、国土交通省「建設投資見通し」令和7(2025)年度を基に当会作成

年には、中国大陸産の安価な輸入セメントが反ダンピング税を課されて市場から姿を消したものの、公共建設投資の減少に伴いセメント消費量は低迷。価格も20年まではほぼ横ばい推移していたが、その後は大幅に上伸している。また、25年度の台湾における公共投資額(6,483億台湾ドル)は、過去20年で最大規模となった(図表11)。

3) 類似点と相違点

日台のセメントを比較すると、出荷量は公共建設投

[7] <https://www.stat.gov.tw/>

資の影響を受けやすく、価格は原材料や燃料費の動向と需給の影響を受けているという点で類似している。とりわけ、2020年代に入って日台のセメント価格は急激な上昇を続けた。その背景として、前述以外の要因では、燃料・エネルギー価格の高騰が挙げられる。日台ともに石炭は輸入に依存していることから、ウクライナ情勢をはじめ、近年の国際的な需給のひっ迫により石炭価格が大幅に高騰したことが、コスト上昇の最大要因となり、セメント価格に大きな影響を与えていた。

また、日台ともに海上運搬費の高止まり、日本では内航船およびトラック運送費の上昇に直面した。そのほか、運転手をはじめとした建設業の担い手不足も共通する課題であり、コスト増の大きな一因となっている。

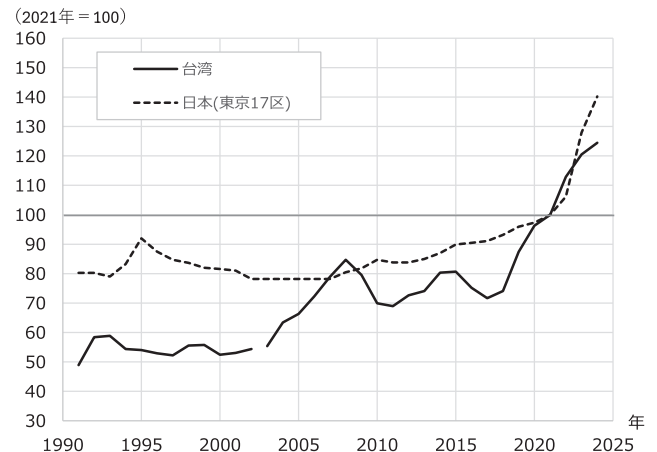
一方、日台のセメント価格の大きな相違点は、寡占状況と輸入品の有無にある。日本は、出荷量の減少が価格に影響を与えていると考えられる。また台湾は、一定量の輸入品が存在しているが、台湾産出荷量の動向が市況に対して大きく影響しているものとみられる。

日本(東京地区)と台湾の価格推移の傾向に、大きな違いはみられなかった。需要やコストが異なることから一律の比較は困難であるものの、セメントを取り巻く状況を鑑みると、日台のセメント事情は、相違点より類似点の方が多いと考えるのが妥当であろう。

(3) 生コンクリートの価格推移

以下に日台における生コンクリートの価格指数の推移を示す(図表12)。前章で示したセメントと同様に、台湾の数値は「營造工程物價指數」の2003年から25年までの「預拌混凝土(生コンクリート)」と、1991年から2002年までの「水泥及其製品類(セメントと生コンクリートを合わせたもの)」を採用した。日本の数値は「積算資料」の掲載価格から、生コンクリート21-18-20の東京17区における月次単価を年ごとに平均し、2021年を100とした換算値を採用した。

図表12 日台における生コンクリートの価格指数の比較



(注記) 2021年の平均を100とした指数

出典：台湾は中華民国行政院主計總處「營造工程物價指數」。2002年までは「一、營造工程-材料類(一)水泥及其製品類」、2003年以降は「一、營造工程-材料類(一)水泥及其製品類-2預拌混凝土」、日本は一般財団法人経済調査会「積算資料」の生コンクリート21-18-20・東京17区、の月次データから平均値を算出

1) 日本の価格推移

日本(東京17区)(以下、日本)の生コンクリート価格は、バブル崩壊後の1995年に上昇したものの、その後下落。2010年代前半にかけて、建設需要がピークを過ぎたことと、長期化したデフレの影響により価格は軟調に推移した。10年代後半以降は、大規模災害の復興・復旧需要や東京オリンピック・パラリンピック関連需要により一段高の後に高止まり、大きな変動はみられなかった。20年代に入ってセメント価格の上昇や運搬コストや人件費の見直しから、価格は大幅に上伸。セメントの価格推移とおおむね同じ傾向を示しており、生コンクリートの価格転嫁が進んだことがうかがえる。

2) 台湾の価格推移

台湾の生コンクリート価格は、2000年代前半まで指数は60台の低い水準で推移した。当時、輸入セメントの多くを安価な中国大陸産が占め、コストが抑制されていたことが影響していると考えられる。その後、00年代後半に一段上げとなり、変動をしながら10年代後半から上昇に転じた。

この間の変動をみると、09年にセメントの市況が一度ピークを迎え、それに先立って生コンクリート価格が上昇している。10年代に入りセメント価格は横

ばいで推移したものの、生コンクリート価格は変動がみられた。このとき、生コンクリートの需要変動があり、需要量に応じて市況に同意がみられたものと考えられる。

10年代後半から需要は上昇基調に転じた。それまで3,500万～4,000万 m^3 で推移していた年間需要が、4,500万 m^3 以上となるなど活況を呈し、セメント価格の上昇局面で生コンクリート価格も上伸している。

3) 類似点と相違点

日台の生コンクリート価格を比較すると、2010年代前半からおおむね同じ傾向で動いており、セメント価格の影響を大きく受けている点で、類似している。それぞれの動きに注目すると、10年代の日本の生コンクリートは緩やかな上昇で推移しているが、台湾は10年代前半に一度ピークを迎えた。

つぎに、近年の価格上昇局面に注目すると、日本では21年から22年にかけて急上昇している。一方の台湾は、18年から現在に至るまで、おおむね毎年同じ幅で上昇を続けている。

長期的には日台ともに上昇基調とした同じ動きがみられるが、台湾の生コンクリートは需給環境の変化による市況変動が、日本よりも顕著であるといえよう。この背景として、台湾には協同組合が存在せず、自由競争による市場が形成されていることが、影響していると考えられる。

またメーカー側も、大手企業が事業の一環として、グループ企業に砂利採取や港の運営にBOT^[8]方式を導入するなど、生コンクリート出荷に至るまでの一元管理によりコストの抑制を図っている。一貫通いに準じた事業展開によるメリットが大きい一方で、出荷量の減少によるリスクも大きい。

すなわち、需給環境の変動が市場における競争原理を招き、市況に影響を及ぼす点が台湾の特徴と考えられる。

おわりに

今回の現地調査をもとに、日台におけるセメント・生コンクリートの商流と物流の点からみた価格の動向を整理した。長期的な視点では、両資材ともに日台で同様の価格変動がみられ、類似点が多いことが確認できた。

セメントは、世界情勢により市況が変動する原材料の影響が大きく、生コンクリートはセメント市況に左右されやすいところが共通している。近年の価格上昇は、日台で同じ動きを示しており、とりわけ、原材料や燃料費の動向によるところが大きい。

生コンクリートは、台湾では短期的な需給環境の変化により価格が変動しやすいという相違点がある。そのほか、自由競争により市況が形成されていることに加えて、供給側のメーカーが大手企業であることも挙げられる。

日本は、台湾に比べて面積が広いことから、セメントのサービスステーションや生コンクリート工場は、出荷量にとらわれない配置となっているため、両資材の供給ロスが大きいという特徴がある。1工場当たりの生コンクリート出荷量が日台で大きく異なる点や、協同組合の存在などは、地域の特性に基づく両資材の需給環境や、業界の特性といえよう。

最後に、本稿が日本の市場特性に関する理解を深めるための一助となれば幸いである。

本稿の作成において、台湾現地や日本の多くの方に助言を賜った。記して謝意を表す。

[8] BOT (Build Operate Transfer) : 民間事業者が施設等を建設し、維持・管理及び運営し、事業終了後に公共施設等の管理者等に施設所有権を移転する事業方式。内閣府ホームページより引用 (https://www8.cao.go.jp/pfi/pfi_jouhou/tebiki/yougosyuu/yougo_11.html#az03)。

建設経済調査レポート

建設経済及び建設資材動向の概観 (2026年1月)

建設経済及び建設資材動向の概観 (2026年1月)

坂下 達也 一般財団法人経済調査会 経済調査研究所 研究成果普及部 部長

はじめに

本レポートにおいては、一般経済動向を政府等発表の資料で概観した上で、一般財団法人建設経済研究所と当会経済調査研究所の共同研究成果である「季刊建設経済予測」を用いて建設経済動向を紹介する。加えて、国土交通省の「主要建設資材需給・価格動向調査結果」を基に資材需給状況、当会の定期刊行物「月刊積算資料」の掲載価格を用いて直近の建設資材動向の特色を概説する。

1 一般経済及び建設経済動向

(1) 一般経済の足元の動き

内閣府の月例経済報告(2026年1月)による世界経済の動きは、まず米国では、不透明感はあるものの、景気は緩やかな拡大が続いている。次いでアジア地域においては、中国では、景気は緩やかに減速している。韓国では、景気は持ち直している。台湾では、景気は回復している。インドネシアでは、景気は緩やか

に回復している。タイでは、景気は持ち直しの兆しがみられる。インドでは、景気は拡大している。ヨーロッパ地域においては、ユーロ圏では、景気はこのところ持ち直しの動きがみられる。ドイツにおいては、景気は持ち直しの動きに足踏みがみられる。このように一部の地域において弱さがみられるものの、緩やかな持ち直しが続いている。ただし、米国の関税率引上げに伴う不透明感が続いている。

こうしたなか、日本経済においても、米国の通商政策による影響が自動車産業を中心にみられるものの、緩やかに回復している。個人消費は、持ち直しの動きがみられる。設備投資は、緩やかに持ち直している。住宅建設は、弱含んでいる。公共投資は、底堅く推移している。輸出は、おおむね横ばいとなっている。生産は、横ばいとなっている。企業収益は、米国の通商政策による影響が自動車産業を中心にみられる中で、改善に足踏みがみられる。企業の業況判断は、おおむね横ばいとなっている。雇用情勢は、改善の動きがみられる。国内企業物価は、緩やかに上昇している。消費者物価は、上昇している。

国内経済について、内閣府発表の2025年7～9月期

図表1 月例経済報告(政府)における基調判断

	2025年12月 月例	2026年1月 月例
個人消費	持ち直しの動きがみられる	→
設備投資	緩やかに持ち直している	→
住宅建設	弱含んでいる	→
公共投資	底堅く推移している	→
輸出	おおむね横ばいとなっている	→
輸入	おおむね横ばいとなっている	→
貿易・サービス収支	赤字となっている	おおむね均衡している
生産	横ばいとなっている	→
企業収益	米国の通商政策による影響が自動車産業を中心にみられる中で、改善に足踏みがみられる	→
業況判断	おおむね横ばいとなっている	→
倒産件数	増加がみられる	→
雇用情勢	改善の動きがみられる	→
国内企業物価	このところ緩やかに上昇している	緩やかに上昇している
消費者物価	上昇している	→

出典：内閣府「月例経済報告」

GDP速報(2次速報値)をみると、GDP成長率(実質) -0.6% (年率 -2.3%)となり、1次速報値から下方改定となった。実質GDP成長率(季節調整済前期比)に対する内外需別の寄与度を見ると、民間企業設備や政府最終消費支出等が下方改定したこと等により、国内需要(内需)の寄与度は -0.4% ptと1次速報値(-0.2% pt)から下方改定となった。一方、財貨・サービスの純輸出(外需)の寄与度については、 -0.2% ptと1次速報値と同じ寄与度となった。

足元の動きとして内閣府発表の2026年1月の月例経済報告をみてみると、総論として「景気は、米国の通商政策による影響が自動車産業を中心にみられるものの、緩やかに回復している。」としており、先行きについては、「雇用・所得環境の改善や各種政策の効果が緩やかな回復を支えることが期待される。ただし、今後の物価動向や米国の通商政策をめぐる動向などの景気を下押しするリスクに留意する必要がある。また、金融資本市場の変動等の影響に引き続き注意する必要がある。」としている。

同経済報告の各論の基調判断を12月と1月でみると(図表1)、全体的には据え置かれた項目が多くを占めるが、貿易・サービス収支が「赤字となっている」から「おおむね均衡している」となり、国内企業物価が「このところ緩やかに上昇している」から「緩やかに上昇している」となった。

次に、景気に関する街角の実感として内閣府「景気

ウォッチャー調査」(2026年1月)に目を向けると(図表2)、1月の現状判断DI(季節調整値)は、前月差0.1ポイント低下の47.6となった。

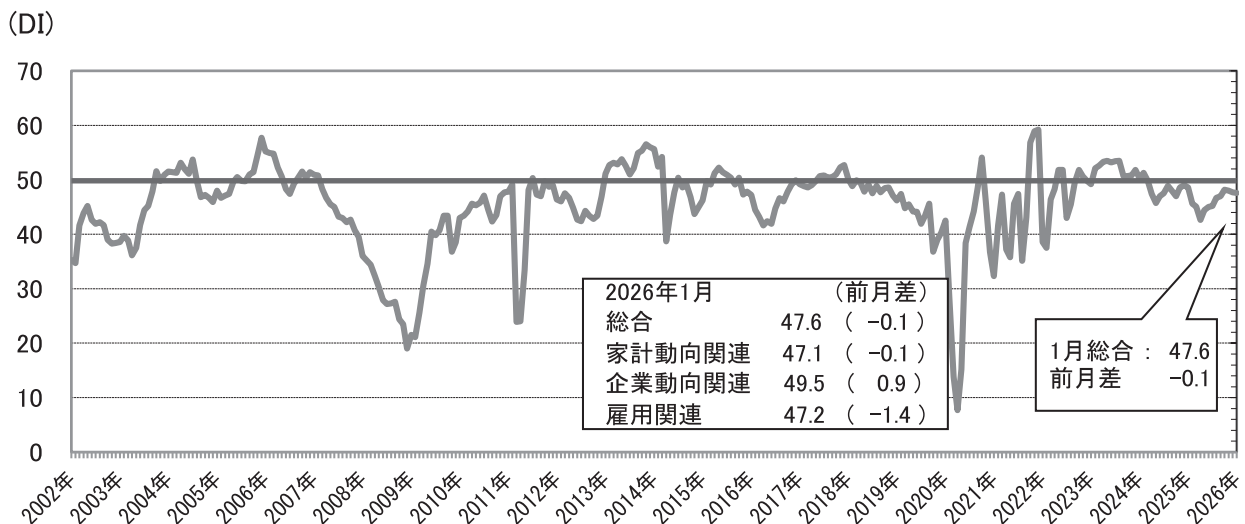
家計動向関連DIは、小売関連等が上昇したものの、サービス関連等が低下したことから低下した。企業動向関連DIは、非製造業等が上昇したことから上昇した。雇用関連DIについては、低下した。これらのことから、2026年1月調査の景気ウォッチャーの見方は、「景気は、天候要因の影響がみられるが、持ち直している。先行きについては、価格上昇の影響等を懸念しつつも、持ち直しが続くと思われる。」とまとめられている。

次に企業の業況判断指標として日本銀行による「全国企業短期経済観測調査」(以下、短観)の12月の結果をみると(図表3)、業況判断DI(全産業・全規模合計)は、前回(9月)調査から2ポイント改善し17、先行きについては前回(9月)調査から1ポイント改善し11であった。また、市場の関心が高い大企業・製造業の12月の実績については15となり、前回(9月)調査から1ポイント改善、先行きについては15となり、前回(9月)調査から3ポイント改善となった。

(2) 建設投資動向

一般財団法人建設経済研究所と当会経済調査研究所は、両機関の共同研究成果として「季刊建設経済予

図表2 景気の現状判断 DI (季節調整値)



出典：内閣府「景気ウォッチャー調査」

図表3 日銀短観 業況判断DI

（「良い」-「悪い」・%ポイント）

	全規模合計						大企業					
	2025年						2025年					
	6月調査		9月調査		12月調査		6月調査		9月調査		12月調査	
	最近	先行き	最近	先行き	最近	先行き	最近	先行き	最近	先行き	最近	先行き
製造業	7	4	7	5	11	8	13	12	14	12	15	15
非製造業	21	15	21	15	21	16	34	27	34	28	34	28
全産業	15	9	15	10	17	11	23	20	24	21	24	21

	中堅企業						中小企業					
	2025年						2025年					
	6月調査		9月調査		12月調査		6月調査		9月調査		12月調査	
	最近	先行き	最近	先行き	最近	先行き	最近	先行き	最近	先行き	最近	先行き
製造業	10	6	12	8	16	10	1	-2	1	-1	6	2
非製造業	25	17	24	18	25	18	15	9	14	10	15	10
全産業	19	12	19	14	22	15	10	5	9	15	12	7

(注記1) 対象は約9千社。

(注記2) 回答企業の収益を中心とした業況についての全般的な判断。

(注記3) 「1.良い」「2.さほど良くない」「3.悪い」の中から、「1.良い」の回答社数構成比から「3.悪い」の回答社数構成比を差し引いて算出。

(注記4) 先行きは、3カ月後の状況についての判断。

出典：日本銀行「全国企業短期経済観測調査」

測」を年4回（4・7・10・1月）発表している。2026年1月発表の同予測結果（国民経済計算2025年7～9月期GDP速報・2次速報に基づく）の中からマクロ経済及び建設投資の推移を以下に整理する。

①マクロ経済の推移

2025年度の景気は、自動車産業を中心に米国の通商政策の影響がみられるが、緩やかな回復をみせている。しかし、物価上昇の継続による消費者マインドの低迷が景気を下押しするリスクとなっている。

2026年度の景気は、雇用・所得環境の改善や各種政策の効果により緩やかに回復すると予測する。物価上昇の継続や金融資本市場の変動等の影響には注視する必要がある。

②建設投資の推移

2025年度及び2026年度の建設投資の見通し及び過去の推移を年度毎にみると、図表4及び図表5のとおりである。

<2025年度見通し>

2025年度の建設投資は、前年度比4.7%増の76兆6,800億円と予測する。その内訳となる政府分野投資、民間住宅投資、民間非住宅建設投資のそれぞれの特色は次のとおり。

●政府分野投資

国・地方ともに予算規模は前年度と同水準で、足元の出来高についても底堅く推移していることから、名目値ベースでは前年度比で増加、実質値ベースでは前年度と同水準と予測する。

●民間住宅投資

新設住宅着工戸数は省エネ基準適合義務化等に伴う前年度の駆け込み需要の反動により、前年度比で減少、投資額は実質値ベースでは前年度比で微減、名目値ベースでは物価上昇の影響により前年度比で微増と予測する。

●民間非住宅建設投資

企業の設備投資は緩やかに持ち直しており、着工床面積は前年度と同水準と予測する。投資額は、建築単価の上昇に加え、土木では足元の受注高が好調であることから、名目値ベース・実質値ベースともに前年度比で増加と予測する。

<2026年度見通し>

2026年度の建設投資は前年度比5.7%増の81兆700億円と予測する。ここでも政府分野投資、民間住宅投資、民間非住宅建設投資のそれぞれの特色を次に示す。

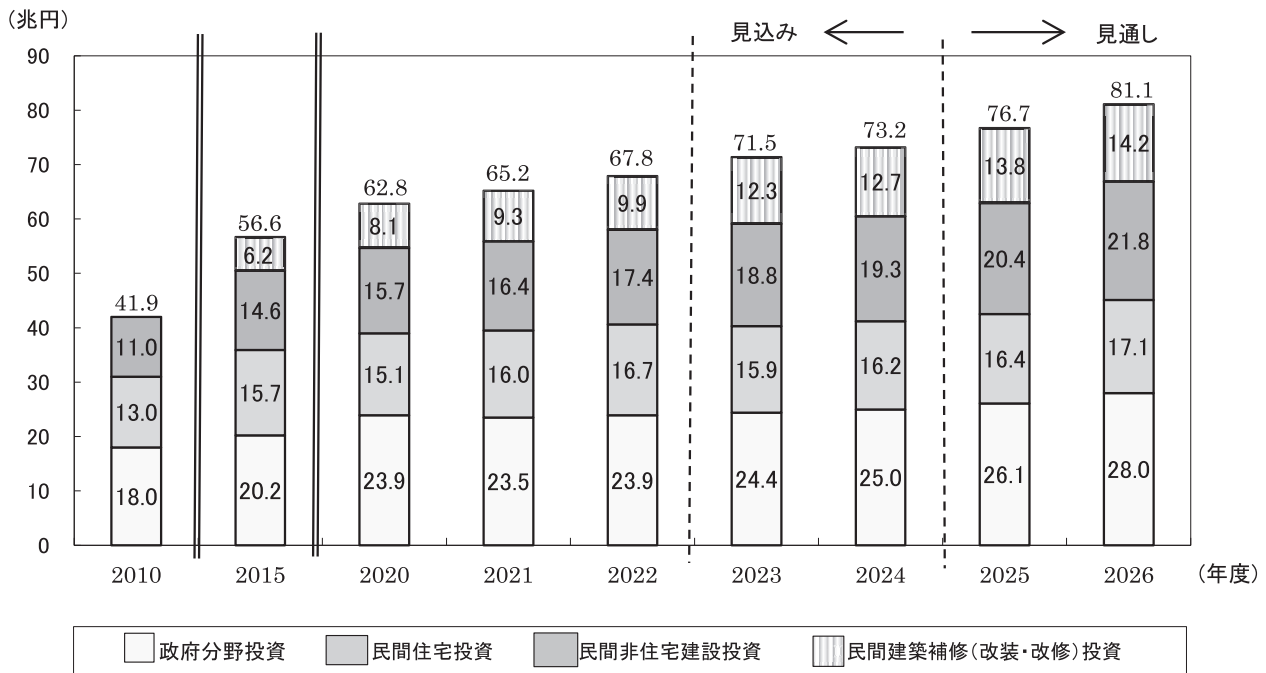
図表4 建設投資の推移 (年度)

(単位：億円、実質値：2015年基準)

年度	2010	2015	2020	2021	2022	2023 (見込み)	2024 (見込み)	2025 (見通し)	2026 (見通し)
名目建設投資 (対前年度伸び率)	419,282 -2.4%	566,468 19.3%	627,597 0.7%	651,659 3.8%	678,478 4.1%	714,700 5.3%	732,100 2.4%	766,800 4.7%	810,700 5.7%
政府分野投資 (対前年度伸び率)	179,820 0.3%	202,048 8.6%	238,559 6.1%	235,124 -1.4%	238,923 1.6%	244,100 2.2%	250,400 2.6%	261,000 4.2%	279,900 7.2%
民間住宅投資 (対前年度伸び率)	129,779 1.1%	156,910 5.5%	150,562 -7.7%	160,256 6.4%	167,205 4.3%	159,200 -4.8%	161,700 1.6%	163,600 1.2%	170,900 4.5%
民間非住宅建設投資 (対前年度伸び率)	109,683 -10.0%	145,510 3.9%	157,273 -7.7%	163,775 4.1%	173,697 6.1%	188,300 8.4%	192,700 2.3%	204,000 5.9%	217,700 6.7%
民間建築補修(改装・改修)投資 (対前年度伸び率)	— —	62,000 —	81,203 25.1%	92,504 13.9%	98,653 6.6%	123,100 24.8%	127,300 3.4%	138,200 8.6%	142,200 2.9%
実質建設投資 (対前年度伸び率)	448,943 -2.6%	566,468 19.0%	581,229 0.8%	575,557 -1.0%	563,924 -2.0%	578,521 2.6%	569,493 -1.6%	582,548 2.3%	603,460 3.6%

出典：表中の数値は、(一財)建設経済研究所・(一財)経済調査会 経済調査研究所「季刊建設経済予測」より

図表5 名目建設投資額の推移 (年度)



出典：グラフ中の数値は、(一財)建設経済研究所・(一財)経済調査会 経済調査研究所「季刊建設経済予測」より

●政府分野投資

国の直轄・補助事業の2026年度当初予算案及び2025年度補正予算における公共事業関係費が十分に確保されていることから、名目値ベース・実質値ベースともに前年度比で増加と予測する。

●民間住宅投資

新設住宅着工戸数は前年度の反動減からの回復により、前年度比で増加、投資額は高付加価値化等の傾向が継続し、名目値ベースでは前年度比で増加、実質値ベースでは前年度比で微増と予測する。

●民間非住宅建設投資

企業の設備投資に持ち直しの傾向が続くと考えられ、土木も引き続き堅調に推移する見込みであり、投資額は名目値ベース・実質値ベースともに前年度比で増加と予測する。

2 建設資材の需給動向

建設資材の需給状況については、国土交通省が毎月実施している「主要建設資材需給・価格動向調査」(通

称、「建設資材モニター調査」結果として発表されている。この調査は、全国47都道府県を対象地域として、それぞれ都道府県毎にモニターを選定し、現在及び将来(3カ月先)の価格・需給・在庫状況を調査している。対象品目は、セメントなど8資材13品目の主要な建設資材となっている。

2026年1月の調査による都道府県別の状況を集計した結果を図表6に示す。

<現在の需給動向>

- ・全ての対象品目において、「均衡」と回答した都道府県数(以下、「数」という)が最も多くなっている。
- ・「ひっ迫」と回答した品目は無く、「ややひっ迫」の回答は、骨材(碎石・再生碎石)、アスファルト合材(新材・再生材)、木材(製材)のみみられた。
- ・「緩和」の回答は無く、「やや緩和」の回答は、全ての品目でみられた。

<将来(3カ月先)の需給動向>

- ・全ての対象品目で、「均衡」と回答した数が最も多くなっている点は、現在の需給状況と同様である。
- ・「ひっ迫」の回答は無く、「ややひっ迫」は、生コン、

骨材(砂利・再生碎石)アスファルト合材(再生材)、木材(製材・合板)、のみみられた。

- ・「緩和」の回答は無く、「やや緩和」の回答は、異形棒鋼、木材、石油以外の全ての品目でみられた。

<現在の在庫状況>

- ・全ての対象品目で、「普通」とした回答が最も多くみられた。「一」を除く)
- ・「品不足」の回答は無く、「やや品不足」とする回答は、骨材、木材(合板)のみみられた。「一」を除く)
- ・「豊富」の回答は、骨材(再生碎石)、異形棒鋼のみみられた。

3 建設資材価格の動向

(1) 主要資材の価格動向

建設資材の価格動向は、当会発行の「月刊積算資料」で発表している実勢価格調査の結果を用いて考察することとする。

図表7は、主要建設資材25品目の直近7カ月間の東

図表6 需給動向及び在庫状況別、都道府県数(令和8年1月1~5日現在)

(都道府県数)

資材名称・規格	セメント	生コン	骨 材				アスファルト合材		異形棒鋼	H形鋼	木 材		石油	
	バラ物	21 N/mm ²	砂	砂 利	碎 石	再生 碎石	新 材 密粒度 アスコン	再生材 密粒度 アスコン	D16	'200×100	製 材	合 板	軽油 1,2号	
調査月現在の需給動向	1.0~1.5 (緩和)													
	1.5以上~2.5 (やや緩和)	(3) 3	(1) 3	(3) 3	(4) 4	(4) 3	(7) 8	(3) 6	(1) 1	2	(4) 3	1	2	2
	2.5以上~3.5 (均衡)	(42) 42	(44) 44	(41) 41	(37) 38	(41) 41	(38) 36	(43) 39	(45) 45	(46) 44	(37) 38	(38) 38	(41) 40	(46) 44
	3.5以上~4.5 (ややひっ迫)		(2)		(1)	1	(2) 3	1	(1) 1			(2) 1	(1)	
	4.5以上~5.0 (ひっ迫)													
調査月現在の在庫状況	1.0~1.5 (豊富)	— —	— —				6	— —	— —	1				— —
	1.5以上~2.5 (普通)	— —	— —	30	22	30	33	— —	— —	29	22	19	21	— —
	2.5以上~3.5 (やや品不足)	— —	— —	5	3	3	6	— —	— —				1	— —
	3.5以上~4.0 (品不足)	— —	— —					— —	— —					— —

(注記1) カッコ内の数字は将来(3カ月先)の需給動向の予想。

(注記2) 需給動向は「緩和」「やや緩和」「均衡」「ややひっ迫」「ひっ迫」から、在庫状況は「豊富」「普通」「やや品不足」「品不足」から選択。

(注記3) 回答者が2者以下の都道府県については、除外している。

出典：国土交通省「主要建設資材需給・価格動向調査結果」

京地区の価格推移である。1月価格を昨年7月価格と比較すると、25品目のうち11品目に動きがみられ、5品目の価格が上昇となった。上昇した品目としては、ヒューム管、鉄筋コンクリートU形、コンクリート型枠用合板、電線CVケーブル、鉄スクラップであった。一方で下落品目は、灯油、A重油、ガソリン、軽油、異形棒鋼、H形鋼であった。この主要25品目の中から、特に重要と思われる10品目について当会調査部門による2026年1月調査時点の東京地区の概況は以下のとおりとなる。

① H形鋼

価格は、200×100でt当たり10万5,000円どころと前月比変わらず。中小物件需要は最悪期を脱しつつあるものの、高層建築や首都圏再開発などの大型物件の稼働が少なく、足元の需給にタイト感は見られない。流通側は仕入価格上昇分の値上げ交渉を進めているものの、年末年始を挟むことが商談を停滞させており、相場の引き上げに時間を要している。

年末に円安が進んだことを受け、主原料相場はじり高で推移しており、メーカー各社の採算悪化が厳しさを増している。製販側は売り腰を引き締め、販価引き上げに注力する意向を示しているものの、需要者側は慎重な購買姿勢を崩しておらず、価格交渉は綱引き場面が続く見通しである。目先、横ばい推移の公算大。

② 異形棒鋼

価格は、SD295・D16でt当たり10万3,000円と前月比変わらず。需要低迷が長引き、荷動きは閑散とした状況が続いている。今後、首都圏の大型物件が控えているものの、年度内に盛り上がる気配は見られない。

主原料の鉄スクラップの高止まりや減産に伴う固定費負担増により、電炉メーカーの採算は悪化しており、早急に値上げを実現すべく売り腰を強めている。一方、需要者側は実需が乏しいことに加え、他地区と比較して価格帯が依然高水準にあることを理由に、値上げの受け入れには難色を示している。そのため、底値は是正されつつあるものの上値は重い。

流通側は、年明けより値上げ交渉を仕切り直して進展させる構えだが、実需が低迷する中で需要者側の購買姿勢が変わる可能性は低い。目先、横ばい。

③ セメント

価格は、普通ポルトランド・バラでt当たり1万7,800円どころと前月比変わらず。セメント協会まとめによる11月の東京地区セメント販売量は前年同月比12.7%減少し18万8,451tとなった。官需の長期的な低迷に加え、建設現場での人手不足や資材費高騰による工事計画の見直し、工程遅延等の影響から16カ月連続での前年割れとなっており、減少幅が拡大している。

メーカー側は、当面は現行価格を維持していく方針だが、需要低迷に底打ち感がないことや、カーボンニュートラル対策等の設備投資費用が見込まれることから、事業継続に向け収益安定化の取り組みを検討していく方針としている。先行き、横ばい。

④ 生コンクリート

価格は、21-18-20でm³当たり2万4,050円と前月比変わらず。東京地区生コン協同組合調べによる11月の出荷量は、前年同月比17.7%減少し18万1,352m³となった。人手不足や資材価格高騰に伴う建設計画の見直し・中止等を背景として出荷量は伸び悩んでいる。しかし、都心部の大型再開発事業向けを中心に、契約残は前年同月比19.6%増の約382万m³に積み上がっており需要は底堅い。

同協組は、骨材や混和剤等の原材料費に加え、輸送費や人件費も上昇基調にあることから、一年以上先となる2027年4月からの値上げをすでに表明している。値上げを早期に打ち出すことで、十分な期間を確保して需要者側に理解を求めていくとともに、当面は同協組の強い結束力のもと現行価格を維持していく見通し。先行き、横ばい。

⑤ アスファルト混合物

価格は、再生密粒度(13)でt当たり1万100円と前月比変わらず。東京アスファルト合材協会調べによる2025年4～11月の都内向け製造量は、108万8,879tで前年同月比0.5%増となった。東京地区では、自治体や空港向けの補修工事が発注されているが、低調な出荷が続いた前年度とほぼ同水準と需要面で盛況に欠けている。

今後、運搬車両の不足が想定される中で車両確保に向けた競争が厳しさを増しており、販売側はそうした

図表7 主要建設資材の価格推移(東京地区：直近7カ月)

価格：円(消費税抜き)

資材名	規格	単位	調査月(2025年7月～2026年1月)								
			7月調べ	8月	9月	10月	11月	12月	1月	半年前との対比 (7月対比)	
灯油	スタンド 18L缶	缶	2,034	2,034	2,034	2,052	2,016	2,016	2,016	18円	安
A重油	(一般) ローリー	KL	90,500	96,500	94,500	96,000	92,500	92,500	89,500	1,000円	安
ガソリン(石油諸税込)	レギュラー スタンド	L	154	154	154	156	155	147	140	14円	安
軽油(石油諸税込)	ローリー	KL	118,500	123,000	122,500	124,000	120,500	113,500	110,500	8,000円	安
異形棒鋼	SD295・D16	kg	104	103	103	103	103	103	103	1円	安
H形鋼(構造用細幅) (SS400)	200×100×5.5×8 mm	kg	109	109	108	105	105	105	105	4円	安
普通鋼板(厚板)	無規格 16～25 914×1829 mm	kg	132	132	132	132	132	132	132	0円	－
セメント	普通ポルトランド パラ	t	17,800	17,800	17,800	17,800	17,800	17,800	17,800	0円	－
コンクリート用砕石	20～5 mm(東京17区)	m ³	5,700	5,700	5,700	5,700	5,700	5,700	5,700	0円	－
コンクリート用砂	細目洗い(東京17区)	m ³	6,300	6,300	6,300	6,300	6,300	6,300	6,300	0円	－
再生クラッシュラン	40～0 mm(東京17区)	m ³	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	0円	－
生コンクリート	21-18-20(25) N(東京17区)	m ³	24,050	24,050	24,050	24,050	24,050	24,050	24,050	0円	－
再生加熱アスファルト 混合物	再生密粒度(13)(東京都区内)	t	10,100	10,100	10,100	10,100	10,100	10,100	10,100	0円	－
ストレートアスファルト	針入度60～80	t	95,000	98,000	100,000	101,000	98,000	98,000	95,000	0円	－
PHCパイプA種	350 mm×60 mm×10m	本	42,700	42,700	42,700	42,700	42,700	42,700	42,700	0円	－
ヒューム管	外圧管 B形1種 呼び径300 mm	本	12,500	13,700	13,700	13,700	13,700	13,700	13,700	1,200円	高
鉄筋コンクリートU形	300B 300×300×600 mm	個	1,920	2,220	2,220	2,220	2,220	2,220	2,220	300円	高
コンクリート積み ブロック(滑面)	250×400×350 mm	個	740	740	740	740	740	740	740	0円	－
杉正角材(KD)	3 m×10.5×10.5 cm 特1等	m ³	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	0円	－
米松平角材(KD)	4 m×10.5、12×15～24 cm 特1等	m ³	90,000	90,000	90,000	90,000	90,000	90,000	90,000	0円	－
コンクリート型枠用 合板	12×900×1800 mm 無塗装 ラワン	枚	1,760	1,760	1,760	1,760	1,760	1,770	1,770	10円	高
電線CVケーブル	600 Vビニル 3心38 mm ²	m	2,168	2,168	2,168	2,334	2,375	2,540	2,665	497円	高
鉄スクラップ	H2	t	31,000	30,500	30,000	30,500	33,000	33,500	33,500	2,500円	高
ガス管(炭素鋼鋼管)	白管ねじなし 25A SGP	本	3,100	3,100	3,100	3,100	3,100	3,100	3,100	0円	－
塩ビ管	一般管VP 50 mm	本	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	0円	－

出典：(一財)経済調査会「月刊積算資料」

コスト増を販価に転嫁させるべく、交渉を継続している。しかし、足元で大型物件が少なく交渉材料が乏しいため進展はみられない。先行き、横ばい推移の見通し。

⑥ コンクリート用砂

価格は、細目でm³当たり6,300円どころと前月比変わらず。主要な需要先である生コンの出荷が低調に推移していることから、コンクリート用骨材の荷動きもさえない状況にある。こうした中、販売側は産地における生産コストおよび輸送費の上昇を背景に、昨年4月以降の出荷分について大幅な値上げに取り組んだ。強い販売姿勢を受けて、需要者側が値上げの一部を容

認したことから上期中に500円上昇し、その後横ばいで推移している。

販売側はコスト上昇分を吸収しきれていないとして、強い売り腰を維持している。しかし、需要者側は、追加値上げの受け入れには抵抗感が強く、価格交渉は綱引き場面が続くとの見方が大勢となっている。先行き、横ばい。

⑦ ガス管

価格は、白管ねじなし25Aで本当たり3,100円と前月比変わらず。設備工事の着工遅れの影響から荷動きは鈍いが、流通側は現行価格維持の販売姿勢を継続した。メーカーがコストの上昇を背景に打ち出した2月

製造分からの値上げに対しても各社とも受け入れる姿勢をみせ、販価への転嫁に向け交渉準備を進めている。しかし、需要回復が依然不透明な中、需要者の強い反発が予想される。先行き、横ばい。

⑧ コンクリート型枠用合板

価格は、無塗装品ラワン12×900×1800mmで枚当たり1,770円と前月比変わらず。日本合板工業組合連合会による主要生産国であるマレーシアからの10月の合板輸入量は、約4万6,000m³で前年同月比14.2%増となった。円安進行により先物の調達コストが上昇する中、国内流通各社は、高値玉の入荷に備え、販価への転嫁を急いでいる。しかし、建設計画の延期等により足元の需要は精彩を欠いており、交渉は難航している。

産地では、原木不足を理由に強気の姿勢を崩しておらず、日本からのオファーが減少するも、価格の引き下げに応じる様子はみられない。国内流通各社は、調達コスト負担が増加する状況下、値上げ交渉を継続しているが、需要回復のめどが立たないことから、目先、横ばい推移の公算が大きい。

⑨ 軽油

価格は、KL当たり11万500円と前月比3,000円の続落。ウクライナとロシアの和平交渉進展への期待感から原油価格が下落したことを受け、末端市況は軟化した。OPECプラス有志8カ国の減産量は据え置かれる

ものの、依然供給過剰との見方が強く原油価格はじり安で推移していることから、先安観が広がっている。目先、弱含み。

⑩ 電線・ケーブル

価格は、CVケーブル600V 3心38mm²でm当たり2,665円と前月比4.9%の上伸。日本電線工業会の電線受注出荷速報による建設・電販向けの11月推定出荷量は、約2万4,100tで前年同月比約3.0%減となった。足元の荷動きは、稼働中の都心部再開発事業向けは堅調ながら中小物件は精彩を欠いている。

一方、国内電気銅建値は、1月初旬にt当たり211万円と前月初旬比23万円急騰しており、先月に引き続き史上最高値を更新し200万円の大台を超えた。販売側は銅価の上昇分とコスト未転嫁分を販価に転嫁すべく注力するも、高値を嫌う一部の需要者に注文を見送る動きもみられた。銅価が上昇を続ける中、需要者側の抵抗が予想されるものの、販売側は、引き続き売り腰を強めていく意向である。目先、強含み。

(2) 主要資材の都市別価格動向

図表8は主要25品目のうち、価格変動が頻繁に生じやすくさらに地域性の強い資材として3品目を抽出して主要10都市毎に過去2024年、25年と26年の各1月時点を比較したものである。

図表8 主要建設資材の都市別(主要10都市) 価格

価格：円(消費税抜き)

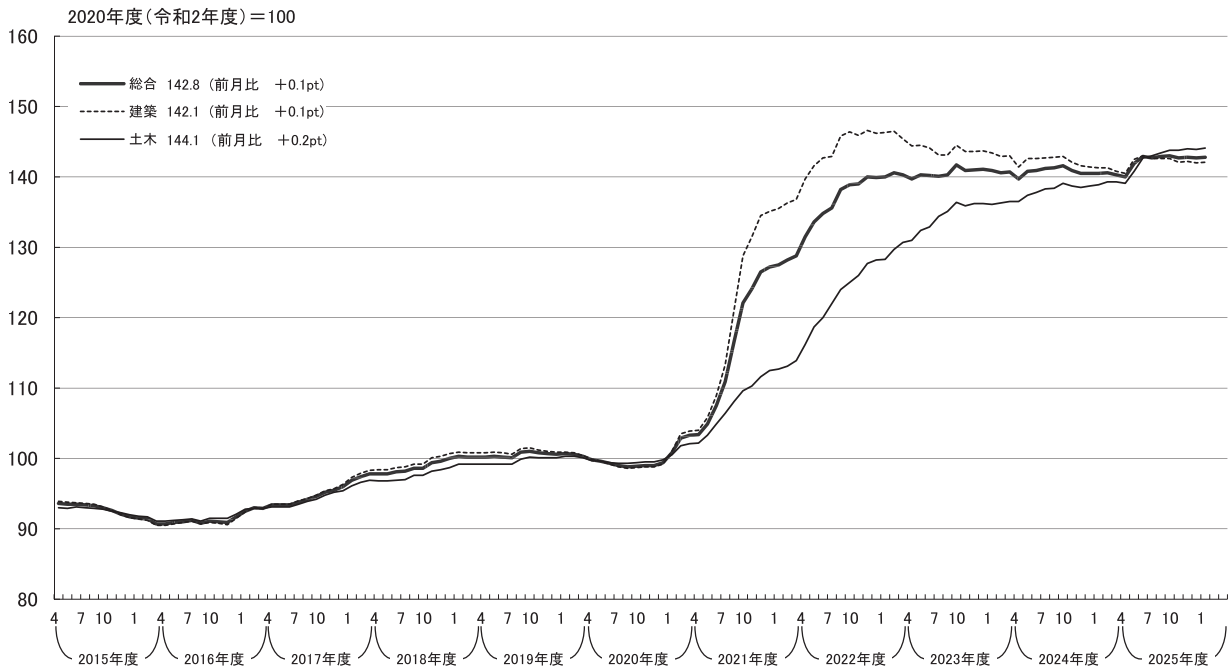
地区	資材名 規格	異形棒鋼			生コンクリート			再生加熱アスファルト混合物				
		SD295・D16			21-18-20(25)N(注記1参照)			再生密粒度(13)(注記2参照)				
		単位	2024年 1月調べ	2025年 1月調べ	2026年 1月調べ	単位	2024年 1月調べ	2025年 1月調べ	2026年 1月調べ	単位	2024年 1月調べ	2025年 1月調べ
札幌	kg	120.0	120.0	120.0	m ³	20,000	20,000	25,000	t	14,900	15,900	15,900
仙台	//	111.0	103.0	97.0	//	14,000	15,500	16,500	//	11,400	11,900	11,900
東京	//	114.0	107.0	103.0	//	19,900	20,900	24,050	//	9,500	10,100	10,100
新潟	//	115.0	109.0	105.0	//	15,000	16,000	18,500	//	11,900	12,400	12,900
名古屋	//	112.0	107.0	102.0	//	15,300	17,300	16,400	//	10,200	10,600	10,600
大阪	//	98.0	96.0	90.0	//	25,100	25,100	25,100	//	9,800	9,800	9,800
広島	//	96.0	94.0	92.0	//	20,450	20,450	24,450	//	11,200	11,200	11,200
高松	//	101.0	97.0	93.0	//	20,300	22,300	22,300	//	14,100	14,600	14,600
福岡	//	100.0	94.0	91.0	//	19,550	19,550	19,550	//	10,600	10,600	10,600
那覇	//	114.0	108.0	103.0	//	18,500	18,500	20,500	//	14,300	14,800	14,800

(注記1) 生コンクリートの東京は東京17区価格。

(注記2) アスファルト混合物の札幌は再生細粒度ギャップ13Fが対象。

出典：(一財)経済調査会「月刊積算資料」

図表9 積算資料 建設資材価格指数(全国) 2026年1月



鋼材製品は需給環境の厳しさから弱基調となっている。一方、生コンクリートについては、原材料相場の上昇から販売側は採算重視の姿勢を強めており、価格は上昇傾向、底堅い状況が続いている。

(3) 積算資料 建設資材価格指数

「積算資料 建設資材価格指数」は、主要資材の価格変動を指数化したものであり、毎月公表している。2020年度を100とした指数のグラフは図表9のとおりである。最新の指数は、建築・土木総合で142.8と前月比0.1ポイントのプラスとなった。建築・土木両指数もそろってプラスとなっており、2カ月ぶりに3指数全てが前月比プラスとなった。

おわりに

一般財団法人経済調査会では、令和7年12月12日に完全施行された改正建設業法や、新たな仕組みである「労務費に関する基準」(いわゆる標準労務費)の主要なポイントと実務対応を一元的に整理した「労務費に関する基準」特設サイトを、令和7年12月16日に開設しました。

本特設サイトでは、改正建設業法(令和7年12月施行分)に基づく「労務費に関する基準」に関する情報をワンストップで入手することが可能です。また、公表されている「労務費の基準値」をベースとして、個別の現場条件に対応した労務費を算出することが可能な、当会独自の「労務費計算ツール」を実装していますので、是非ご活用ください。

<https://roumuhi.zai-keicho.or.jp/>

自主研究

ソフトウェア規模計測のための 各種簡略化手法の精度評価

ソフトウェア規模計測のための 各種簡略化手法の精度評価

角田 雅照 奈良先端科学技術大学院大学／近畿大学
 松本 健一 奈良先端科学技術大学院大学
 押野 智樹 一般財団法人経済調査会 経済調査研究所 調査研究部 第二調査研究室
 大岩佐和子 一般財団法人経済調査会 経済調査研究所 調査研究部 第二調査研究室 室長

はじめに

システム化する業務の内容にあわせてオーダーメイド式に開発するカスタムソフトウェアの場合、全く同じ機能、同じ規模のソフトウェアは存在しない。そのため、開発費用の見積りでは過去の類似事例を参考にすることが多い。その際に必要となるのがソフトウェア規模である。類似事例を探す際には、開発するソフトウェアと類似事例のソフトウェア規模を同じ尺度で比較する必要がある。

ソフトウェア規模とは、システムが実現する機能量を指し、さまざまな機能が含まれるシステムほどソフトウェア規模が大きいと表現される。直感的には、ソフトウェア規模は建築物における高さや広さ(床面積)に該当する。ソフトウェア規模はシステム開発の費用の根拠資料となるものであり、またシステム開発に必要な作業時間(工数)を見積りするための基礎となる。そのため、ソフトウェア規模を正確に計測することが求められる。

建築物と異なり、ソフトウェアには物理的な実態が存在しないため、ソフトウェア規模を正確に計測することは容易ではない。ファンクションポイント法(以下、FP法)は、ユーザ視点の機能に基づいて、ソフトウェア規模を評価するために考案された方法であり、システム設計書から人手によりシステムの機能を特定し、特定の計測規則に従ってファンクションポイント(以下、FP)を算出する。FP法の代表的な手法として国際標準でもあるIFPUG法(International Function Point Users Group法)が挙げられる。

IFPUG法はソフトウェア規模を客観的・定量的に計測できる一方で、計測に時間が掛かるといった短所が存在する。この短所を解消するために、Simple FPをはじめとして、FPを簡易的に計測するためのさまざま

な手法が提案されている。文献^[1]ではそれらの計測手法の精度について、日本国外のシステム開発プロジェクトを用いて評価している。また我々は以前に、Simple FPとの精度評価を、日本国内の開発プロジェクトのデータを用いて行っている^[2]。本研究では従来取り組まれていない以下の項目について実施した。

- 日本国内の開発プロジェクトのデータを用いた、文献^[1]で取り上げられた手法の精度評価、およびそれらとSimple FPとの精度比較
- FP計測手法の誤差に影響する要因分析
- FPを簡易的に計測するための新たな方法の提案

1 ファンクションポイント計測方法

FP法には、IFPUG法の他にいくつかの手法が存在するが、日本国内で最も広く用いられている手法がIFPUG法である。また、工数見積りのための規模・生産性データはIFPUG法を基準としていることが一般的である。

よって、今回の分析はIFPUG法およびIFPUGをベースとした手法のみを対象とする。IFPUG法では大まかには以下の手順によりFPを計測する。

- 手順1** 機能の種類別に件数を数える
- 手順2** 一定のルールに従い、機能の種類別に複雑度(低、中、高)を決定する
- 手順3** 手順2の複雑度に基づいて手順1の各件数に重みを乗じ、その合計をFPとする

手順1では、機能の種類をILF(内部論理ファイル)、EIF(外部インタフェースファイル)、EI(外部入力)、EO(外部出力)、EQ(外部照会)に区別しそれぞれの件数をカウントしている。手順3では、例えばEIの複雑度が低の場合、重みは3となり、EI件数を3倍する。この計算を機能の種類別に行い、その合計をFPとす

る。

ただし、手順2の複雑度の決定にはかなりの時間を必要とする。そこで以下の計測手法では複雑度に基づく重みを定数とし(または簡易的に重みを決定し)、FPを計算している。各手法の計算式の数値は機能の種類ごとの点数である。

NESMA Indicative : ILFとEIFのみを用いてFPを算出する。データが第3正規形と呼ばれる形式で保存されているかどうかで重みを変える。第3正規形でない(文献^[1]に従いnot normalizedと呼ぶ)場合、ILF点数(35×件数)+ EIF点数(15×件数)によりFPを算出する。第3正規形(normalized)の場合、ILF点数(25×件数)+ EIF点数(10×件数)によりFPを算出する。※2つのFP要素で算出

NESMA estimated : ILFとEIFは複雑度を低、EI、EO、EQは複雑度を中、としてIFPUG法の重みを用いている。ILF点数(7×件数)+ EIF点数(5×件数)+ EI点数(4×件数)+ EO点数(5×件数)+ EQ点数(4×件数)によりFPを算出する。※5つのFP要素で算出

EQFP (The Early & Quick Function Points) : IFPUG法と異なる3種類の重みが定義されており、かつ短い作業時間で重みを決定できる。「Likely」の重み(文献^[1]で採用している)の場合、ILF点数(7.7×件数)+ EIF点数(5.4×件数)+ EI点数(4.2×件数)+ EO点数(5.2×件数)+ EQ点数(3.9×件数)によりFPを算出する。※5つのFP要素で算出

Tichenor : ILFのみを用いて、 $14.93 \times$ ILF件数によりFPを算出する。※1つのFP要素で算出

Simplified FP : ILF点数(10×件数)+ EIF点数(7×件数)+ EI点数(4×件数)+ EO点数(5×件数)+ EQ点数(4×件数)によりFPを算出する。※5つのFP要素で算出

ISBSG distribution : ILFのみを用いてFPを算出する。ISBSGデータにおいてILFのFP全体に占める割合は22.3%、ILFの平均重みは7.4であるという分析結果に基づき、 $33.1 \times$ ILF件数によりFPを算出する。※1つのFP要素で算出

ISBSG average weights : 海外で企業横断的に収集されたISBSGデータに基づいて平均的な重みを算出したものであり、ILF点数(7.4×件数)+ EIF点数(5.5×件数)+ EI点数(4.3×件数)+ EO点数(5.4×件数)+ EQ点数(3.8×件数)によりFPを算出する。※5つのFP要素で算出

Simple FP : ILFとEIFを区別せずLF(論理ファイル)件数として数え、EI、EO、EQについても区別せずEP(要素処理)件数として数える。LF点数(7×件数)+ EP点数(4.6×件数)として算出する。※2つのFP要素で算出

なお、文献[1]のNESMA法は、ISO/IEC 24570 : 2005 Software engineering—NESMAに基づいたものであるが、2018年に改正版が公表されており、本稿の手法名estimatedは、High levelに変更されている。ただし、基本的な内容に相違はないため本稿では文献[1]に沿った手法名を使用する。

2 分析に用いたデータおよび統計的手法

分析に用いたデータは、2001から24年度に経済調査会が実施した「ソフトウェア開発に関する調査」で収集されたものであり、日本の企業から横断的に収集された2,389件のプロジェクトが含まれる。ここからFP計測手法がIFPUG法またはIFPUG法ベースであり、かつ、FPが計測ルールに準拠しているとみなせるものを抽出した。例えばILFでは1件あたりの点数が7以上15以下となるFPをルールに準拠しているとみなした。

その結果、231件が分析対象となった。なおFP要素の2要素のみを用いるNESMA IndicativeについてはFPが0となるプロジェクト6件を分析から除外しており、1要素のみを用いるTichenorとISBSG distributionでは同様に10件を除外している。分析で用いた項目を以下に示す。

- FP要素 : ILF、EIF、EI、EO、EQ
- データファンクション件数 : ILF件数+EIF件数
- トランザクションファンクション件数 : EI件数+EO件数+EQ件数
- ILF率 : ILF点数 ÷ (ILF点数 + EIF点数 + EI点数 +

EO点数 + EQ点数)

- EIF率、EI率、EO率、EQ率：ILF率と同様に算出する。
- データファンクション率：データファンクション点数 ÷ (データファンクション点数 + トランザクションファンクション点数)
- トランザクションファンクション率：データファンクション率と同様に算出する。
- ILF重み：ILF点数 ÷ ILF件数。FP計測時のILFの重みは、ILF点数をILF件数で除算して求める。
- EIF重み、EI重み、EO重み、EQ重み：ILF重みと同様に算出する。
- 画面数、帳票数、ファイル数：システム仕様にそれぞれが含まれる数を指す。
- 開発種別：システムが「新規開発」か、既存システムの改造である「改良開発」かを示す。
- アーキテクチャ：システムに適用されているアーキテクチャを示す。クライアントサーバシステム、Web系システム、メインフレームシステム、その他に分類される。
- 業種：システム開発の対象とした業種を指す。建設業、製造業、電気・ガス・熱供給・水道業、情報通信業、流通業、金融業・保険業、サービス業、公務、その他の9種類が含まれる。

分析において用いた統計的な手法について、以下に用語を概説する。

誤差：IFPUG法に基づくFPを最終的に求めたい規模とみなし、各種計測手法に基づくFPとの差分を誤差とした。この差分について、IFPUG法に基づくFPと各種計測手法に基づくFPのうち小さいほうを大きいほうで除算し百分率で表したものを誤差とした。例えば、IFPUG法に基づくFPが10、ある計測手法に基づくFPが15の場合、前者のほう小さいため、差分5を10で除算した50%となる。

中央値：値を大きい順に並べた場合に、真ん中の順位となる値。平均値と比較して外れ値の影響を受けにくい。

標準偏差：データのばらつきを示す統計量。値が大きいほどばらつきが大きいことを示す。

変動係数：標準偏差を平均値で除した値。データのばらつきを表す。標準偏差は平均値が高いほど大きくなる傾向があるため、その影響を除外している。

相関係数：ある項目AとBとの関連の大きさを示す指標。絶対値が大きいほど関連が強いことを示す。値が正の場合、項目Bの値が大きくなれば項目Aの値も大きくなることを示し、負の場合、項目Bの値が大きくなれば項目Aの値は小さくなることを示す。分析では外れ値に影響されにくい順位相関係数を用いた。順位相関係数は、各数値を大きさの順に順位で置き換えてから相関係数を算出する方法である。相関係数は-1から1の値を取るが、本研究では絶対値が0.2以上の関連に着目する。

相関比：相関係数と同様にある項目AとBとの関連の大きさを示す。相関係数は両方の項目が数値である場合に適用し、相関比は一方の項目がカテゴリを示す場合(業種など)に適用する。相関比は0から1の値を取るが、本研究では0.1以上の関連に着目する。

p値：分析結果が偶然であるとは考えにくいことを示す指標。一般に5%を下回る場合、結果が信頼できるといえる。

重回帰分析：推定対象の項目A(目的変数)が、複数の項目B、C、D…(説明変数)によりどの程度決定しているかを確かめるために用いる。言い換えると、項目B、C、D…により項目Aが推定可能かどうかを確かめるために用いる。

変数選択：重回帰分析の適用時に、目的変数と関連の弱い説明変数を除外する方法である。なお、重回帰分析では相互に関連の強い説明変数が含まれる場合、多重共線性が発生する。多重共線性が発生すると、偏回帰係数の正負が不正確になり、重回帰分析の結果を正しく評価できなくなる。

標準化偏回帰係数：目的変数と各説明変数との関連の大きさを示す指標。値が大きいほど関連が強いことを示す。説明変数は計測の単位がそれぞれ異なるため、偏回帰係数から単位の影響を除外

したものが標準化偏回帰係数である。

3 簡易計測法による計測精度

3.1 各手法の計測誤差比較

本節では分析で用いたデータにおける、簡易計測手法の誤差を比較した。各計測手法の誤差を図表1に示す。FP要素(ILF、EIF、EI、EO、EQ)すべてを用いる計測手法(NESMA estimated、EQFP、Simplified FP、ISBSG avg. wgt.)では、EQFPの誤差中央値が最も小さく7.3%であり、Simplified FPの中央値が最も大きく11.6%であった。誤差平均値についてはISBSG avg. wgt.が最も小さく9.5%、Simplified FPが最も大きく13.0%となっていた。これら4つの方法の標準偏差は10%以下であった。FPの要素を2種類のみに分類しているSimple FPの誤差中央値は8.4%、平均値は11.4%であり、どちらもSimplified FPよりも小さかった。Simplified FP以外では誤差中央値は8.5%未満、75パーセンタイルでも17%未満であり、おおむね高い精度であるといえる。Simple FPとNESMA estimated、ISBSG avg. wgt.とEQFPの差は非常に小さく、Simple FPではFPの要素を2種類にしか区別しないことを考えると、Simple FPの有用性は高いといえる。

ILF件数しか用いないISBSG distributionとTichenorの2つの手法の誤差は大きく、特に後者の誤差は中央値で87.9%と大きくなっていた。ILF件数とEIF件数を用いるNESMA Indicative(norm.、not norm.)と比較すると、ISBSG distributionの誤差のほうが大きかったが、誤差中央値はそれぞれ42.0%、74.5%であり、

30%以上の差が見られた。ISBSG distributionの誤差の75パーセンタイルは約100%であり、ILF件数しか用いないことを考慮すると低い精度ではないといえる。

本節のまとめ

- NESMA estimated、EQFP、ISBSG avg. wgt.、Simple FPの計測精度は同程度であり、誤差中央値は8.5%未満、75パーセンタイルは17%未満であった。
- Simple FPの精度は、FP要素すべてを用いる最高精度の計測手法と同程度であり、FPの要素を5種類に区別していないことを考慮すると有用性が高いといえる。
- ISBSG distributionは、ILF件数しか用いていないことを考慮すると、低い精度ではないといえる。

3.2 FP各要素の件数比率と計測誤差の関連

FPの要素によっては複雑度評価のばらつき(分散)が小さい可能性があり、そのような要素の件数が多い場合、計測手法の誤差に影響する可能性がある(評価対象の計測手法は複雑度を定数として扱うため、誤差が小さくなる可能性がある)。例えば、ILF率が90%であり、ILFの複雑度評価のばらつきが小さければ誤差が小さくなる可能性がある。既存計測法の誤差が、どのような場合に大きくなるかを把握しやすくすることを目的として、FP各要素の件数比率と計測誤差との関連を、相関係数を用いて分析した。例えば、ILF率とある計測手法の誤差が負の相関の場合、ILF率が高い場合はその方法の誤差が小さくなると推測できる。

FP各要素と計測誤差との相関係数を図表2に示す。

図表1 既存計測法の誤差

	NESMA Indicative (norm.)	NESMA Indicative (not norm.)	NESMA estimated	EQFP	Tichenor	Simplified FP	ISBSG distribution	ISBSG avg. wgt.	Simple FP
件数	225	225	231	231	221	231	221	231	231
平均値	68.7%	85.3%	11.1%	9.6%	183.0%	13.0%	92.3%	9.5%	11.4%
標準偏差	95.7%	73.5%	9.8%	8.3%	467.3%	9.9%	200.5%	8.4%	10.3%
最小値	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
25パーセンタイル	21.7%	30.3%	3.3%	3.4%	28.0%	4.9%	20.9%	3.2%	3.8%
中央値	42.0%	74.5%	8.1%	7.3%	87.9%	11.6%	56.2%	7.5%	8.4%
75パーセンタイル	79.3%	118.6%	16.8%	13.7%	183.9%	19.3%	100.4%	13.4%	16.1%
最大値	928.0%	634.3%	46.0%	44.7%	5,476.0%	44.4%	2,408.8%	45.5%	54.8%

図表2 FP各要素の件数比率と計測誤差との関連

		ILF率	EIF率	EI率	EO率	EQ率	DF率
NESMA Indicative (norm.)	相関係数	-0.03	-0.23	0.02	-0.13	0.01	-0.10
	p値	70.2%	0.1%	75.7%	5.4%	93.0%	12.2%
	件数	225	225	225	225	225	225
NESMA Indicative (not norm.)	相関係数	0.52	0.05	-0.14	-0.26	-0.21	0.54
	p値	0.0%	47.4%	3.2%	0.0%	0.2%	0.0%
	件数	225	225	225	225	225	225
NESMA estimated	相関係数	-0.09	-0.11	0.06	0.19	-0.17	-0.11
	p値	16.7%	10.5%	40.0%	0.5%	1.0%	9.6%
	件数	231	231	231	231	231	231
EQFP	相関係数	-0.10	-0.17	0.08	0.12	-0.13	-0.12
	p値	14.6%	0.8%	22.5%	6.0%	5.0%	6.3%
	件数	231	231	231	231	231	231
Tichenor	相関係数	-0.96	0.08	0.03	0.24	0.24	-0.71
	p値	0.0%	22.6%	68.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	件数	221	221	221	221	221	221
Simplified FP	相関係数	0.17	-0.08	0.08	-0.18	-0.03	0.14
	p値	1.0%	22.9%	25.4%	0.6%	63.3%	3.1%
	件数	231	231	231	231	231	231
ISBSG distribution	相関係数	0.26	-0.17	-0.03	-0.12	-0.11	0.19
	p値	0.0%	1.1%	64.3%	6.4%	9.0%	0.4%
	件数	221	221	221	221	221	221
ISBSG avg. wgt.	相関係数	-0.12	-0.19	0.08	0.15	-0.13	-0.15
	p値	7.9%	0.4%	22.9%	2.7%	5.4%	1.9%
	件数	231	231	231	231	231	231
Simple FP	相関係数	-0.13	-0.22	0.01	0.25	-0.13	-0.21
	p値	4.8%	0.1%	90.7%	0.0%	4.9%	0.1%
	件数	231	231	231	231	231	231

トランザクションファンクション率(以下、TF率)は1-データファンクション率(以下、DF率)であるため、相関係数はDF率の係数の正負を逆にしたものとなる(例えばDF率の相関係数が0.54の場合、TF率では-0.54となる)。よって表では省略する。

FPの5要素すべてを用いる計測手法の場合、誤差と件数比率との相関係数の絶対値は0.2を下回っていた。ただしEO率については比較的相関係数が大きかった。例えばNESMA estimatedでは0.19、Simplified FPでは-0.18となっていた。既存計測法においてはEO件数の多寡がわずかながら計測精度に影響している可能性がある。Simple FPではDF率と誤差との相関係数が-0.21であり、DF率は計測精度に大きくは影響していないといえる。

ILF件数のみを用いるTichenorでは、ILF率と誤差との相関係数が-0.96と非常に大きくなっていた。すなわちILF率が高まるほど、誤差が小さくなる傾向があるといえる。DF率の相関係数が-0.71と大きい理由は、

ILF率と誤差との関連がDF率に含まれるためであると考えられる。NESMA Indicative (not norm.)もILF率と誤差との相関係数が0.52となっており、関連が比較的強かった。一方でTichenorと同様にILF件数のみを用いるISBSG distributionでは、誤差とILF率との相関係数が0.26であり、関連が強いとはいえない。NESMA Indicative (norm.)も誤差と件数比率との関連が弱かった。すなわち、用いるFP要素が少ないほど件数比率との関連が強まる、とは必ずしもいえない。

本節のまとめ

- FPの5要素すべてを用いる計測手法の場合、誤差とFP各要素の件数比率との関連は大きくなかった。
- FPの一部要素のみを用いるTichenorとNESMA Indicative (not norm.)については、誤差とILF率との関連が強かった。

3.3 業種と計測誤差との関係

簡易計測手法では複雑度(重み)を定数としてファンクションポイントを算出するが、計測手法により定数(前提としている複雑度)が異なる。よってその定数が計測対象のプロジェクトと近ければ計測誤差が小さくなる。ただし業種によって複雑度の平均(傾向)が異なる可能性があり、それに近い複雑度を前提としている計測手法では誤差が小さくなる可能性がある。例えばNESMA estimatedではILF件数を7倍、ISBSG avg. wgt.では7.4倍にしているが、ファンクションポイントがILF件数の7.4倍に近いプロジェクトが多い業種では後者の精度が高くなると考えられる。そこで業種別の計測誤差を算出するとともに、相関比により業種と計測誤差との関連を確かめた。

3.5節と同様に、業種で層別し各計測手法の誤差平均値などを算出した。結果を図表3に示す。結果を見やすくするために、各業種での誤差中央値の順位についても合わせて示す。例えば、順位が1となっている計測手法は、対象の業種で最も誤差が小さかったことを示す。業種により最も精度の低い計測手法が異なっていた。データ件数が10以上の業種に着目すると、例えば製造業ではEQFPの誤差中央値が最も小さく、サービス業ではISBSG avg. wgt.の中央値が最も小さかった。また、業種により計測手法間の誤差の差異が異なった。計測精度の高いNESMA estimated、EQFP、ISBSG avg. wgt.、Simple FPについて、4つの手法間の中央値の差異は金融業・保険業で最も小さく1.1% (最大がNESMA estimatedの6.7%、最小がEQFPの5.6%)であった。差異が最も大きかった業種は流通業であり6.8% (最大がSimple FPの12.9%、最小がEQFPの6.1%)であった。

ILF件数のみを用いるISBSG distributionについてデータ件数の多い業種に着目すると、電気・ガス・熱供給・水道業で誤差中央値が39.1%未満となっており、NESMA Indicative(norm.)との差は3%未満となっていた。

相関比については、各手法とも0.15以上あり、業種と計測誤差には一定の関連が見られるといえる。

本節のまとめ

- 精度の高い4つの計測手法に関して、業種により計測誤差が最小となる方法が異なっていた。
- FP要素の一部のみを用いる計測手法については、一部の業種において誤差が改善された。

3.4 アーキテクチャと計測誤差との関連

アーキテクチャについても業種と同様に複雑度(重み)の平均(傾向)が異なる可能性があり、それに近い複雑度を前提としている計測手法では誤差が小さくなる可能性がある。そこでアーキテクチャ別の計測誤差を算出し、相関比によりアーキテクチャと計測誤差との関連を確かめた。

アーキテクチャ別の各計測手法の誤差平均値などを図表4に示す。計測精度の高いNESMA estimated、EQFP、ISBSG avg. wgt.、Simple FPの4つの方法に関して、クライアントサーバシステムではEQFPの誤差中央値が最も小さく6.1%、Simple FPが最も大きく9.5%であった。Web系システムではISBSG avg. wgt.の誤差中央値が最も小さく6.8%、NESMA estimatedが最も大きく8.3%であった。これら4つの手法に関しては、クライアントサーバシステムとWeb系システムで大きな差はなかった。メインフレームシステムでは全体に誤差が大きかったが、データ件数が14件と少なく、結果は参考程度にとどめるべきである。

FPの一部要素のみを用いるNESMA Indicative(not norm.)とISBSG distributionについてはクライアントサーバシステムと比較してWeb系システムでは計測誤差が小さくなっており、NESMA Indicative(not norm.)の誤差中央値は63.8%、ISBSG distributionは47.1%であった。

相関比は5つの計測手法で0.3を超えていたが、計測精度の高い4つの手法に関してはメインフレームシステムのデータが影響している可能性がある。

本節のまとめ

- 精度の高い4つの計測手法に関して、アーキテクチャにより計測誤差が最小となる手法が異なっていた。ただし計測手法間で誤差の差異は小さかった。

図表3 業種と計測誤差との関連

		NESMA Indicative (norm.)	NESMA Indicative (not norm.)	NESMA estimated	EQFP	Tichenor	Simplified FP	ISBSG distribution	ISBSG avg. wgt.	Simple FP
建設業	度数	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	平均値	30.2%	35.5%	8.1%	6.6%	98.6%	9.1%	26.9%	7.1%	8.6%
	中央値	26.2%	22.6%	7.9%	3.1%	107.6%	7.3%	12.6%	3.4%	8.5%
	標準偏差	17.7%	37.0%	0.8%	6.4%	56.7%	6.2%	29.7%	7.5%	1.8%
	中央値順位	8	7	4	1	9	3	6	2	5
製造業	度数	58	58	61	61	56	61	56	61	61
	平均値	64.6%	93.3%	12.0%	9.8%	123.7%	13.8%	72.1%	9.8%	12.0%
	中央値	38.4%	85.7%	8.5%	7.2%	71.1%	13.4%	54.6%	7.3%	8.6%
	標準偏差	123.1%	89.0%	10.8%	9.6%	227.3%	10.2%	93.7%	9.5%	12.1%
	中央値順位	6	9	3	1	8	5	7	2	4
電気・ガス・ 熱供給・水道業	度数	22	22	23	23	22	23	22	23	23
	平均値	44.1%	69.3%	10.6%	9.3%	92.6%	13.0%	56.9%	9.2%	12.2%
	中央値	36.7%	45.1%	5.8%	8.4%	83.2%	10.4%	39.1%	8.1%	10.9%
	標準偏差	39.0%	59.3%	9.1%	7.0%	72.6%	9.3%	53.4%	6.3%	10.1%
	中央値順位	6	8	1	3	9	4	7	2	5
情報通信業	度数	7	7	7	7	7	7	7	7	7
	平均値	61.8%	99.0%	5.2%	7.1%	129.4%	15.2%	92.2%	6.4%	6.4%
	中央値	40.8%	87.9%	3.2%	6.7%	72.5%	15.9%	69.1%	4.9%	7.4%
	標準偏差	47.2%	69.4%	7.6%	5.2%	189.0%	10.8%	82.4%	5.1%	3.2%
	中央値順位	6	9	1	3	8	5	7	2	4
流通業	度数	31	31	31	31	31	31	31	31	31
	平均値	64.4%	72.0%	12.7%	9.1%	279.3%	8.4%	132.8%	9.5%	13.6%
	中央値	40.3%	63.8%	9.6%	6.1%	94.4%	7.0%	58.8%	6.4%	12.9%
	標準偏差	97.0%	70.9%	10.3%	7.9%	968.8%	6.9%	424.7%	8.1%	9.6%
	中央値順位	6	8	4	1	9	3	7	2	5
金融業・保険業	度数	44	44	45	45	44	45	44	45	45
	平均値	101.0%	93.5%	9.8%	9.3%	238.5%	12.8%	95.8%	9.2%	10.0%
	中央値	49.7%	78.9%	6.7%	5.6%	152.2%	13.5%	58.2%	6.4%	6.5%
	標準偏差	120.1%	76.2%	10.0%	8.7%	248.5%	10.0%	90.9%	9.0%	8.7%
	中央値順位	6	8	4	1	9	5	7	2	3
サービス業	度数	19	19	20	20	19	20	19	20	20
	平均値	54.1%	97.3%	8.7%	6.5%	83.3%	13.6%	65.9%	6.3%	8.7%
	中央値	46.9%	87.4%	8.4%	4.8%	56.0%	11.3%	56.8%	4.2%	5.4%
	標準偏差	33.7%	61.9%	6.6%	5.4%	90.4%	9.2%	44.2%	5.7%	9.8%
	中央値順位	6	9	4	2	7	5	8	1	3
公務	度数	31	31	31	31	30	31	30	31	31
	平均値	66.9%	85.9%	12.3%	11.7%	271.3%	15.7%	142.6%	11.3%	12.6%
	中央値	53.8%	70.6%	8.7%	11.4%	78.4%	16.4%	60.4%	11.3%	8.1%
	標準偏差	62.2%	67.2%	10.4%	8.7%	655.7%	11.4%	277.3%	8.7%	11.2%
	中央値順位	6	8	2	4	9	5	7	3	1
その他	度数	10	10	10	10	9	10	9	10	10
	平均値	67.9%	58.8%	13.4%	13.9%	156.4%	14.3%	58.8%	14.3%	11.6%
	中央値	50.0%	45.3%	15.4%	11.4%	92.0%	17.9%	53.4%	12.6%	8.5%
	標準偏差	60.3%	35.5%	7.4%	7.3%	146.2%	12.1%	45.5%	7.4%	9.2%
	中央値順位	7	6	4	2	9	5	8	3	1
相関比		0.18	0.17	0.18	0.19	0.16	0.21	0.16	0.20	0.16

- FP要素の一部のみを用いる計測手法については、Web系システムは他システムと比較して計測誤差が小さくなっている。

3.5 開発種別と計測誤差との関連

開発種別により計測誤差がどの程度異なるのかを明

図表4 アーキテクチャと計測誤差との関連

		NESMA Indicative (norm.)	NESMA Indicative (not norm.)	NESMA estimated	EQFP	Tichenor	Simplified FP	ISBSG distribution	ISBSG avg. wgt.	Simple FP
クライアントサーバシステム	度数	76	76	76	76	76	76	76	76	76
	平均値	67.6%	84.5%	9.6%	8.5%	249.9%	12.5%	126.0%	8.6%	11.0%
	中央値	41.3%	81.6%	7.6%	6.1%	83.8%	11.6%	58.6%	6.9%	9.5%
	標準偏差	81.1%	62.7%	7.9%	6.9%	741.6%	9.8%	320.9%	6.8%	7.9%
Web系システム	度数	123	123	127	127	119	127	119	127	127
	平均値	54.4%	76.9%	10.6%	9.0%	123.1%	12.6%	63.8%	8.9%	10.2%
	中央値	40.0%	63.8%	8.3%	7.2%	84.2%	10.8%	47.1%	6.8%	7.7%
	標準偏差	63.2%	60.7%	9.0%	7.7%	145.1%	9.2%	58.6%	7.9%	9.3%
メインフレームシステム	度数	14	14	16	16	14	16	14	16	16
	平均値	208.9%	161.0%	26.2%	20.9%	399.7%	16.1%	161.3%	20.4%	26.1%
	中央値	120.9%	125.1%	23.3%	18.2%	240.5%	13.4%	68.0%	17.5%	19.4%
	標準偏差	241.1%	157.1%	12.7%	12.2%	443.1%	14.9%	179.3%	12.2%	17.2%
その他	度数	11	11	11	11	11	11	11	11	11
	平均値	54.7%	77.8%	5.8%	8.4%	109.1%	16.3%	75.1%	8.5%	7.3%
	中央値	47.3%	56.3%	4.4%	6.0%	73.6%	17.2%	86.6%	5.2%	7.3%
	標準偏差	34.6%	65.3%	6.9%	6.6%	158.3%	10.1%	66.3%	6.8%	5.0%
相関比		0.38	0.27	0.44	0.37	0.18	0.12	0.17	0.36	0.40

図表5 開発種別と計測誤差との関連

		NESMA Indicative (norm.)	NESMA Indicative (not norm.)	NESMA estimated	EQFP	Tichenor	Simplified FP	ISBSG distribution	ISBSG avg. wgt.	Simple FP
新規	度数	187	187	188	184	184	188	184	188	188
	平均値	57.8%	79.6%	9.9%	155.5%	155.5%	12.3%	81.6%	8.4%	10.0%
	中央値	41.0%	70.2%	7.8%	78.2%	78.2%	10.7%	53.2%	6.4%	7.5%
	標準偏差	69.2%	62.5%	8.5%	429.2%	429.2%	9.3%	185.7%	7.1%	8.6%
改良	度数	34	34	39	33	33	39	33	39	39
	平均値	134.3%	118.0%	17.6%	350.1%	350.1%	15.8%	158.9%	15.1%	18.3%
	中央値	87.9%	93.4%	15.4%	114.3%	114.3%	14.3%	84.4%	11.7%	16.4%
	標準偏差	172.7%	115.2%	13.0%	642.7%	642.7%	12.3%	271.0%	11.4%	14.7%
相関比		0.29	0.19	0.30	0.31	0.15	0.13	0.14	0.30	0.31

らかにするために、開発種別で層別して誤差を確かめるとともに、相関比を用いて開発種別と計測誤差との関連の強さを調べた。工数見積りとFP計測手法との関係を分析した研究^[3]において、開発種別が異なると複雑度が異なり、それにより計測手法の正確性が影響を受けるのかを間接的にはあるが分析しており、これは本節での想定と近い。

全データを開発種別で層別し、各計測手法誤差の平均値、中央値、標準偏差、相関比を算出した結果を図表5に示す。FPの5要素を用いる手法のうちNESMA estimated、Simplified FP、ISBSG avg. wgt.の場合、新規開発のほうが誤差平均値と中央値が4%から8%程度小さくなっていた。例えば新規開発でのISBSG avg.

wgt.の誤差平均値と中央値はそれぞれ8.4%、6.4%であったが、改良開発ではそれぞれ15.1%、11.7%であった。Simplified FPについては平均値、中央値とも差はそれぞれ4%未満であった。新規開発、改良開発ともISBSG avg. wgt.の誤差中央値が最も小さかった。

FPの一部要素しか使っていない方法の場合、Simple FPを除き新規開発と改良開発の誤差中央値の違いが20%以上となっていた。例えばISBSG distributionとNESMA Indicative (norm.)については平均値で70%以上、中央値で30%以上の違いがあった。

相関比についてはすべての計測手法において0.1を超えており、Simple FPなど4つの計測手法については0.3を超えていることから、相関比からも開発種別

との関連が見られるといえる。

本節のまとめ

- 新規開発のほうが、各計測手法の誤差が小さい傾向が見られた。
- FPの全要素を用いる方法の場合、新規開発のほうが誤差平均値と中央値がおおむね4%から8%小さくなっていた。

3.6 規模と計測誤差との関連

規模、すなわちFPの各要素の件数が大きい場合、件数が小さいものと比較して複雑度の平均(傾向)が異なる可能性があり、計測手法によっては誤差が変化し得る可能性がある。そこでFP各要素の件数合計と計測誤差との関連を、相関係数を用いて分析した。TichenorなどFP要素の一部しか用いていない手法を適用する場合は、FP計測時にFP各要素の件数合計を知り得ないため、用いている要素、例えばILF件数などを用いた。

相関係数を図表6に示す。FPの全要素を用いる計測手法EQFP、ISBSG avg. wgt.およびSimple FPにおいて相関係数の絶対値が0.2以下であった。これらの手法では規模(件数)が小さい場合、精度がわずかながら低下する可能性がある。ILF件数とEIF件数を用いるNESMA Indicative (not norm.)についてはILF件数とEIF件数の合計との相関が-0.26であり無視できるほど小さくなかった。ILF件数を用いるISBSG distributionについてはILF件数との相関係数が-0.04と小さかった

が、Tichenorについては-0.32と若干関連が見られた。

本節のまとめ

- 一部の計測手法において、計測手法の誤差と規模(FP各要素の件数)とに、わずかながら関連が見られた。

4 FP要素の重みの分析

本章では3章とは別の観点で分析を行う。既存の計測手法では各要素に重み付けしてFPを算出している。ある計測手法の各要素の重みが分析で用いたデータに近い場合、その手法の精度が高くなる可能性がある。そこで分析で用いたデータにおける、各要素の重みの平均値と中央値、標準偏差、変動係数を算出した。標準偏差や変動係数が小さければ各要素を定数として扱っても誤差が大きくなりにくい。

算出した値を図表7に示す。変動係数は要素間で差異が小さかった。ILF重み、EIF重み、EI重み、EO重み、EQ重みの平均値はそれぞれ7.79、5.54、4.33、5.48、4.16であり、ILF重みとEIF重みは複雑度「低」、EI重み、EO重み、EQ重みは複雑度「中」に近く、NESMA estimatedの想定と比較的近いといえる。またEQFPやISBSG avg. wgt.の重みも近い値となっていた。一方でSimplified FPのILF重みとEIF重みはそれぞれ10と7であり、分析で用いたデータの平均値よりもやや大きい。そのため、FPの全要素を用いる方法においてSimplified FPの誤差が相対的に大きくなったと考え

図表6 FP各要素の件数比率と計測誤差との関連

		NESMA Indicative (norm.) 誤差	NESMA Indicative (not norm.) 誤差	NESMA estimated 誤差	EQFP 誤差	Tichenor 誤差	Simplified FP 誤差	ISBSG distribution 誤差	ISBSG avg. wgt. 誤差	Simple FP 誤差
ILF件数	相関係数	-0.07	0.01	-0.06	-0.15	-0.32	-0.04	-0.04	-0.15	-0.10
	p値	29.8%	88.5%	33.2%	2.4%	0.0%	52.6%	52.0%	2.5%	13.4%
	件数	225	225	231	231	221	231	221	231	231
ILF件数 + EIF件数	相関係数	0.03	-0.26	0.04	-0.09	0.28	-0.19	-0.10	-0.06	0.00
	p値	65.9%	0.0%	54.4%	17.8%	0.0%	0.3%	15.4%	36.7%	95.6%
	件数	225	225	231	231	221	231	221	231	231
全件数	相関係数	-0.12	0.00	-0.08	-0.20	-0.20	-0.08	-0.07	-0.19	-0.15
	p値	7.7%	98.7%	22.0%	0.3%	0.3%	23.1%	31.3%	0.3%	2.8%
	件数	225	225	231	231	221	231	221	231	231

図表7 分析で用いたデータにおけるFP各要素の重み

	ILF重み	EIF重み	EI重み	EO重み	EQ重み	DF重み	TF重み
度数	221	158	226	214	207	225	231
平均値	7.79	5.54	4.33	5.48	4.16	7.21	4.58
中央値	7.27	5.00	4.14	5.36	4.00	7.00	4.47
最小値	7.00	5.00	3.00	4.00	3.00	5.00	3.08
最大値	15.00	10.00	6.00	7.00	6.00	14.70	7.00
標準偏差	1.38	0.95	0.78	0.94	0.75	1.28	0.73
変動係数	0.18	0.17	0.18	0.17	0.18	0.18	0.16

られる。

データファンクション重み(以下、DF重み)とトランザクションファンクション重み(以下、TF重み)の平均値はそれぞれ7.21、4.58であり、Simple FPの重みと近かった。

計測手法の重みが各要素の重みの平均値と近く、かつ各要素の重みの標準偏差が小さいほど計測手法の精度が高くなる。3章の誤差の原因について考察するために、ここでは業種を取り上げて、業種別に各要素の重みの平均値や標準偏差などを確かめた。図表8にこれらの値を示す。3.3節の分析において、サービス業ではISBSG avg. wgt.の誤差中央値は4.2%であったが、公務では11.3%であった。図表8ではサービス業におけるILF重みとEIF重みの標準偏差はそれぞれ0.29と0.67であり1を下回っていた。一方で公務では2.50と1.69であり1.5を上回っていた。また公務のILF重みの平均値は8.65と8.5を上回っており、これらが公務とサービス業における誤差の相違に影響した可能性がある。すべての誤差において必ずしもこのような関係が明確ではないが、各要素の重みの平均値と標準偏差は計測誤差に影響する重要な要因であるといえる。

本章のまとめ

- NESMA estimated、EQFP、ISBSG avg. wgt.、Simplified FPの重み(係数)は、分析で用いたデータでのFP各要素の重みと近かった。
- 計測誤差の大きい業種では、重みの標準偏差が大きく、かつ重みの平均も各計測手法のものと異なっている場合があった。

図表8 業種別のFP各要素の重み

	ILF重み	EIF重み	EI重み	EO重み	EQ重み	DF重み	TF重み
建設業	度数	3	2	3	3	2	3
	平均値	7.39	5.40	3.91	5.49	4.22	7.21
	中央値	7.20	5.40	3.88	5.69	4.22	7.16
	標準偏差	0.36	0.33	0.48	0.35	0.31	0.37
製造業	度数	56	42	59	56	54	58
	平均値	7.79	5.41	4.56	5.72	4.43	7.11
	中央値	7.40	5.00	4.43	5.67	4.03	7.00
	標準偏差	1.11	0.73	0.90	1.06	0.88	1.15
電気・ガス・熱供給・水道業	度数	22	19	22	23	22	23
	平均値	7.49	5.51	4.36	5.57	4.15	7.19
	中央値	7.25	5.00	4.28	5.37	4.15	7.16
	標準偏差	0.86	0.88	0.62	0.95	0.75	0.75
情報通信業	度数	7	5	7	6	7	7
	平均値	7.52	5.40	3.81	4.91	3.84	6.90
	中央値	7.00	5.00	3.81	5.09	4.00	7.00
	標準偏差	1.05	0.89	0.36	0.49	0.37	0.88
流通業	度数	31	16	31	30	27	31
	平均値	7.85	5.75	4.59	5.58	4.16	7.56
	中央値	7.15	5.64	4.41	5.72	4.00	7.00
	標準偏差	1.19	0.76	0.70	0.98	0.61	1.26
金融業・保険業	度数	44	32	44	42	44	45
	平均値	7.73	5.53	4.33	5.36	4.04	7.15
	中央値	7.25	5.13	4.10	5.15	4.00	7.00
	標準偏差	1.28	0.84	0.72	0.75	0.65	1.25
サービス業	度数	19	16	19	16	16	19
	平均値	7.19	5.29	4.37	5.69	4.22	6.64
	中央値	7.03	5.00	4.37	5.74	4.07	6.86
	標準偏差	0.29	0.67	0.66	0.80	0.81	0.53
公務	度数	30	20	31	29	26	31
	平均値	8.65	6.08	3.86	5.17	3.86	7.69
	中央値	7.60	5.21	3.75	4.93	3.88	7.00
	標準偏差	2.50	1.69	0.72	0.99	0.62	2.09
その他	度数	9	6	10	9	9	10
	平均値	7.31	5.00	4.00	5.03	4.21	6.84
	中央値	7.00	5.00	3.72	4.50	4.33	7.00
	標準偏差	0.48	0.00	0.84	1.03	0.89	0.75

5 新規計測手法の検討

5.1 既存計測手法と同類のモデル

分析で用いたデータに基づいて、新たにモデルを構築することにより計測精度が高まるかを確かめた。既存計測手法と同様に下記4種類のモデルと、それらの各変数に対数変換を行ったモデルの計8種類のモデルを構築した。

- FPの各要素件数
- ILF件数、EIF件数

図表9 構築したモデルの計測誤差

	各要素件数	ILF、EIF件数	ILF件数	DF件数、TF件数	各要素件数 (対数変換適用)	ILF、EIF件数 (対数変換適用)	ILF件数 (対数変換適用)	DF件数、TF件数 (対数変換適用)
件数	231	232	232	231	231	232	232	231
平均値	17.2%	194.7%	91.6%	27.1%	32.6%	90.4%	93.7%	16.3%
中央値	10.9%	50.5%	55.3%	16.2%	20.9%	50.6%	54.3%	11.2%

- ILF件数
- データファンクション件数、トランザクションファンクション件数

計測誤差を図表9に示す。図表1と比較して、FPの各要素件数を用いたモデルは誤差中央値が10.9%であり、Simplified FPを除く方法よりも誤差が大きくなっていた。誤差平均値で見るとSimplified FPよりも構築したモデルのほうが大きかった。対数変換した場合はさらに誤差が大きくなった。データファンクション件数(以下、DF件数)、トランザクションファンクション件数(以下、TF件数)を用いたモデルでは、対数変換の有無に関わらずSimple FPよりも誤差中央値が大きくなっていた。ILF件数とEIF件数を用いたモデルも同様に、NESMA Indicative (norm.) より中央値が大きかった。ILF件数のみを用いたモデルでは、対数変換した場合に誤差中央値がISBSG distributionよりもわずかに小さくなったが、誤差平均値は構築したモデルのほうが大きかった。これらの結果から、単純に重回帰分析を適用するだけでは、既存方法よりも高い精度を得ることは難しいといえる。

本節のまとめ

- 独自データを用いて重回帰分析を適用しても、既存計測手法よりも高い精度を得ることは容易ではない。

5.2 説明変数を追加したモデル

本節ではファンクションポイント計測の作業時間を低減することを目的に、DF件数またはTF件数のどちらかを用いた計測モデルを構築した。DF件数(LF件数)とTF件数(EP件数)はSimple FPで用いられているものであり、ファンクションの種類を詳細に特定する必要がないため採用した。DF件数またはTF件数と、

計測が比較的容易な画面数、帳票数、ファイル数を組み合わせた以下の5種類のモデル、およびそれらの説明変数を対数変換したモデルの計10種類を構築した。

- 画面数、帳票数、ファイル数
- DF件数、画面数、帳票数、ファイル数
- TF件数、画面数、帳票数、ファイル数
- DF件数
- TF件数

画面数、帳票数、ファイル数を用いたモデルは以前に構築を試みているが^[2]、比較対象とするために改めて構築した。DF件数を用いたモデル、TF件数を用いたモデルについても同様に比較のために構築した。上記は説明変数の候補であり、モデル構築時には変数選択により変数を絞り込んでいる。画面数、帳票数、ファイル数には多重共線性が存在する可能性があるため、変数選択時に多重共線性が高くなる変数については説明変数から除外した。

各モデルの測定誤差を図表10、図表11に示す。各モデルは対数変換を適用したほうが、誤差平均値、中央値とも小さかった。例えばDF件数を用いたモデルの場合、対数変換を適用しない場合の誤差中央値が49.4%、適用した場合の中央値が47.8%であった。以降のモデル比較では、対数変換を適用したモデル同士で比較する。画面数、帳票数、ファイル数を用いるモデルの誤差中央値は39.1%であり、DF件数を用いるモデルの誤差中央値47.8%よりも小さかった。平均値についても前者が93.2%、後者が94.5%であり、DF件数を用いるモデルのほうが大きい。DF件数のみを用いて規模を計測するよりも、画面数、帳票数、ファイル数を用いて計測したほうが誤差が小さくなるといえる。

DF件数、画面数、帳票数、ファイル数を用いるモデルの誤差中央値は26.6%、平均値は51.3%であった。DF件数を用いるモデルの誤差中央値と平均値よ

図表10 説明変数を変更したモデルの計測誤差

	画面数他	DF件数、画面数他	TF件数、画面数他	DF件数	TF件数
件数	193	192	193	232	232
平均値	109.1%	238.2%	64.9%	139.7%	93.6%
中央値	53.6%	59.7%	28.1%	49.4%	35.3%
標準偏差	268.5%	1,098.9%	137.5%	705.0%	183.9%

(注記)「画面数他」とは、画面数、帳票数、ファイル数を表す。
図表11も同じ。

図表11 説明変数を変更したモデル(対数変換適用)の計測誤差

	画面数他	DF件数、画面数他	TF件数、画面数他	DF件数	TF件数
件数	193	206	193	232	232
平均値	93.2%	51.3%	30.2%	94.5%	34.4%
中央値	39.1%	26.6%	17.5%	47.8%	23.0%
標準偏差	179.0%	92.4%	44.7%	248.3%	50.8%

りも小さかったことから、DF件数単独を用いるよりも、画面数、帳票数、ファイル数と組み合わせて用いるほうが計測精度を改善できるといえる。

TF件数、画面数、帳票数、ファイル数を用いるモデルでは、上記モデルよりもさらに誤差が小さく、誤差中央値は17.5%、平均値は30.2%であった。TF件数を用いるモデルの誤差中央値は23.0%、平均値は34.4%であり、前者のほうの誤差が小さかったことから、TF件数についても単独で用いるよりも、画面数、帳票数、ファイル数と組み合わせるほうが精度改善できるといえる。

構築されたモデルで採用された説明変数と標準化偏回帰係数を図表12、図表13、図表14に示す。画面数、帳票数、ファイル数を用いるモデルではファイル数の偏回帰係数は2番目に大きかったが、DF件数と組み合わせた場合には説明変数として採用されなかった。TF件数と組み合わせた場合、TF件数の係数が0.88と大きく、他のモデルで説明変数として採用されていた画面数が含まれなかった。

本節のまとめ

- DF件数のみを用いるよりも画面数、帳票数、ファイル数を用いて計測するほうが、計測精度が高い。
- DF件数に加えて画面数、帳票数、ファイル数を用いることにより精度が改善する。

図表12 画面数他を説明変数の候補としたモデル(対数変換適用)の標準化偏回帰係数

変数	偏回帰係数	p値
画面数	0.46	0.0%
ファイル数	0.35	0.0%
帳票数	0.23	0.0%

図表13 DF件数と画面数他を説明変数の候補としたモデル(対数変換適用)の標準化偏回帰係数

変数	偏回帰係数	p値
DF件数	0.60	0.0%
画面数	0.31	0.0%
帳票数	0.21	0.0%

図表14 TF件数と画面数他を説明変数の候補としたモデル(対数変換適用)の標準化偏回帰係数

変数	偏回帰係数	p値
TF件数	0.88	0.0%
ファイル数	0.16	0.0%
帳票数	-0.03	28.5%

- TF件数に加えて画面数、帳票数、ファイル数を用いることにより精度がより改善する。

おわりに

ソフトウェア規模を定量化する方法としては、プログラムのソースコード行数を数える方法が一般的であり、多くのベンダがソフトウェアの規模の表現にソースコード行数を用いている。しかしながら、近年は、開発済みの機能を部品として再利用するフレームワークや、プログラムを自動生成するツール等、開発技術が進化しており、ソースコード行数がソフトウェア構築の作業量を反映しないケースが増えている。この課題を解決するために、ソフトウェアの持つ機能を定量化するFP法が注目されており、いっそうの普及が期待されている。

本稿では、FP計測の正確性を確保しつつ計測の省力化を行うために、Simple FPを含めた9種類の計測手法の精度を評価した。また、FP計測の省力化を目的として、DF件数またはTF件数と画面数などを組み合わせた新たな計測手法の精度を評価した。以下に分析結果の概要を示す。

- Simple FPの精度は、FPの要素を5種類に区別している計測手法と同程度である。
- 新規開発のほうが、各計測手法の誤差が小さい傾向がある。
- 業種、システムのアーキテクチャと計測誤差には関連がある。
- FPの5要素すべてを考慮する計測手法における各FP要素への重みは、国内のソフトウェア開発プロジェクトにおいても妥当性が高い。
- DF件数、またはTF件数を単独で用いるよりも、それらと画面数、帳票数、ファイル数を組み合わせるほうが、計測精度が高まる。

【参考文献】

- [1] L. Lavazza, and G. Liu, "A Large Scale Empirical Evaluation of the Accuracy of Function Points Estimation Methods," International Journal on Advances in Software, vol.13, no.3-4, pp.182-193, 2020.
- [2] 角田 雅照, 松本 健一, 大岩 佐和子, 押野 智樹, "ソフトウェア規模計測の省力化に向けたSimple FP法の分析", 経済調査研究レビューVol.34, pp.48-58, 2024.
- [3] L. Lavazza, A. Locoro, and R. Meli, "Software Development and Maintenance Effort Estimation Using Function Points and Simpler Functional Measures," Software, vol.3, no.4, pp.442-472, 2024.

自主研究

労務需給調査(2026年2月調査)
建築・設備工事／土木工事

【第38回】労務需給調査(建築・設備工事) 2026年2月調査

一般財団法人経済調査会 建築統括部

『建築施工単価』の発刊に合わせ、年4回総合工事業者を対象に実施する「労務需給調査」(工事受注状況および工種別労務需給状況)の結果を以下に示します。なお、地区別の詳細結果については当会HPの『けんせつPlaza』(<https://www.kensetsu-plaza.com/questionnaire/archt>)をご参照ください。

【調査概要】

○調査の目的

- ・全国11都市(札幌・仙台・東京・新潟・金沢・名古屋・大阪・広島・高松・福岡・那覇)における総合工事業者の工事受注状況および工種別労務需給状況を把握することを目的としている。

○調査対象業者

- ・対象都市において、元請として工事を受注している総合工事業者、延べ約420社を選定。

○調査時期

- ・2026年1月中旬～2月中旬。

○調査方法

- ・書面調査。所定の項目に対して、回答者が以下のような5段階で評価・判断して記入する。

・工事受注状況

1：減少 2：やや減少 3：不変 4：やや増加 5：増加

・工種別労務需給状況

1：緩和 2：やや緩和 3：均衡 4：ややひっ迫 5：ひっ迫

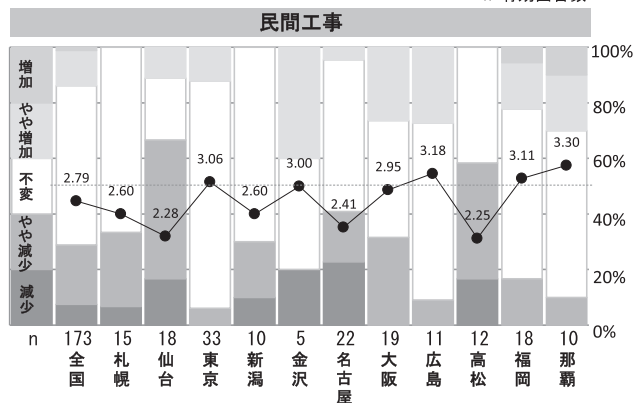
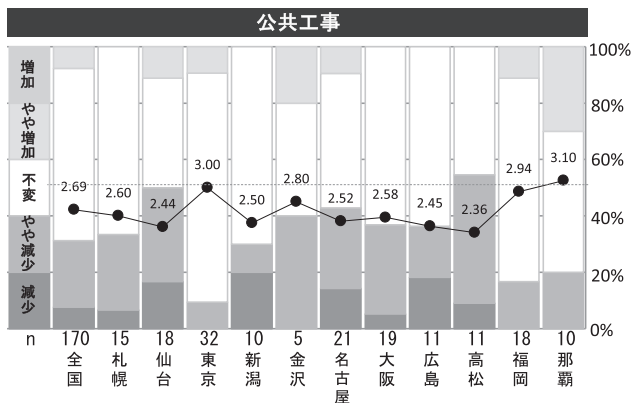
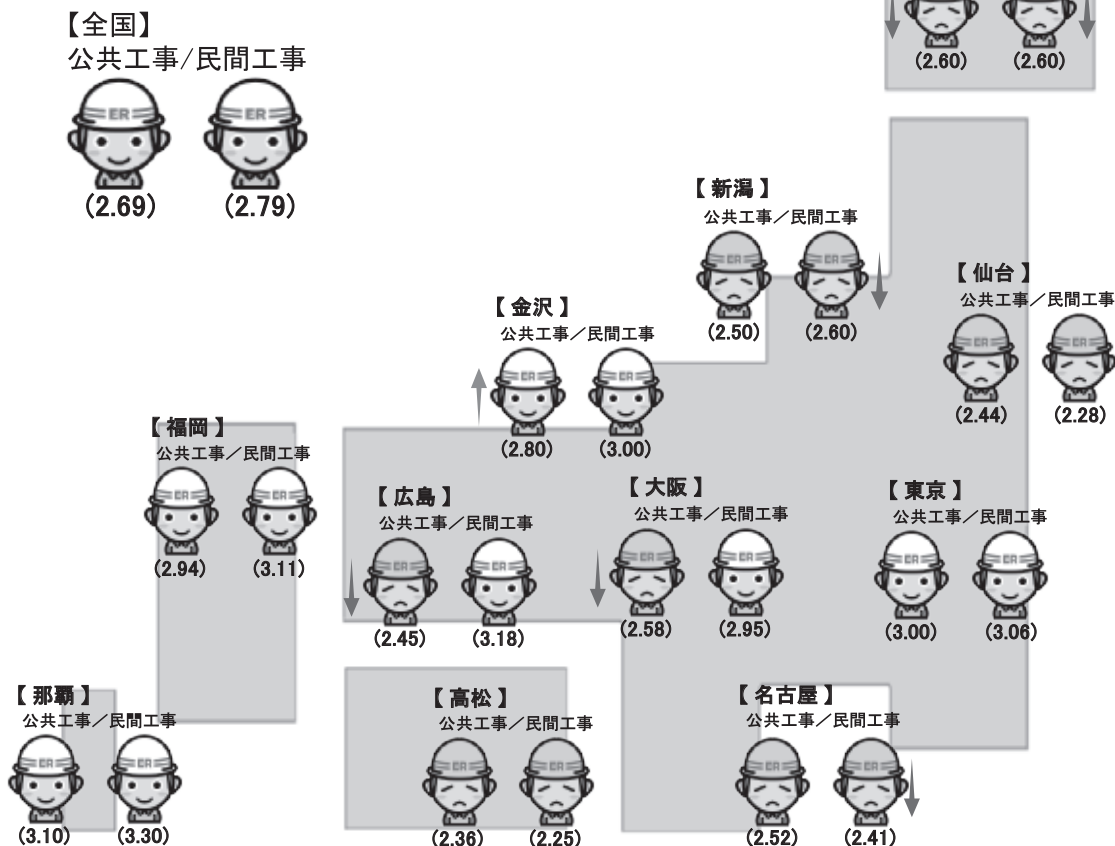
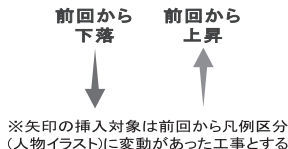
○集計方法

- ・工事受注状況および工種別労務需給状況について、対象都市(全国11都市)ごとの単純平均により代表値(小数第3位を四捨五入)を算出した上でグラフ化する。

発送・回収社数

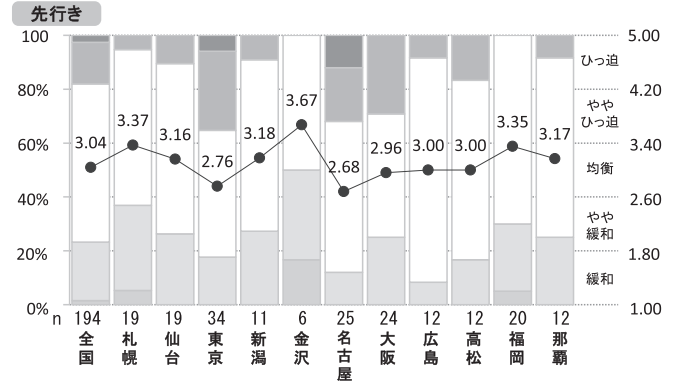
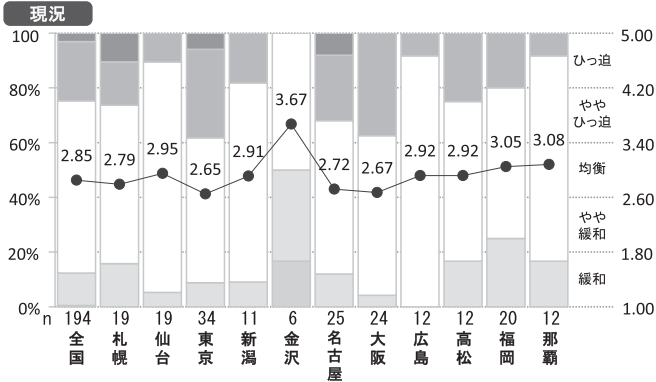
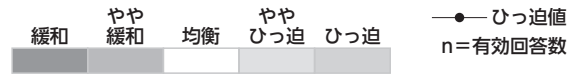
	全国	札幌	仙台	東京	新潟	金沢	名古屋	大阪	広島	高松	福岡	那覇
発送	415	45	45	61	23	17	44	51	28	31	38	32
回収	204	20	22	35	11	6	25	25	12	14	22	12
回収率	49.2%	44.4%	48.9%	57.4%	47.8%	35.3%	56.8%	49.0%	42.9%	45.2%	57.9%	37.5%

1 【工事受注状況】現時点での工事受注状況について

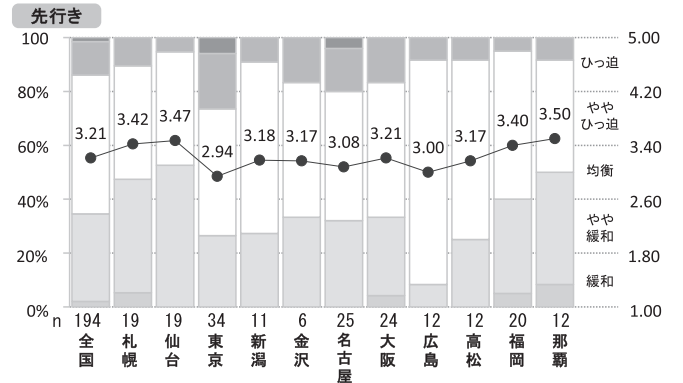
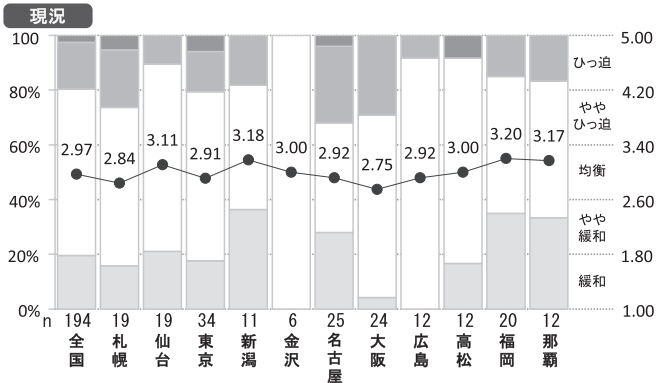


2 【工種別労務需給状況】代表的な6工種における地区別集計

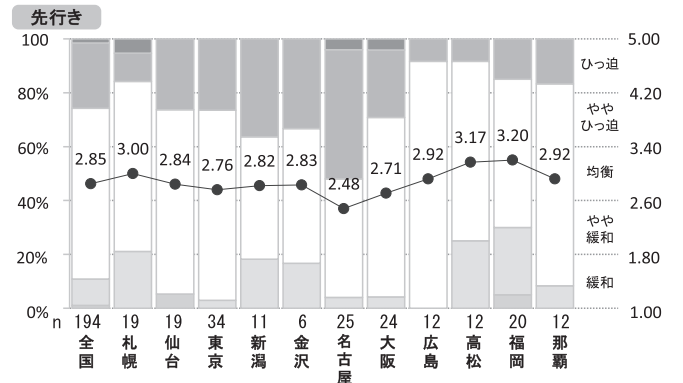
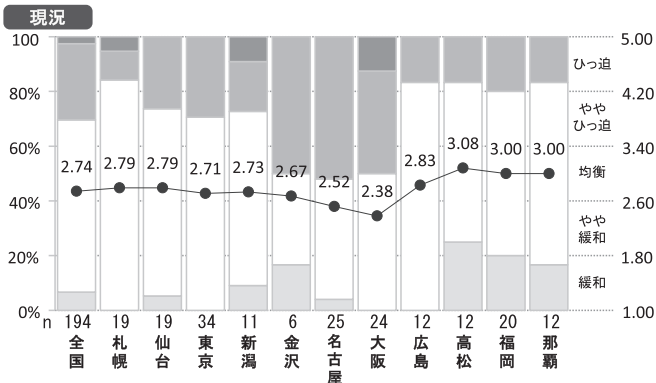
鉄筋工事



型枠工事

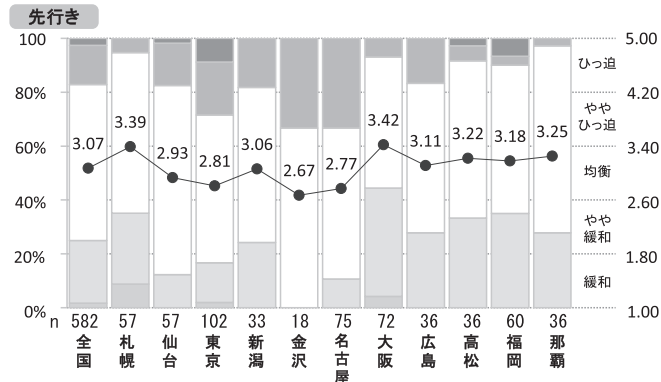
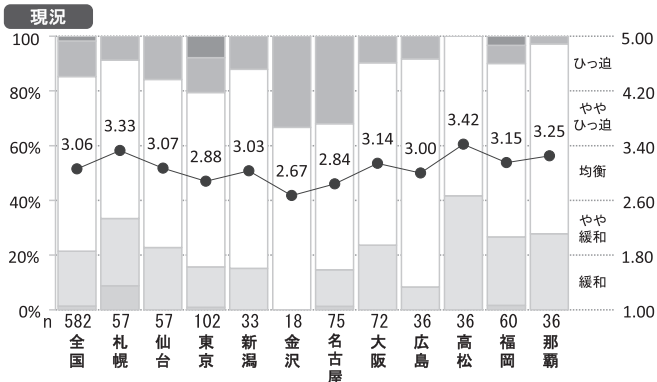


鉄骨工事

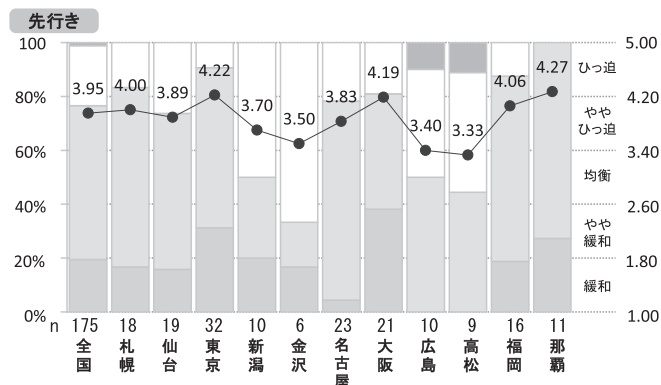
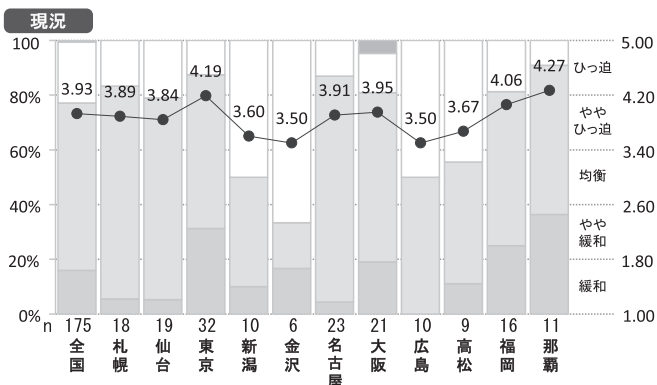


内装工事

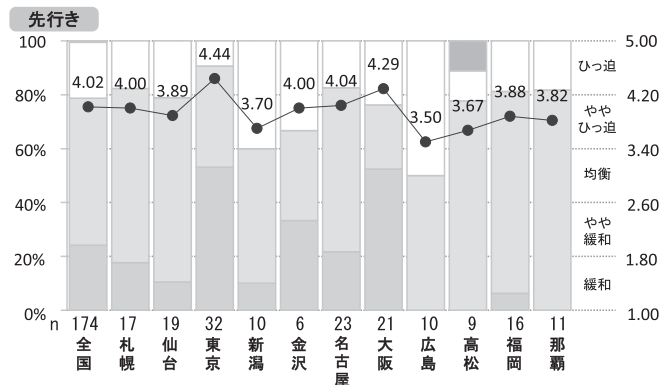
(軽量鉄骨下地・内装ボード・内装床工事)



給排水衛生設備工事



電気設備工事



【第13回】労務需給調査(土木工事) 2026年2月調査

一般財団法人経済調査会 経済調査研究所 研究成果普及部

『土木施工単価』の発刊に合わせ、年4回工事業者を対象に実施する「労務需給調査」(工事受注状況および職種別労務需給状況)の結果を以下に示します。なお、工事別・職種別の詳細結果については当会HPの『けんせつPlaza』(<https://www.kensetsu-plaza.com/questionnaire/ce>)をご参照ください。



【調査概要】

○調査の目的

- ・全国10地区における工事業者の工事受注状況および職種別労務需給状況を把握することを目的としている。

○対象地区

- ・北海道、宮城(東北ブロック)、東京(関東甲信ブロック)、新潟(北陸ブロック)、愛知(東海ブロック)、大阪(近畿ブロック)、広島(中国ブロック)、香川(四国ブロック)、福岡(九州ブロック)、沖縄。

○調査対象業者

- ・対象地区において、工事を受注している工事業者を選定(登録数：約500事業所)。

○調査時期

- ・2026年1月下旬～2月中旬。

○調査方法

- ・WEB調査。所定の項目に対して、回答者が以下のような5段階で評価、判断して回答する。

・工事受注状況

1：減少 2：やや減少 3：不変 4：やや増加 5：増加

・職種別労務需給状況

1：過剰 2：やや過剰 3：均衡 4：やや不足 5：不足

○集計方法

- ・工事受注状況および職種別労務需給状況について、対象地区(全国10地区)ごとの単純平均により代表値(小数第3位を四捨五入)を算出した上でグラフ化する(広域ブロックを対象とした回答を含む)。

【凡例】

I. 【工事受注状況】現時点での工事受注状況(前年同期比)



II. 【職種別労務需給状況】現状での労務需給および先行き(3カ月後の見通し)

過剰	やや過剰	均衡	やや不足	不足
1.00~1.80	1.81~2.60	2.61~3.40	3.41~4.20	4.21~5.00

III. 「100%積み上げ棒グラフ」の色は、各回答の全体に占める割合を示す

I. 【工事受注状況】

減少 やや減少 不変 やや増加 増加

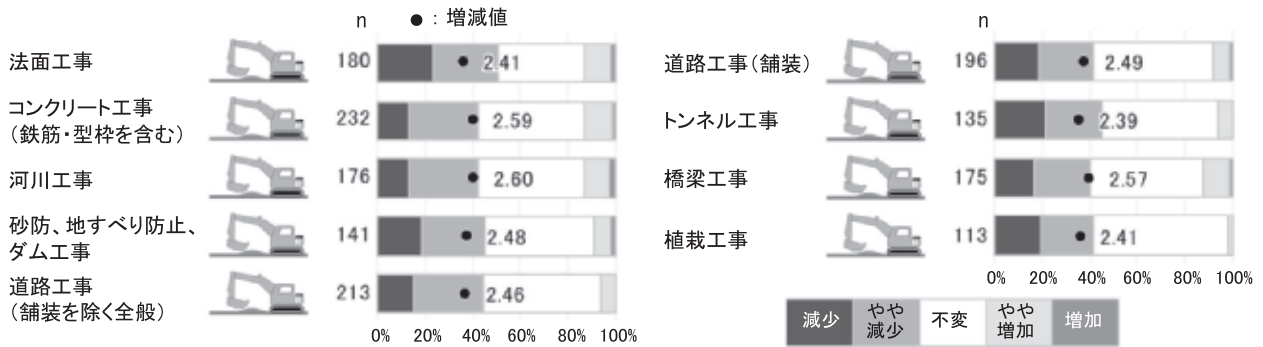
II. 【職種別労務需給状況】

過剰 やや過剰 均衡 やや不足 不足

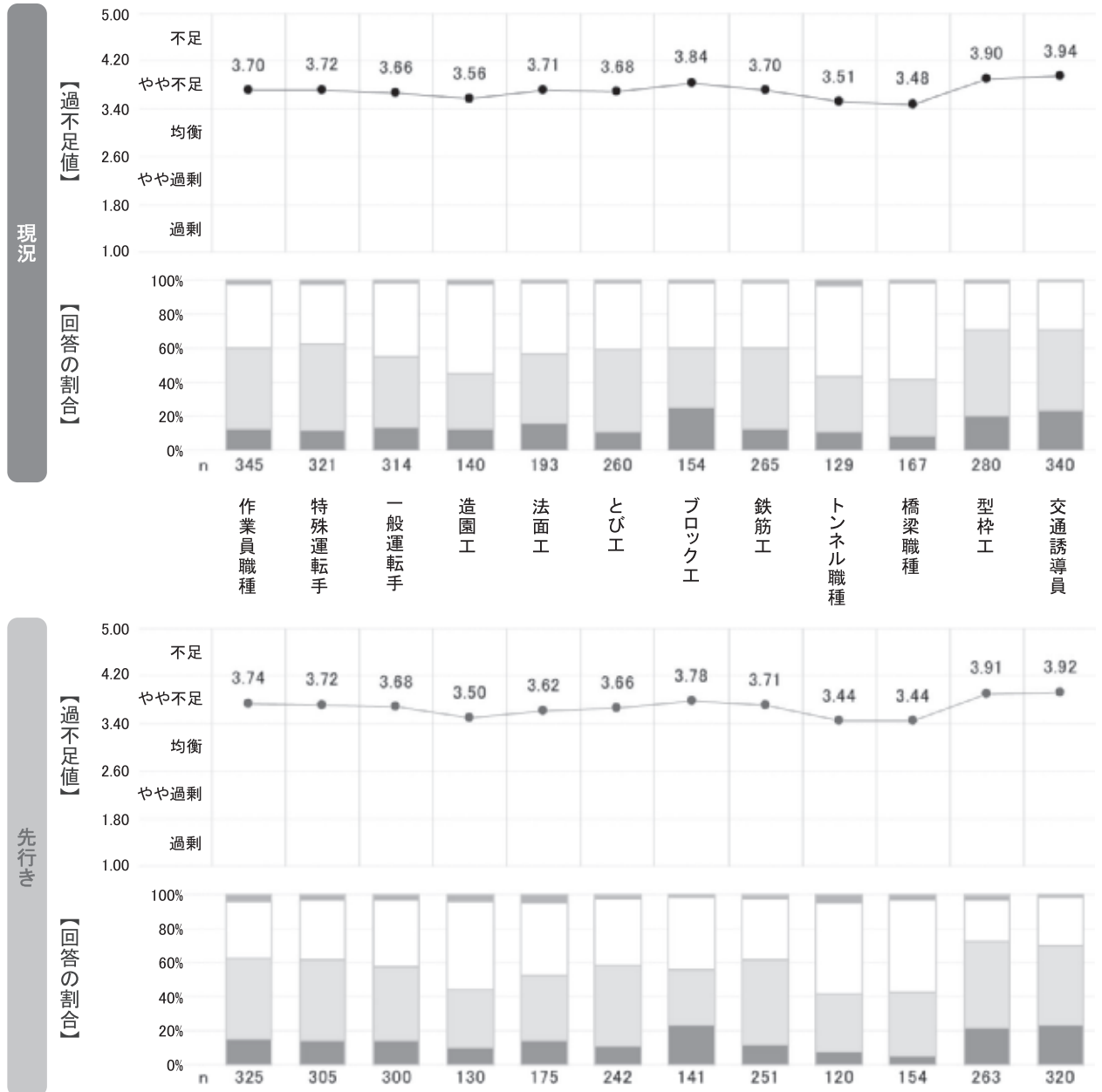
1 全国

I. 【工事受注状況】現時点での工事受注状況（前年同期比）

【イラスト横の矢印】
 前回から凡例区分（イラスト）に変動があった場合
 ↓ 前回の区分から ダウン
 ↑ 前回の区分から アップ



II. 【職種別労務需給状況】現状での労務需給および先行き（3カ月後の見通し）



2 地区別

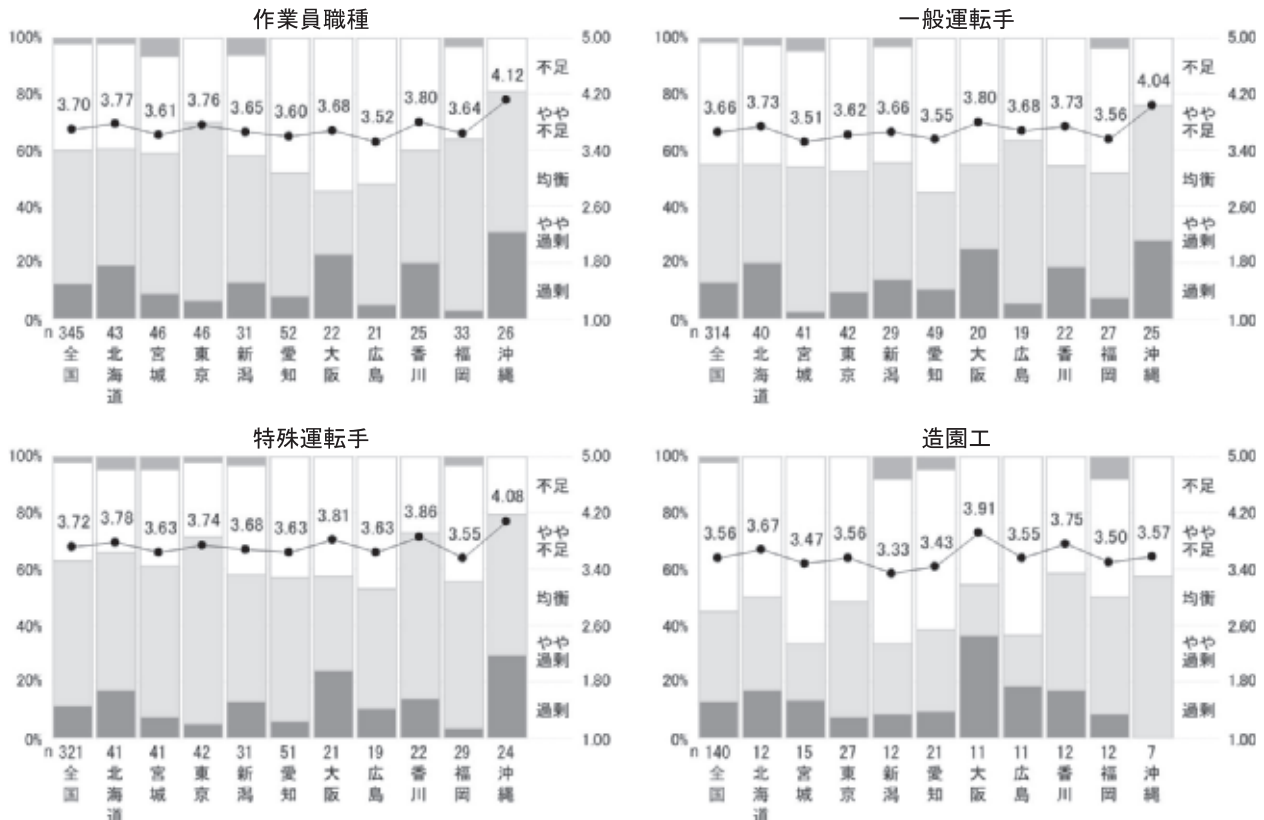
I. 【工事受注状況】現時点での工事受注状況（前年同期比）

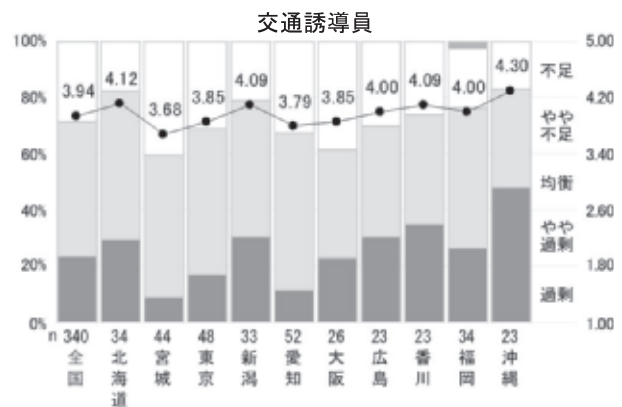
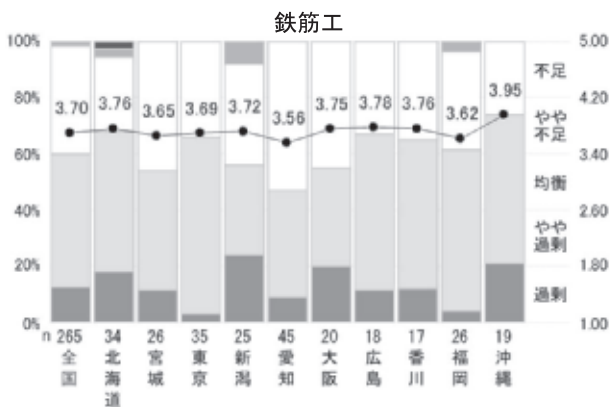
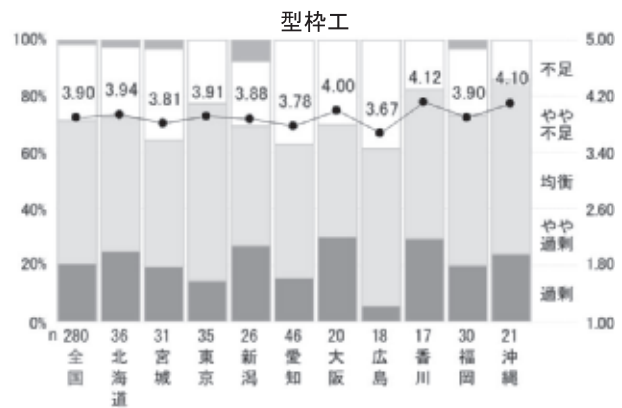
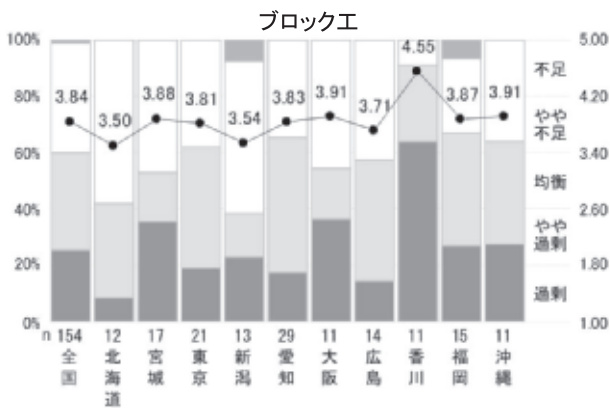
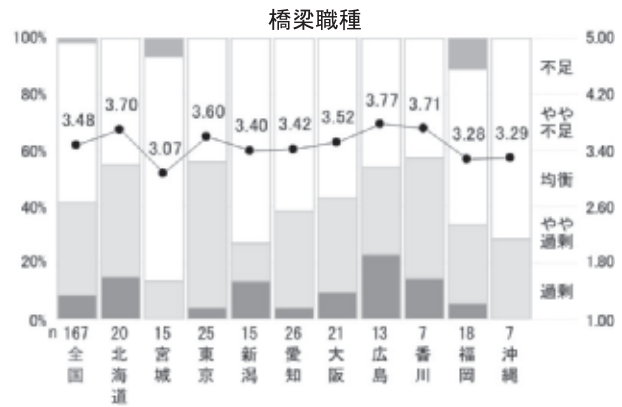
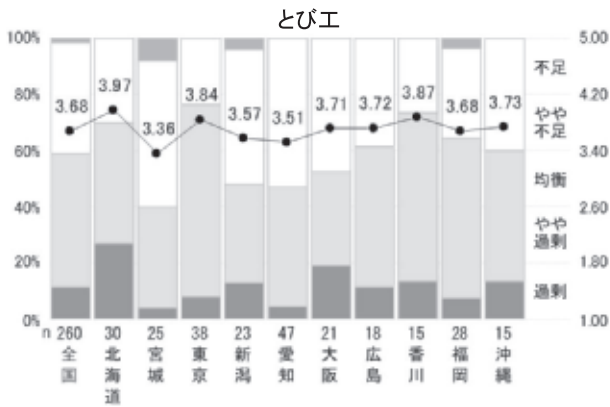
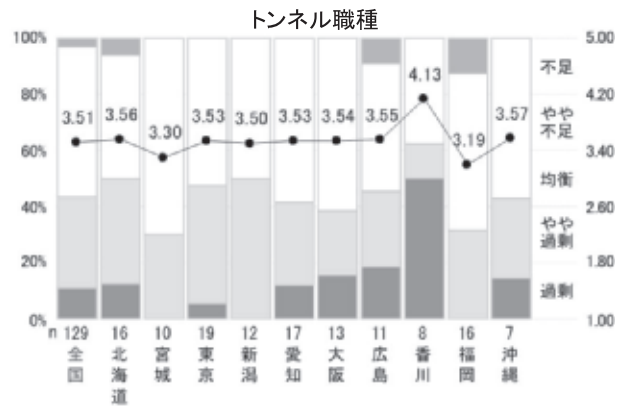
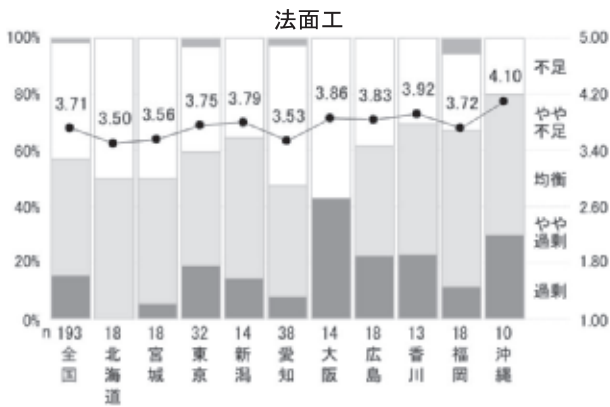
数値：増減値（n<3の場合は（ ）書き）



II. 【職種別労務需給状況】現状での労務需給

●：過不足値（n<3の場合は（ ）書き）





国土経済論叢

外国人増加指数と日本の新たな人口動向

外国人増加指数と日本の新たな人口動向

中島 正人 博士(工学) / 一般財団法人経済調査会 審議役

はじめに

日本の人口は2008年をピークとして減少し、人口減少幅は徐々に拡大してきている。一方で、外国人人口ⁱは近年増加しており、在留外国人ⁱⁱも増加してきている。本論考では、日本の長期にわたる人口動向と今後の将来推計を俯瞰するとともに、近年の外国人人口や在留外国人の増加の動向等を踏まえ、日本に生じている新たな人口動向について今回提案する外国人増加指数を用いた将来試算を通じて考えてみたい。

なお、人口動向を論じる前提として、国や地域人口の変化は出生、死亡、社会移動(国内・国際)によってしか生じない。数字が続くが、お付き合いいただきたい。

1 日本の総人口動向

(1) 現在までの総人口動向の概観

総務省による国勢調査および総務省統計局による推計人口によればⁱⁱⁱ、日本の総人口^{iv}は1920年の第1回国勢調査時の5596万人から増加を続け、45年にいったん減少したものの、48年に8000万人を超え、67年に1億人^v、84年に1億2000万人を超えたが、2008年の1億2808万人をピークとして、2020年には1億2615万人と減少してきている(図表1)。

この間、2011年から19年までは日本の人口は年間20万人台以下の減少であったが、20年以降24年までは40~60万人台の減少となっており、人口減少が加

図表1 日本の人口の推移(1920-2020年)

年	1920	1948	1967	1984	2008	2020
日本の人口(千人)	55,963	80,002	100,196	120,305	128,084	126,146

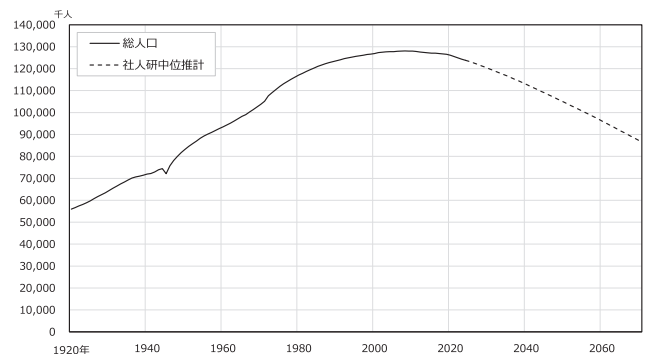
出典：総務省「国勢調査」、総務省統計局「我が国の推計人口(大正9年~平成12年)」、総務省統計局「長期時系列データ(平成12年~令和2年)」より作成

速している^{vi}。

(2) 国立社会保障・人口問題研究所による日本の将来推計人口(令和5年推計)

国立社会保障・人口問題研究所(以下、社人研)による2023(令和5)年推計^{vii}の(出生中位(死亡中位)推計)(以下、社人研中位推計)によれば、日本の将来推計人口^{viii}は30年に1億2011万6千人、40年に1億1283万7千人、50年に1億468万6千人、56年に1億人を下回り、70年の人口は8699万6千人と推計されている^{ix}。人口の年齢構成は異なるが、人口総数で見ると2030年は1983~84年、2040年は1975~76年、2050年は1970~71年、2070年は1953年とそれぞれほぼ同水準となる。日本の総人口を2024年以前は国勢調査、推計人口、25年以降は社人研中位推計を使用すると、1920年から2070年までの人口動向は図表2のとおりとなる。

図表2 日本の総人口(1920-2070年)



(注記) 各年10月1日現在(1945年は11月1日現在*)。

出典：総務省「国勢調査」、総務省統計局「我が国の推計人口(大正9年~平成12年)」、総務省統計局「長期時系列データ(平成12年~令和2年)」、「各年10月1日人口(2021年~24年)(総務省統計局)および国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口(令和5年推計)」出生中位(死亡中位)推計より作成

図表3 日本の外国人人口の推移

年	1950	1970	1990	2000	2010	2015	2020	2024
外国人人口(千人)	528	601	890	1,313	1,675	1,776	2,747	3,506
外国人人口比率(%)	0.6	0.6	0.7	1.0	1.3	1.4	2.2	2.8

(注記) 外国人人口比率は日本の総人口に占める割合。

出典：総務省「国勢調査」、総務省統計局「我が国の推計人口(大正9年～平成12年)」、総務省統計局「長期時系列データ(平成12年～令和2年)」、総務省統計局「各年10月1日人口」(2024年)より作成

図表4 日本の外国人人口の将来推計(社人研中位推計)

年	2025	2030	2035	2040	2050	2060	2070
外国人人口(千人)	3,375	4,204	5,033	5,856	7,291	8,478	9,390
外国人人口比率(%)	2.7	3.5	4.3	5.2	7.0	8.8	10.8

(注記) 外国人人口比率は日本の総人口に占める割合。

出典：国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口(令和5年推計)」出生中位(死亡中位)推計より作成

2 増加する外国人人口

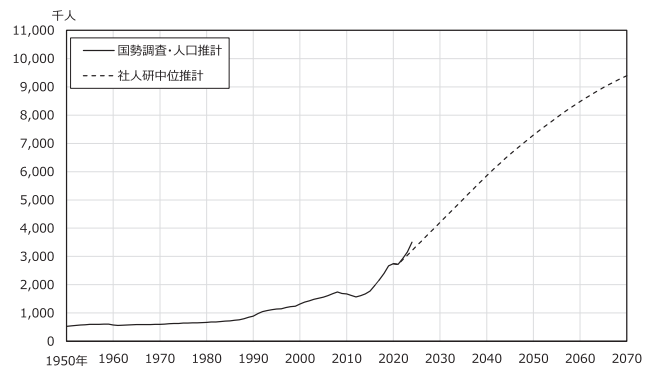
(1) 外国人人口の動向

国勢調査および推計人口によれば、日本の外国人人口^{vi}は1960年代にはほぼ横ばいだったが、68年から2008年まで41年間増加が続いた。この間、1992年に105万1千人と100万人を超え、2008年には174万4千人に達した。その後、12年に157万人まで減少した後、再び増加に転じ、17年に217万4千人と200万人を超え、23年には315万8千人と300万人を超えるなど、増加の勢いが強まっている。100万人から200万人に増加するまで25年かかったのに対し、200万人から300万人に増加するのは6年となっている。

近年は、2017年から19年にかけて毎年20万人以上増加した一方、新型コロナウイルス等の影響もあり21年はいったん減少した。その後再び増加に転じ、推計人口によれば24年には34万7千人と1950年以降^{vii}最大の増加となり、350万6千人に達している(図表3)。推計人口によれば24年の日本人人口は89万8千人と1950年以降で最大の減少であったが、外国人人口が増加したため、合計すると55万人の減少まで日本の総人口は減少幅を縮小している。

なお、2020年国勢調査に関する不詳補完結果から計算すると、外国人の生産年齢人口(15～64歳)比率は85.1%と、同調査結果で示される日本の総人口に占める生産年齢人口比率59.5%より圧倒的に若く、社人研によれば、外国人女性の合計特殊出生率は20

図表5 日本の外国人人口(1950-2070年)



出典：総務省「国勢調査」、総務省統計局「我が国の推計人口(大正9年～平成12年)」、総務省統計局「長期時系列データ(平成12年～令和2年)」、総務省統計局「各年10月1日人口」(2021年、22年、23年、24年)、国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口(令和5年推計)」出生中位(死亡中位)推計より作成

年の実績値が0.8214、22年以降の中位仮定が0.9377とされており^{viii}、日本人女性に限定した20年の実績値1.313、社人研中位推計における05年生まれコーホート合計特殊出生率(日本人女性)の中位仮定1.29^{ix}と比較すると低い数値となっている。

将来に目を転じると、社人研中位推計によれば、2029年には外国人人口^xは400万人を超え、35年には500万人、41年には600万人、66年には900万人を超える。また、日本の総人口は67年に9千万人を下回るため、外国人人口が日本の総人口に占める割合は2067年に10%を超える(図表4)。

なお、21年から24年は、総務省統計局「各年10月1日人口」と社人研中位推計の双方の数値が存在しているが、24年推計人口を比較してみると、総務省統計局による10月1日人口が社人研中位推計より29万6千人多い(図表5)。

3 在留外国人数の増加

(1) 都道府県における在留外国人数の増加

次に在留外国人の増加に目を転じる。

国際的な人口移動が減少した新型コロナウイルス流行期と重ならない2019年6月末と25年6月末の6年間を比較すると、すべての都道府県で在留外国人は増加している。全国で見ると、この6年間で19年6月末の283万人から25年6月末の396万人へと113万人増加しており、全国の増加率は39.8%である。

次に、在留外国人数の増加数上位の都道府県を見ると、増加数上位の都道府県には東京、大阪をはじめ大都市圏の都道府県が並んでいる(図表6)。

次に在留外国人の増加率について見る。

増加率が上位の道県は九州や北海道など地方部が多い(図表7)。ただ、これらの道県の増加数は人数としてはそれほど多くはなく、この中で最少の和歌山県の3千人台から最も多い茨城県でも3万人台である。

これらから分かることは、在留外国人の増加数はもとの数が多かった大都市圏で多く、在留外国人が少なかった地方部では急速に在留外国人が増加しているということである。

(2) 市区町村における在留外国人の増減

次に全国市区町村における在留外国人の増減状況について2019年6月末から25年6月末の期間で確認する。ここで、政令指定都市については区単位で数えており、2020年国勢調査時点の行政区域で比較している^{xvi}。

すると、在留外国人数が増加している市区町村が1819、増減なしが19町村(双方の時点で0人の2村を含む)、減少している市町村が58であり、全1896市区町村のうち95.9%で増加していた。

在留外国人増加数が多い市区町村について見てみると、図表8のとおりである。大部分が東京23区の特別区であり、埼玉県、千葉県、大阪府の市や区が若干みられる。

また、全国における在留外国人の増減をしてみる

図表6 在留外国人増加数上位の都道府県 (2019年6月末-25年6月末)

都道府県	在留外国人増加数(人)	(参考) 在留外国人増加率(%)
東京都	193,894	33.3
大阪府	113,206	45.8
埼玉県	88,166	46.6
千葉県	84,992	52.3
神奈川県	78,334	34.4
愛知県	73,045	26.8
福岡県	40,263	50.9
茨城県	38,504	56.6
兵庫県	35,487	31.8
北海道	31,714	83.7

(注記) 在留外国人増加数・増加率は2019年6月末から25年6月末の間の増加数・増加率。

出典：出入国在留管理庁「在留外国人統計」より作成

図表7 在留外国人増加率上位の都道府県 (2019年6月末-25年6月末)

都道府県	在留外国人増加率(%)	(参考) 在留外国人増加数(人)
熊本県	85.8	14,233
北海道	83.7	31,714
佐賀県	77.6	5,221
鹿児島県	74.9	8,579
宮崎県	69.6	4,985
大分県	62.3	8,329
沖縄県	61.4	11,889
茨城県	56.6	38,504
和歌山県	56.3	3,868
長崎県	56.3	5,904

(注記) 在留外国人増加率・増加数は2019年6月末から25年6月末の間の増加率・増加数。

出典：出入国在留管理庁「在留外国人統計」より作成

と、図表9のとおり、大部分の市区町村で増加しているが、大都市部での増加が特に大きい。

在留外国人増減率については、増加率が100%以上の市区町村が332(2019年6月末に在留外国人数が表示されておらず25年6月末には表示されている4町村を含む)、増加率が50%以上(100%以上も含む)の市区町村が970であった。なお、増加率の性格上、もともと在留外国人数が少ない市区町村では増加率が高くなることに留意していただく必要がある(例えば、1人が2人になれば、増加率100%となる)。全国の市区町村における在留外国人増減率(減少した市区町村も含む)の中央値は50.4%であった(図表10)^{xvii}。

図表8 在留外国人増加数が多い市区町村
(2019年6月末-25年6月末)

市区町村	都道府県	在留外国人増加数(人)	在留外国人増加率(%)
江戸川区	東京都	13,954	36.7
川口市	埼玉県	13,843	36.6
足立区	東京都	13,519	40.3
板橋区	東京都	11,849	41.7
北区	東京都	11,140	47.6
江東区	東京都	10,791	34.6
大田区	東京都	9,209	36.4
葛飾区	東京都	8,982	39.4
松戸市	千葉県	8,731	51.1
豊島区	東京都	8,093	26.7
新宿区	東京都	7,479	17.1
世田谷区	東京都	7,448	32.1
練馬区	東京都	7,428	34.9
大阪市西成区	大阪府	7,200	74.3
船橋市	千葉県	7,172	38.2
中野区	東京都	6,368	31.4
市川市	千葉県	5,968	33.4
杉並区	東京都	5,898	31.7
荒川区	東京都	5,600	28.5

(注記) 在留外国人増加数・増加率は2019年6月末から25年6月末の間の増加数・増加率。

出典：出入国在留管理庁「在留外国人統計」より作成

(3) 外国人増加指数(全国市区町村における国勢調査人口100人当たりの在留外国人増加数)

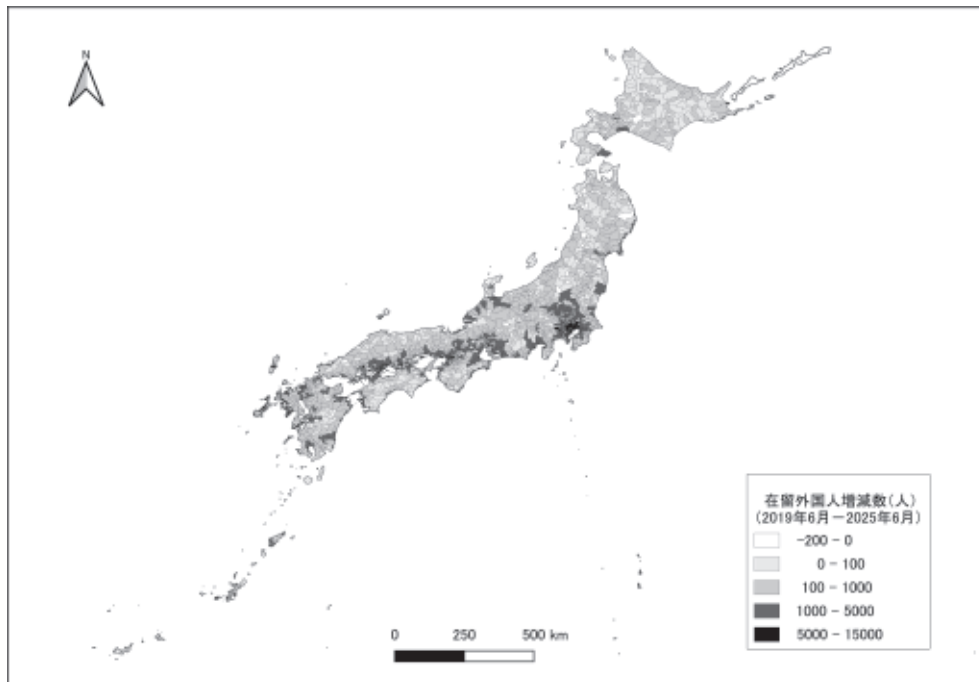
増加数のみを比較すると、人口規模の大きい市区町村の増加数が大きくなりやすいことから、ここでは、2019年6月末から25年6月末の在留外国人増加数を2020年国勢調査時の人口100人当たりの数(以下、外国人増加指数)で全国の市区町村を比較した。

$$\text{外国人増加指数} = \frac{\text{在留外国人増加数}}{\text{国勢調査人口}} \times 100$$

国勢調査人口と在留外国人統計に基づく在留外国人数は単純には比較できないが、在留外国人統計には外国人の出入国を直接的に把握している、という利点がある。指数について単純に考えれば、外国人増加指数が1であれば、期間中(ここでは新型コロナウイルス流行期をまたいだ6年間)に約1%の外国人が地域で増加することになる。また、母数となる人口が減少すれば、外国人の増加率はさらに高まる。

ここでは、人口規模が小さい市区町村の場合、少人数の在留外国人の増加であっても増加率が高くなるた

図表9 全国市区町村における在留外国人増減数(2019年6月-25年6月)

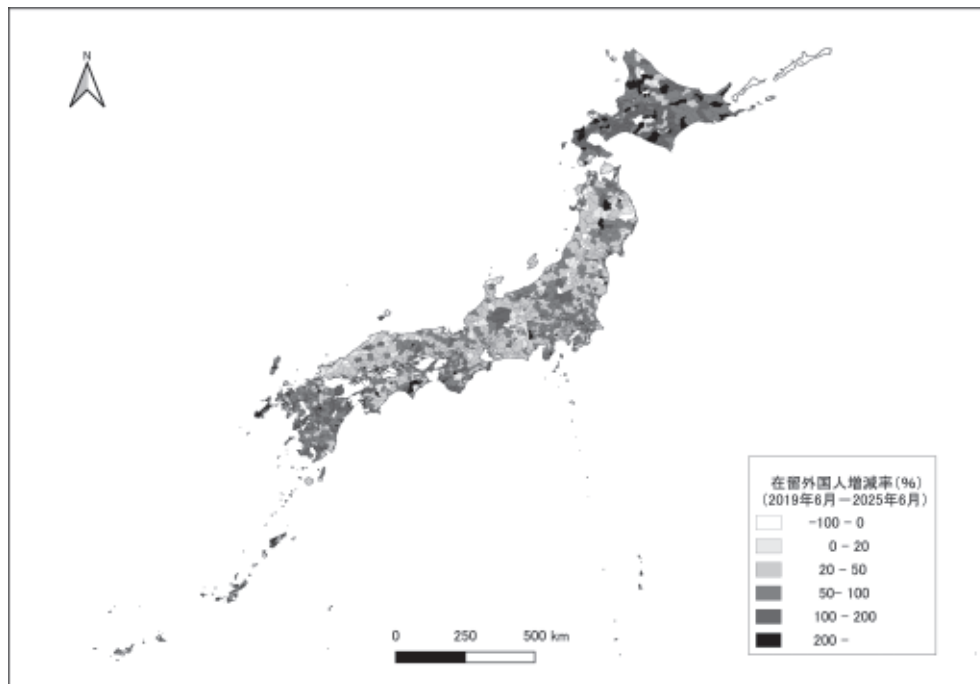


(注記1) 市区町村の境界は2020年1月1日時点。

(注記2) 歯舞群島、色丹島、国後島および択捉島は白色としている。

出典：出入国在留管理庁「在留外国人統計」、国土交通省「国土数値情報」より作成

図表10 全国市区町村における在留外国人増減率(2019年6月-25年6月)



(注記1) 市区町村の境界は2020年1月1日時点。
 (注記2) 歯舞群島、色丹島、国後島および択捉島は白色としている。
 出典：出入国在留管理庁「在留外国人統計」、国土交通省「国土数値情報」より作成

図表11 外国人増加指数が高い市区町村
 (人口5万人以上、2020年10月現在)
 (2019年6月末-25年6月末)

市区町村	都道府県	人口(人)	外国人増加指数
大阪市西成区	大阪府	106,111	6.79
大阪市浪速区	大阪府	75,504	6.70
大阪市中央区	大阪府	103,726	4.59
藤市	埼玉県	74,283	4.41
坂東市	茨城県	52,265	4.39
成田市	千葉県	132,906	3.71
八街市	千葉県	67,455	3.44
常総市	茨城県	60,834	3.25
大阪市西区	大阪府	105,862	3.17
北区	東京都	355,213	3.14
大阪市港区	大阪府	80,948	3.03
中央区	東京都	169,179	2.98
大阪市西淀川区	大阪府	95,864	2.76
大阪市住之江区	大阪府	120,072	2.74
豊島区	東京都	301,599	2.68
大阪市天王寺区	大阪府	82,148	2.68
大阪市東住吉区	大阪府	127,849	2.66
大阪市北区	大阪府	139,376	2.66
京都市下京区	京都府	82,784	2.64
越前市	福井県	80,611	2.63

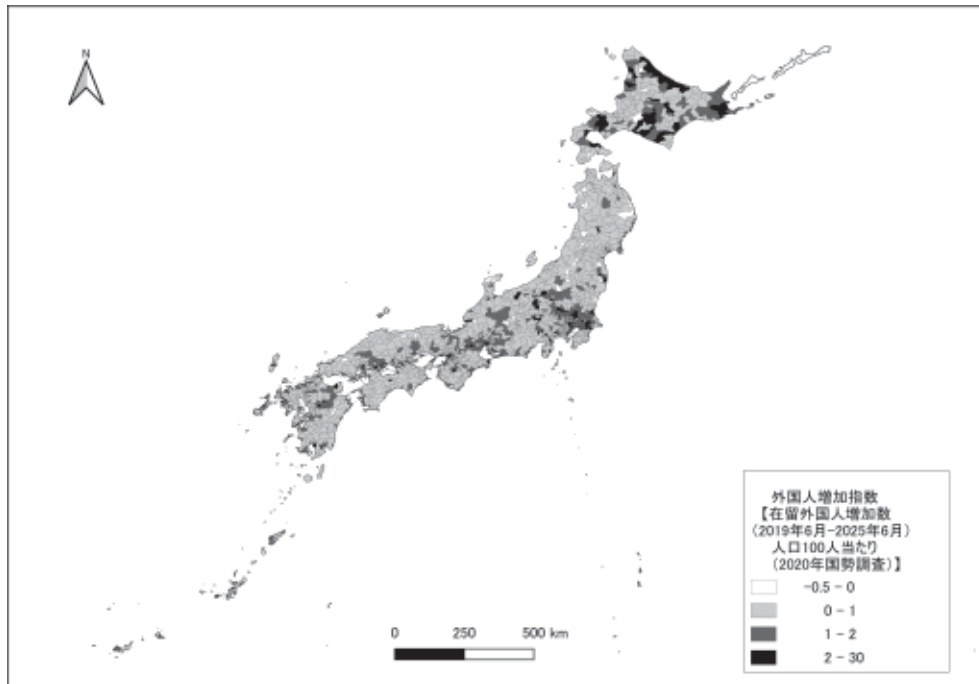
(注記1) 外国人増加指数は、2020年国勢調査人口100人当たり在留外国人増加数。
 (注記2) 国勢調査人口は2020年国勢調査に関する不詳補完結果を使用。
 出典：出入国在留管理庁「在留外国人統計」および総務省「国勢調査」より作成

図表12 外国人増加指数が高い市区町村
 (人口5万人未満、2020年10月現在)
 (2019年6月末-25年6月末)

市区町村	都道府県	人口(人)	外国人増加指数
赤井川村	北海道	1,165	25.84
ニセコ町	北海道	5,074	7.88
留寿都村	北海道	1,911	7.69
北大東村	沖縄県	590	6.78
箱根町	神奈川県	11,293	6.74
利根町	茨城県	15,340	6.52
川上村	長野県	4,344	6.45
草津町	群馬県	6,049	6.30
恩納村	沖縄県	10,869	6.11
白馬村	長野県	8,575	6.08
南牧村	長野県	3,242	6.05
占冠村	北海道	1,306	5.59
倶知安町	北海道	15,129	5.53
木曾岬町	三重県	6,023	5.33
真狩村	北海道	2,045	5.23
富岡町	福島県	2,128	4.75
小谷村	長野県	2,647	4.46
喜茂別町	北海道	2,156	4.41
八千代町	茨城県	21,026	4.27
昭和村	群馬県	6,953	4.24

(注記1) 外国人増加指数は、2020年国勢調査人口100人当たり在留外国人増加数。
 (注記2) 国勢調査人口は2020年国勢調査に関する不詳補完結果を使用。
 出典：出入国在留管理庁「在留外国人統計」および総務省「国勢調査」より作成

図表13 外国人増加指数<在留外国人の2020年国勢調査人口
100人当たり増減数> (2019年6月-25年6月)



(注記1) 市区町村の境界は2020年1月1日現在。

(注記2) 国勢調査人口は2020年国勢調査に関する不詳補完結果を使用。

(注記3) 福島県双葉町においては、2020年国勢調査において、該当数字がないため、白色としている。

(注記4) 歯舞群島、色丹島、国後島および択捉島は白色としている。

出典：出入国在留管理庁「在留外国人統計」、総務省「国勢調査」、国土交通省「国土数値情報」より作成

め、外国人増加指数を2020年国勢調査時の人口が5万人以上の市区町村(図表11)と5万人未満の市区町村(図表12)に分けて示した。

また、全国の様子は図表13のとおりである^{xviii}。

人口5万人以上の市区町村では、外国人増加指数が高い市区町村として大阪市、関東の近郊部、東京都の市や区が多く見られ、人口5万人未満の市区町村では、北海道、長野県、沖縄県をはじめ、いわゆるリゾート地の町村が多い傾向にあるが、リゾート地とは言えない市区町村で増加する地域もあり、外国人増加指数が高い市区町村の類型は明らかではない。

4 外国人労働者の状況

(1) 外国人労働者の概況

次に、厚生労働省『外国人雇用状況』の届出状況まとめ(令和6年10月末時点)^{xix}により、外国人労働者の雇用状況についてみる。

外国人雇用状況の届出制度は、「労働施策の総合的

な推進並びに労働者の雇用の安定及び職業生活の充実等に関する法律(労働施策総合推進法)に基づき、全ての事業主に対して、外国人の雇い入れ・離職時に、氏名、在留資格、在留期間等を確認し、厚生労働大臣(ハローワーク)へ届け出ることを義務付けるものであり、届出対象となるのは、事業主に雇用される外国人労働者(特別永住者、在留資格「外交」・「公用」の者を除く)である。

2024年10月末時点では、外国人労働者数は230万人で前年比25万人増加(対前年12.4%増)しており、届出が義務化された07年以降過去最多を更新した(千人単位を四捨五入、以下同様)。また、『外国人雇用状況』の届出状況で各年の状況を確認すると、13年10月末時点(外国人労働者数72万人[国籍別で中国30万人、ブラジル10万人、フィリピン8万人])から12年連続で過去最多を更新している。なお、新型コロナウイルス流行期においても伸び率は大幅に鈍化したものの、毎年外国人労働者数は増加している。

24年10月末には、国籍別ではベトナム57万人、中国41万人、フィリピン25万人であり、在留資格別で

図表14 産業別外国人労働者増加率(2019-24年)

産業分類	外国人労働者増加率(%)	外国人労働者増加数(人)
医療、福祉	239.6	82,089
建設業	90.9	84,688
卸売業、小売業	40.4	85,820
情報通信業	34.1	23,006
サービス業(他に分類されないもの)	33.0	87,915
宿泊業、飲食サービス業	32.3	66,789
製造業	23.8	115,036
教育、学習支援	16.9	11,961
全産業	38.8	643,783

出典：厚生労働省『外国人雇用状況』の届出状況まとめ(令和元年10月末時点)、同(令和6年10月末時点)より作成

は、「専門的・技術的分野の在留資格」が最も多く72万人(対前年20.6%増)、「身分に基づく在留資格」63万人(同2.1%増)、「技能実習」47万人(同14.1%増)、「資格外活動」40万人(同12.9%増)である^{xix}。

産業別に見ると、製造業60万人(26.0%)、サービス業(他に分類されないもの)35万人(15.4%)、卸売業、小売業30万人(13.0%)、宿泊業、飲食サービス業27万人(11.9%)、建設業18万人(7.7%)、医療、福祉12万人(5.1%)となっている。

なお、19年10月末と比較しての増加率は高い順から医療福祉239.6%、建設業90.9%、卸売業、小売業40.4%などとなっている(図表14)。地域を支える産業である医療福祉と建設業の増加率が高いことがうかがえる。

(2) 都道府県別外国人労働者数

2024年10月末の外国人労働者数を都道府県別で見ると、東京58.6万人(25.4%)、愛知23万人(10.0%)、大阪17.5万人(7.6%)となっている(図表15)。

また、全国の外国人労働者数について2019年10月末と24年10月末の5年間を比較すると、19年10月末の166万人から24年10月末の230万人へと64万人(38.8%)増加しており、全ての都道府県で増加している。増加数の多い都道府県は東京都(10万人)、大阪府(6.9万人)、愛知県(5.5万人)などである(図表16)。

図表15 外国人労働者数が多い都道府県(2024年)

都道府県	外国人労働者数(人)	全国比(%)
東京都	585,791	25.4
愛知県	229,627	10.0
大阪府	174,699	7.6
神奈川県	134,101	5.8
埼玉県	120,062	5.2
千葉県	92,516	4.0
静岡県	81,560	3.5
福岡県	76,199	3.3
兵庫県	66,165	2.9
茨城県	61,909	2.7

出典：厚生労働省『外国人雇用状況』の届出状況まとめ(令和6年10月末時点)より作成

図表16 外国人労働者の増加数が多い都道府県(2019-24年)

都道府県	外国人労働者増加数(人)	外国人労働者増加率(%)
東京都	100,446	20.7
大阪府	69,320	65.8
愛知県	54,508	31.1
埼玉県	44,237	58.3
神奈川県	42,520	46.4
千葉県	32,103	53.1
兵庫県	25,082	61.1
茨城県	24,664	66.2
福岡県	23,669	45.1
北海道	19,494	79.9

出典：厚生労働省『外国人雇用状況』の届出状況まとめ(令和元年10月末時点)、同(令和6年10月末時点)より作成

(3) 建設業に従事する外国人労働者

次に、建設業に従事する外国人労働者数について見る。

2024年10月末時点で建設業に従事する外国人労働者は、東京都(2万7千人)、神奈川県(1万7千人)、埼玉県(1万6千人)と首都圏で多い(図表17)。しかし、全産業(図表15)ほど東京都に集中していない。

また、全国の建設業に従事する外国人労働者について2019年10月末と24年10月末の5年間を比較すると、19年10月末の9万3千人から24年10月末の17万8千人へと2倍近く増加しており、全ての都道府県で増加している。増加数の多い都道府県は東京都(1万2千人)、神奈川県(8千人)、埼玉県、大阪府、愛知県(いずれも7千人)などである(図表18)。

次に建設業に従事する外国人労働者の増加率について

図表17 建設業に従事する外国人労働者数が多い都道府県(2024年)

都道府県	外国人労働者数(人)	全国比(%)
東京都	26,954	15.2
神奈川県	17,078	9.6
埼玉県	16,016	9.0
愛知県	15,924	9.0
大阪府	13,081	7.4
千葉県	11,398	6.4
福岡県	6,794	3.8
静岡県	5,434	3.1
兵庫県	5,339	3.0
北海道	4,810	2.7

出典：厚生労働省「『外国人雇用状況』の届出状況まとめ(令和6年10月末時点)」より作成

図表18 建設業に従事する外国人労働者増加数が多い都道府県(2019-2024年)

都道府県	外国人労働者増加数(人)	外国人労働者増加率(%)
東京都	11,546	74.9
神奈川県	8,020	88.5
埼玉県	7,229	82.3
大阪府	7,197	122.3
愛知県	6,998	78.4
千葉県	6,004	111.3
福岡県	3,152	86.5
兵庫県	3,097	138.1
北海道	2,655	123.2
静岡県	2,476	83.7

出典：厚生労働省「『外国人雇用状況』の届出状況まとめ(令和元年10月末時点)」、同(令和6年10月末時点)より作成

図表19 建設業に従事する外国人労働者増加率上位の都道府県(2019-24年)

都道府県	外国人労働者増加率(%)	外国人労働者増加数(人)
秋田県	225.3	205
長崎県	161.5	546
和歌山県	150.7	211
栃木県	143.6	1,284
滋賀県	139.6	621
兵庫県	138.1	3,097
大分県	136.1	769
宮崎県	132.9	521
島根県	127.9	307
山梨県	127.8	528

出典：厚生労働省「『外国人雇用状況』の届出状況まとめ(令和元年10月末時点)」、同(令和6年10月末時点)より作成

て見る。

2019年10月末と24年10月末を比較すると建設業に従事する外国人労働者数は多い県で2~3倍と増加

しており、増加率が上位の県は全国に分散している(図表19)。

これらから分かることは、建設業に従事する外国人労働者は全国で増加しており、地域別では、増加数は首都圏など都市部で多く、増加率は地方部で比較的高い。

5 近年の外国人入国超過数増加を考慮した将来外国人人口の試算

(1) 近年の外国人入国超過数の増加

ここまで、外国人労働者について見てきたが、再び人口の将来推計に立ち戻る。

第2章で言及した社人研中位推計における外国人の入国超過数は、同報告書によれば、「直近5年の動向のうち、新型コロナウイルスの世界的流行の影響を受けた2020年を除いた2016~2019年の平均値を求め、それを一定として2040年までの仮定値とした^{xx}」とされている。ここでの仮定値とされている外国人入国超過数は、総務省人口推計に基づく外国人入国超過数の平均^{xxi}と等しく^{xxii}、男女計で約16万4千人である。

ところが、新型コロナウイルスの流行後である直近2023、24年の総務省人口推計に基づく外国人入国超過数は、新型コロナウイルス流行前のデータを使用している社人研中位推計より大幅に多く、23年と24年の外国人入国超過数の平均値(各年10月1日現在)を計算すると約29万1千人となる^{xxiii}。この数値を用いると、外国人入国超過数は、社人研中位推計が仮定している入国超過数よりも年間約12万7千人多くなる。

ちなみに、昨年12月に公表された25年7月の総務省人口推計に基づく外国人人口確定値は374万8千人で前年同月と比較して32万9千人の増加であり^{xxiv}、出生、死亡等も含まれるため単純に入国超過数との比較はできないが、23年と24年の外国人入国超過数の平均を上回る水準となっている。また、住民基本台帳人口では、外国人住民の24年1月1日から25年1月1日までの社会増減数は国外からの転入超過で34万人であり、自然増加数は1万4千人である^{xxv}。なお、是川(2025)においても、社人研中位推計より速いペースで外国人人口が1割を超える可能性があることは指摘

されている^{xxvi}。

(2) 近年の外国人入国超過数を考慮した将来外国人人口の試算

上述した近年の外国人入国超過数の社人研中位推計における仮定値との差である年間約12万7千人が新型コロナウイルスの流行後の2023年以降毎年単純に加わっていきと考えると、将来の日本における外国人人口の試算を行う(本試算を以下、近年の外国人入国超過数を考慮した将来外国人人口の試算結果という。図表21では、今回外国人人口試算。)^{xxvii}。

全国推計人口によれば、近年の自然増減と国籍異動による外国人数の増減の合計は1万人以下であり、試算においては増加した外国人によって生じる自然増減(出生、死亡)、国籍異動について考慮していない。

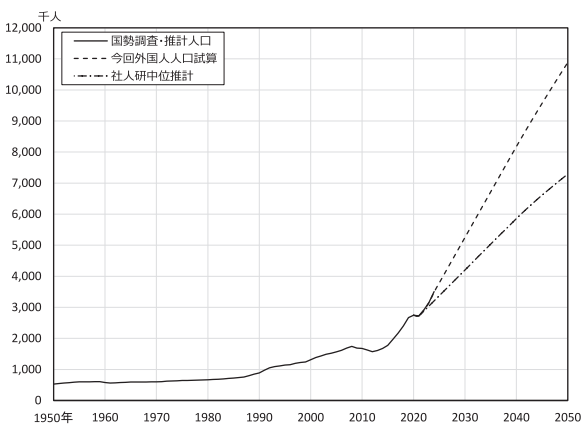
この近年の外国人入国超過数を考慮した試算結果において、外国人人口は2030年において社人研中位推計より約105万人多い525万人、40年は約232万人多

図表20 近年の外国人入国超過数を考慮した将来外国人人口の試算結果

年	2025	2030	2035	2040	2050
外国人人口(千人)	3,785	5,250	6,717	8,176	10,885
外国人人口比率(%)	3.1	4.3	5.7	7.1	10.1

出典：筆者試算結果による

図表21 日本の外国人人口と将来試算



出典：総務省「国勢調査」、総務省統計局「我が国の推計人口(大正9年～平成12年)」、総務省統計局「長期時系列データ(平成12年～令和2年)」、総務省統計局「各年10月1日人口」(2021～2024年)、国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口(令和5年推計)」出生中位(死亡中位)推計および筆者による近年の外国人入国超過数を考慮した将来外国人人口の試算結果より作成

い817万6千人、50年は約359万人多い1088万5千人となる^{xxviii}。将来外国人人口試算を加味した日本の総人口に占める外国人人口比率は、この試算を続けていくと、社人研中位推計より20年早く2050年に10%を超える(図表20、図表21)。

国際的な社会移動にのみ着目しているが、直近の外国人入国超過数が継続した場合に考えられ得る試算である。

6 近年の外国人入国超過数を考慮した日本の総人口の試算

前章で述べた「近年の外国人入国超過数を考慮した将来外国人人口の試算結果」を用いて、将来の日本の総人口を試算する^{xxix}(本試算を以下、近年の外国人入国超過数を考慮した日本の総人口の試算結果という。図表22では、今回試算。)

試算の結果、日本の総人口は2030年において社人研中位推計より約105万人多い1億2116万人、40年は約232万人多い1億1516万人となる。この場合、試算に基づく40年の全国人口は20年人口の91.3%(社人研中位推計では89.4%)となり、20年人口の9割を切らない(図表22)。

7 近年の外国人入国超過数を考慮した日本の地域別将来人口の試算

(1) 地域別将来人口の試算

国立社会保障・人口問題研究所は、市区町村別人口について、「日本の地域別将来推計人口(令和5年推計)^{xxx}」(以下、地域別将来推計人口)を公表している。この地域別将来推計は、各市区町村別に、基準人口、将来の生残率、移動率、子ども女性比等を設定し、推計値を求めた後、推計対象とした市区町村の男女・年齢別推計人口が社人研中位推計と一致するよう一律補正されている^{xxxi}。

ここでは、この精緻な推計内容には立ち入らず、市区町村別総人口について、地域別将来推計人口に、第5章で求めた近年の外国人入国超過数を考慮した将来外国人人口の試算結果に基づいて地域別将来人口を試算する(本試算を以下、近年の外国人入国超過数を考

図表22 近年の外国人入国超過数増加を考慮した
日本の総人口の試算結果

年	2020	2025	2030	2035	2040
今回試算(総人口・千人)	126,146	123,672	121,162	118,322	115,158
2020年人口比(今回試算)	100	98.0	96.0	93.8	91.3
2020年人口比(社人研中位推計)	100	97.7	95.2	92.5	89.4

(注記1) 2020年は、今回試算、2020年人口比(社人研中位推計)ともに国勢調査結果を用いている。

(注記2) 人口比は2020年を100とした。

出典：筆者による近年の外国人入国超過数を考慮した日本の総人口の試算結果および国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口(令和5年推計)」出生中位(死亡中位)推計より作成

図表23 今回地域別人口試算に基づく2020年から30年までの
人口増加率が高い市区町村と外国人増加指数

市区町村	都道府県	指数	外国人 増加指数 (2019-25年)	(参考) 社人研 「地域別将来推計人口」 で人口増加率が高 い市区町村	都道府県	指数
大阪市中央区	大阪府	116.4	4.59	流山市	千葉県	112.8
中央区	東京都	115.1	2.98	中央区	東京都	112.3
流山市	千葉県	113.5	0.76	大阪市中央区	大阪府	112.1
赤井川村	北海道	113.3	25.84	印西市	千葉県	110.8
大阪市浪速区	大阪府	112.5	6.70	千代田区	東京都	109.9
印西市	千葉県	112.3	1.60	大阪市北区	大阪府	109.3
大阪市西区	大阪府	112.1	3.17	さいたま市緑区	埼玉県	109.3
大阪市北区	大阪府	111.7	2.66	大阪市西区	大阪府	109.2
千代田区	東京都	111.2	1.45	中城村	沖縄県	108.9
大阪市天王寺区	大阪府	110.7	2.68	港区	東京都	108.7
台東区	東京都	110.1	2.41	大阪市天王寺区	大阪府	108.2
さいたま市緑区	埼玉県	110.0	0.76	台東区	東京都	107.9
文京区	東京都	109.8	2.31	文京区	東京都	107.6
港区	東京都	109.7	1.11	江東区	東京都	107.4
江東区	東京都	109.3	2.06	長久手市	愛知県	107.1
中城村	沖縄県	109.1	0.27	与那原町	沖縄県	107.0
恩納村	沖縄県	109.0	6.11	つくば市	茨城県	107.0
つくば市	茨城県	108.8	1.90	八重瀬町	沖縄県	106.9
菊陽町	熊本県	108.4	1.61	菊陽町	熊本県	106.9
大阪市福島区	大阪府	107.8	1.48	横浜市西区	神奈川県	106.6

(注記1) 指数は2020年国勢調査人口を100とした。

(注記2) 外国人増加指数は在留外国人の2020年国勢調査人口100人当たり増減数(2019年6月-25年6月)である。

出典：筆者による今回地域別人口試算、外国人増加指数および国立社会保障・人口問題研究所「日本の地域別将来推計人口(令和5年)」より作成

慮した日本の地域別将来人口の試算結果という。図表23、図表24、図表25では、今回地域別人口試算。)

全国で生じている外国人入国超過数上ぶれ分の市区町村への配分は、各市区町村の2019年6月末から25年6月末までの在留外国人増加数の全国比で行う^{xxxii}。なお、2015年国勢調査(不詳補完結果(遡及推計))と2020年国勢調査(不詳補完結果)間の外国人人口増加数と15年6月から20年6月までの在留外国人増加数の

相関係数は、都道府県ベースでは0.992、市区町村(特別区を含み、政令市は区単位)ベースで0.915であった^{xxxiii}。

(2) 外国人増加指数と試算した将来地域人口の関係

上述した地域配分について、簡単な式にすれば、以

下のとおりとなる。

$$\begin{array}{l} \text{近年の外国人入国超過数を} \\ \text{考慮した日本の地域別} \\ \text{将来人口の試算結果} \end{array} = \begin{array}{l} \text{地域別} \\ \text{将来推計} \\ \text{人口} \end{array} + \begin{array}{l} \text{外国人入国超過数上ぶれ分の} \\ \text{今回試算における地域配分} \\ \text{(外国人増加指数} \times \text{係数)} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{外国人入国超過数上ぶれ分の} \\ \text{今回試算における地域配分} \\ \text{(外国人増加指数} \times \text{係数)} \end{array} = \begin{array}{l} \text{全国外国人} \\ \text{入国超過数} \\ \text{上ぶれ分} \end{array} \times \begin{array}{l} \text{在留外国人地域増加数} \\ \text{在留外国人全国増加数} \end{array}$$

地域別将来人口の試算結果を指数としてみるため下の式全体を地域人口で割ると、右辺に(在留外国人地域増加数)÷(地域人口)が生じ、これを100倍した数値が外国人増加指数であることから、外国人入国超過数上ぶれ分の地域配分は外国人増加指数に係数をかけたものとなる。したがって、今回の試算においては第3章で述べた外国人増加指数は、外国人の転入超過が続く場合、地域の将来人口に影響を及ぼすこととなる。

(全国外国人入国超過数上ぶれ分)を(在留外国人全国増加数)で割った数値を100で割った係数はおおむね0.001136となり、この係数と各市区町村の外国人増加指数を2020年国勢調査の人口に乗じると、今回の試算で加えられた各市区町村の25年以降毎年の外国人転入超過数の上ぶれ分が計算できる^{xxxiv}。

8 2030年、2040年における近年の外国人入国超過数を考慮した地域人口の変化

(1) 近年の外国人入国超過数を考慮した日本の地域将来人口の試算結果において人口増加率が高い市区町村

近年の外国人入国超過数を考慮した日本の地域別将来人口の試算結果と社人研中位推計でそれぞれ2030年、40年における20年と比較した人口増加率が高い市区町村を示すと以下のとおりである(図表23、図表24)。

これらの図表を見ると、外国人入国超過数の増加に伴い、大阪、東京の都心部や北海道、沖縄のリゾート地などが外国人入国超過数の増加に伴い、人口増加することが分かる。

(2) 近年の外国人入国超過数を考慮した日本の地域別総人口の試算結果において人口指数(2020年=100)が全国平均と近い市区町村と外国人増加指数

近年の外国人入国超過数を考慮した将来外国人人口の試算(2020年=100)によれば、2040年の全国人口の指数は91.3と社人研中位推計での同年の指数89.4から、1.8ポイント人口減少が緩和する。

ここで、試算の結果、2040年において2020年を100とする人口指数の全国平均と近い市区町村に変化があるのか確認した。

すると、今回試算により地域別将来推計より2ポイント以上指数が上昇した市区町村が、3市町入っている(図表25)。また、あきる野市、掛川市の外国人増加指数は全国平均と近く、今回地域別人口試算と社人研「地域別将来推計人口」の双方で全国平均に近くなっている。なお、外国人増加指数の全国平均は0.89であり、全国平均より低い市区町村においては、将来人口への外国人入国超過による影響は比較的小さい。

おわりに

ここまで、様々な角度から近年急激に増加する外国人人口や在留外国人、外国人労働者について俯瞰した。

本論考で確認できたことは

- ①日本の外国人人口は従来の想定以上の速度で増加している。
- ②外国人人口の増加は日本の人口減少を緩和する。
- ③外国人人口の増加は地域人口にも大きな影響を及ぼす。
- ④外国人人口増加の広がり、従来外国人があまり見られなかった全国の市区町村に及んでいる。
- ⑤以前から在留外国人が多かった東京、大阪などの都市部では在留外国人の増加数が多く、在留外国人が少なかった地方部では在留外国人の増加率が高い。
- ⑥産業別で見ると、医療、福祉、建設業など地域を支える基幹的な産業で近年の外国人労働者増加率が高い。

図表24 今回地域別人口試算に基づく2020年から40年までの
人口増加率が高い市区町村と外国人増加指数

市区町村	都道府県	指数	外国人増加指数 (2019-25年)	(参考) 社人研 「地域別将来推計人口」 での人口増加率が高い 市区町村	都道府県	指数
赤井川村	北海道	132.8	25.84	中央区	東京都	120.8
中央区	東京都	127.0	2.98	流山市	千葉県	118.4
大阪市中央区	大阪府	122.1	4.59	千代田区	東京都	116.9
流山市	千葉県	119.9	0.76	港区	東京都	116.4
千代田区	東京都	119.9	1.45	中城村	沖縄県	115.9
大阪市西区	大阪府	119.2	3.17	印西市	千葉県	115.4
大阪市浪速区	大阪府	119.1	6.70	台東区	東京都	113.3
港区	東京都	118.8	1.11	大阪市西区	大阪府	112.6
印西市	千葉県	118.7	1.60	大阪市中央区	大阪府	112.6
台東区	東京都	118.2	2.41	さいたま市緑区	埼玉県	112.5
恩納村	沖縄県	117.4	6.11	文京区	東京都	112.2
文京区	東京都	117.0	2.31	江東区	東京都	111.5
大阪市北区	大阪府	116.8	2.66	大阪市北区	大阪府	111.3
中城村	沖縄県	116.4	0.27	つくばみらい市	茨城県	110.6
江東区	東京都	115.8	2.06	八重瀬町	沖縄県	110.4
ニセコ町	北海道	115.1	7.88	守谷市	茨城県	110.1
大阪市天王寺区	大阪府	114.6	2.68	滑川町	埼玉県	110.0
豊島区	東京都	114.5	2.68	与那原町	沖縄県	110.0
さいたま市緑区	埼玉県	114.0	0.76	横浜市西区	神奈川県	109.5
つくばみらい市	茨城県	112.9	1.09	大阪市福島区	大阪府	109.5

(注記1) 指数は2020年国勢調査人口を100とした。

(注記2) 外国人増加指数は在留外国人の2020年国勢調査人口100人当たり増減数(2019年6月-25年6月)である。

出典：筆者による今回地域別人口試算、外国人増加指数および国立社会保障・人口問題研究所「日本の地域別将来推計人口(令和5年)」より作成

図表25 2020年から40年までの人口動向が全国平均と近い市区町村と外国人増加指数
(近年の外国人入国超過数を考慮した日本の地域別将来人口の試算結果による)

市区町村	都道府県	指数 (全国平均=91.29)	外国人増加指数 (2019-25年)	(参考) 人口動向が社人研 「地域別将来推計人口」 による全国平均と近い 市区町村	都道府県	指数 (全国平均=89.45)	外国人 増加指数 (2019-25年)
広川町*	福岡県	91.30	1.41	松山市	愛媛県	89.44	0.37
前橋市*	群馬県	91.24	1.20	安曇野市	長野県	89.42	0.32
岩沼市*	宮城県	91.22	1.04	逗子市	神奈川県	89.48	0.27
鹿児島市	鹿児島県	91.21	0.35	千葉市若葉区*	千葉県	89.49	1.63
下野市	栃木県	91.38	0.78	あきる野市	東京都	89.40	0.86
横浜市栄区	神奈川県	91.19	0.53	里庄町	岡山県	89.53	0.51
あきる野市	東京都	91.19	0.86	本庄市*	埼玉県	89.37	1.43
掛川市	静岡県	91.13	0.85	掛川市	静岡県	89.36	0.85
小笠原村	東京都	91.12	0.51	松江市	島根県	89.35	0.34
和泉市	大阪府	91.48	0.75	弥富市*	愛知県	89.55	2.20

(注記1) 指数は2020年国勢調査人口を100とした。

(注記2) 外国人増加指数は在留外国人の2020年国勢調査人口100人当たり増減数(2019年6月-25年6月)である。

(注記3) 全国平均に近い順に記載した。

(注記4) *印は今回地域別人口試算による指数が2.0以上、社人研中位推計による指数より高い市区町村。

(注記5) 外国人増加指数の全国平均は0.89。

出典：筆者による今回地域別人口試算、外国人増加指数および国立社会保障・人口問題研究所「日本の地域別将来推計人口(令和5年)」より作成

い。

⑦在留外国人が大きく増加する地域は偏在しており、現在の増加状況が継続した場合、外国人人口の大幅な増加が見られる地域は大都市の中心部やリゾート地等を中心とした地域である。しかし、首都圏近郊などの一部の市区町村や地方部の市町村においても、外国人人口の増加が見られる地域があり、どのような市区町村で在留外国人が増加するのかは必ずしも明らかではない。

⑧小規模な市町村で外国人人口が増加すれば、その地域人口のかなりの部分が外国人で占められる場合もあり得る。

⑨外国人増加指数(単位人口当たり在留外国人増加数)により、全国での外国人増加の状況が市区町村の人口規模によらず把握でき、現在の外国人入国超過状況が続いた場合の人口動向も試算できる。

等である。

現在、外国人については、自治体において様々な取り組みがなされるとともに、国において検討が進められている。本論考が人口減少が進む日本で、地域や産業を支え、次第に存在感を増してきている外国人に対する政策と日本の将来像を考える上での一助となれば幸いである。

【参考文献および注】

ⁱ 本論考で扱う「外国人人口」は国勢調査が調査対象としている以下の外国人の人口である。

「日本国内に常住する外国人は、基本的に調査の対象としていますが、次の者は調査の対象から除外しています。

①外国政府の外交使節団・領事機関の構成員(随員を含む。)及びその家族

②外国軍隊の軍人・軍属及びその家族

「調査した人口については『常住人口』です。常住人口とは、調査時に常住している場所で調査する方法(常住地方式)による人口をいいます。ここで『常住している』とは、当該住居に3カ月以上にわたって住んでいるか、又は住むことになっていることをいい、3カ月以上にわたって住んでいる住居又は住むことになっている住居のない者は、調

査時にいた場所に『常住している』とみなしていません。《注意点》略

総務省統計局「令和2年国勢調査 調査結果の利用案内 —ユーザーズガイド— III 国勢調査の結果で用いる用語の解説」、p.15

ⁱⁱ 在留外国人については政府統計の総合窓口(e-stat)内の法務省出入国在留管理庁「在留外国人統計 用語の解説」により以下のとおり解説されている。

在留外国人：中長期在留者及び特別永住者

中長期在留者：出入国管理及び難民認定法上の在留資格をもって我が国に在留する外国人のうち、次の①から④までのいずれにもあてはまらない者である。

なお、次の⑤及び⑥の者も中長期在留者ではない。

①「3月」以下の在留期間が決定された者

②「短期滞在」の在留資格が決定された者

③「外交」又は「公用」の在留資格が決定された者

④ ①から③までに準ずるものとして法務省令で定める者(「特定活動」の在留資格が決定された、

台湾日本関係協会の本邦の事務所若しくは駐日パレスチナ総代表部の職員又はその家族、デジタルノマド(国際的なリモートワーク等を目的として本邦に滞在する者)又はその配偶者・子)

⑤ 特別永住者

⑥ 在留資格を有しない者

ⁱⁱⁱ 「国勢調査」(総務省)、「我が国の推計人口(大正9年～平成12年)」(総務省統計局)、「長期時系列データ(平成12年～令和2年)」(総務省統計局)

^{iv} 本論考において「日本の総人口」は日本人人口と外国人人口を合計した人口である。

なお、地域・人口の範囲は、総務省統計局による長期時系列データ「我が国の推計人口(大正9年～平成12年)」付表のとおりである。ちなみに、同付表によれば地域の範囲については、大正9年～昭和19年まで「沖縄県、小笠原及び千島を含む47(都)道府県」、昭和20年以降はおおむね「推計時現在我が国行政権の及ぶ地域」とされている。人口の範囲を含め詳細は同付表を参照されたい。

^v 1945年から1971年までの人口には沖縄県を含んでいない。1945年の人口は人口調査結果を補正した人口(11月1日現在)である。

- vi 「長期時系列データ(平成12年～令和2年)」(総務省統計局)、「各年10月1日現在人口」(2021年、2022年、2023年、2024年)(総務省統計局)
- vii 国立社会保障・人口問題研究所(2023)、日本の将来推計人口 令和5年推計(人口問題研究資料第347号)
https://www.ipss.go.jp/pp-zenkoku/j/zenkoku2023/pp2023_ReportALLc.pdf
- viii 日本の将来推計人口の推計の対象は、外国人を含む日本に常住する総人口で、国勢調査の対象と同一である。(同書、p.1)
- ix 同書、p.139
- x 「我が国の推計人口(大正9年～平成12年)」(総務省統計局)付表「各統計表別推計方法等一覧、出典一覧、人口推計で基準人口とした国勢調査等人口一覧」(2000)
- xi 外国人人口は総人口から日本人人口を控除した人口である。
- xii 総務省統計局「我が国の推計人口(大正9年～平成12年)」には1920年以降の総人口が記録されているが、日本人人口が記録されるのは1950年からであり、連続性のある外国人人口を計算できるのは1950年以降である。
- xiii 国立社会保障・人口問題研究所(2023)、p.36、p.127
- xiv 同書、p.27、p.38
- xv 社人研中位推計の外国人人口を求めるに当たっても、総人口から日本人人口を控除して計算した。
- xvi 浜松市においては、2024年1月から中区、東区、西区、南区、北区(三方原地区)が中央区となり、北区(三方原地区以外)と浜北区が浜名区となっている。浜松市において、19年6月末の行政区域と比較を可能とするため、25年6月末現在の中央区、浜名区の在留外国人人口の合計を中区、東区、西区、南区、北区(三方原地区を含む)、浜北区に配分した。町丁目別の在留外国人数は公表されていないため、配分にあたっては、25年6月1日現在の浜松市の行政区別世帯数人口と19年6月末の浜松市中区、東区、西区、南区、北区、浜北区の在留外国人数を用いた。
- xvii 在留外国人数が2019年6月末の表示なしから25年6月末には表示されている4村は増加率最大値(図表10では200%超)とし、在留外国人数が2019年6月末、2025年6月末とも表示されていない2村は増加率0として集計した。
- xviii 福島県双葉町においては、2020年国勢調査において、該当数字がないため、白色としている。また、歯舞群島、色丹島、国後島および択捉島について白色としている。
- xix 厚生労働省(2025)、「外国人雇用状況」の届出状況まとめ(令和6年10月末時点)
https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage_50256.html、2025年12月10日
- xx 国立社会保障・人口問題研究所(2023)、pp.50-52
- xxi 総務省「人口推計」(各年10月1日現在人口・参考表1)(2016～2019年)
- xxii 国立社会保障・人口問題研究所(2023)、p.134
- xxiii 総務省「人口推計」(各年10月1日現在人口)参考表1 外国人人口の入国超過数について2023年分と2024年分を平均した。
- xxiv 総務省統計局(2025)、人口推計—2025年(令和7年)12月報—
<https://www.stat.go.jp/data/jinsui/pdf/202512.pdf>
- xxv 総務省自治行政局「住民基本台帳に基づく人口、人口動態及び世帯数(令和7年1月1日現在)」
https://www.soumu.go.jp/main_content/000892947.pdf
- xxvi 是川夕(2025)、『ニッポンの移民 増え続ける外国人とどう向き合うか』、pp.14-15、筑摩書房
- xxvii 2022年については、全国推計人口で示された外国人人口の入国超過数と社人研中位推計の假定値の差分を社人研中位推計に加えている。
- xxviii 社人研中位推計では、2041年以降の外国人入国超過数は、40年の男女年齢別入国超過率を総人口にかけ合わせているため、緩やかに減少していくが、本試算では41年以降も社人研中位推計に年間約12万7千人を単純に加えている。
- xxix 国立社会保障・人口問題研究所においても、令和5(2023)年推計において様々な外国人入国超過数假定(万人単位で0、5、6.9、10、25、50、75、100)による定量的シミュレーションを公表している。詳

細は、「合計特殊出生率・外国人入国超過数仮定による感応度分析(令和3(2021)~102(2120)年)(総人口)」を参照されたい。2023年と2024年の平均外国人入国超過数を用いた筆者による総人口の試算はこのうち表C-12.外国人入国超過数25万人(2040年)、出生中位(死亡中位)と2040年に1万人以下の差となる。

^{xxx} 国立社会保障・人口問題研究所(2024)、日本の地域別将来推計人口 令和5年推計(人口問題研究資料第349号)

<https://www.ipss.go.jp/pp-shicyoson/j/shicyoson23/6houkoku/houkoku.pdf>

^{xxxi} 同書、pp. 2-4

^{xxxii} 浜松市においては、2024年1月から中区、東区、西区、南区、北区(三方原地区)が中央区となり、北区(三方原地区以外)と浜北区が浜名区となっている。浜松市において、2019年6月末の行政区域と比較を可能とするため、前出^{xvi}と同じ手法を用いた。

^{xxxiii} 相関係数の算出にあたっては、2015年国勢調査に関する不詳補完結果において、総人口が著しく少なかった福島県のいくつかの町村については組み入れていない。

^{xxxiv} 各市区町村への海外からの外国人転入超過数そのものも同様な計算により試算できる。

一般財団法人経済調査会

当会は、東京経済調査会として1946年に創立され、戦後の物価、生活費、賃金等に関する実態調査の結果を経済調査報告書『物価版』にまとめ、情報を提供したのが始まりです。1951年6月にそれまでの事業活動が経済安定本部(現・内閣府)に認められ、財団法人経済調査会へと改組されます。1954年2月には『積算資料』を刊行し、事業の基礎が築かれました。1985年8月には、経済企画庁(現・内閣府)と建設省(現・国土交通省)共管の公益法人として認可され、建設市場に関わる積算および資材調達のための実態調査を中心とした調査研究と、これに基づく情報提供事業、普及啓発事業を通して社会貢献に努めてきました。

そして2012年6月1日、公益法人制度改革に伴い「一般財団法人経済調査会」として新しいスタートを切りました。

近年、公共工事の品質確保を促進することが強く求められ、資材価格等調査においても高い精度が要請されています。当会は、ISO9001の認証を取得するとともに、「価格調査評価監視委員会」および「価格審査委員会」において外部有識者に審査していただき、調査プロセスの透明性・客観性・妥当性の向上に努めています。また、現下の状況として、社会基盤の効果的な維持管理をはじめ、働き方改革、生産性向上、DX(デジタルトランスフォーメーション)、GX(グリーントランスフォーメーション)の取り組みが進められていますが、インフラ長寿命化や現場の週休二日制、ICTの活用等に伴う公共工事の適切な価格設定が重要であり、建設経済分野の新たなニーズにも的確に対応していきます。

今後も社会から広く信頼される専門調査機関として、なお一層の顧客満足度の向上を図るとともに、社会経済の発展に貢献していく所存です。

経済調査研究所の研究成果

2001年4月に設立された経済調査研究所では、建設経済に関する基礎・一般研究などの自主研究をはじめ、大学等の研究者との共同研究に加え、調査研究などの活動を行っています。自主研究では建設投資および建設経済等の予測、建設資材価格指数の算定、ソフトウェアの開発・運用・管理のコスト分析など、様々なテーマに取り組んでおります。これらの研究成果は、年2回発行の本誌「経済調査研究レビュー」や「季刊建設経済予測」等において公表し、各機関へ無償で配付しています。本誌の内容につきましては、当会のオフィシャルHPにて公開しているとともに、バックナンバーもご覧になれます。

経済調査会オフィシャルサイト：<https://www.zai-keicho.or.jp/>



本研究誌は、執筆者個人の見解を含めて取りまとめたものです。

大切なお知らせ (禁無断複製・転載について)

本誌をコピー、スキャン、データ入力などすることは複製や転載にあたり、必ず当会の許諾が必要となります。また、代行業者などの第三者に依頼して複製・転載することは著作権の侵害に該当します。

なお、設計書(積算書)への引用や、根拠資料として添付する目的で複製することは当会の許諾の範囲内であり、問題ございません。

一般財団法人 経済調査会

本誌のご利用にあたって

本誌に掲載されている内容(以下、「掲載内容」)は、執筆者および当会が企画・編集したものであり、著作権法に規定された「編集著作物」に該当し、その全体が「著作物」として保護されております。

「掲載内容」のご利用にあたって、下記の事項に該当する場合には、あらかじめ当会の許諾が必要であり、当会の許諾無しに下記1. から3. の行為を禁止します。

なお、当会との契約を別途締結している場合にはその範囲内でご利用ができます。ご不明な点はお問い合わせください。

1. 「掲載内容」の全部または一部を複製、転載、翻案、翻訳する場合。
2. 「掲載内容」の全部または一部、あるいはその内容を加工したものを紙媒体、電子媒体、ネットワーク、インターネットなどを利用して販売、譲渡、貸与、配布、公表・公開する場合。
3. 「掲載内容」の全部または一部、あるいはその内容を加工したものを紙媒体、電子媒体、ネットワーク、インターネットなどの手段により複数のコンピュータで共同利用できるようにする場合。

免責事項

1. 「掲載内容」に関する特許、実用新案、意匠登録などの係争について、当会としては一切責任を負わないものとします。
2. 「掲載内容」について、その利用によって生じた損害に関して、当会としては一切の責任を負わないものとします。

プライバシーポリシー

当会の個人情報の取り扱いに関する基本方針については、以下のウェブサイトをご覧ください。

https://www.zai-keicho.or.jp/about_us/compliance/

経済調査会の資料刊行事業

定期刊行物

月刊積算資料	<p>実態調査▶建設資材価格・労務単価・各種料金 土木・建築・設備など各種資材の調査価格、各種賃貸料金、情報サービス料金、ビルメンテナンス料金、公共工事設計労務単価、建築保全業務労務単価を都市別に掲載。 ●B5判 約1,050頁 毎月発刊</p>
季刊土木施工単価	<p>土木工事・下水道工事・港湾工事・地質調査 市場単価／土木工事標準単価 土木、下水道、港湾、地質調査の市場単価、土木工事標準単価の最新単価を網羅。港湾工事の市場単価を掲載しているのは「土木施工単価」だけ。 ●B5判 約670頁 年4冊発刊(春号4月・夏号7月・秋号10月・冬号1月)</p>
季刊建築施工単価	<p>建築・改修・電気設備・機械設備工事費／ビルメンテナンス料金 建築・電気設備・機械設備市場単価、建築工事単位施工単価、耐震・解体・各種改修工事等の調査価格や地質・測量・環境測定分析・ビルメンテナンス・建築保全業務労務単価・建設副産物等の各種料金を掲載。 ●B5判 約710頁 年4冊発刊(春号4月・夏号7月・秋号10月・冬号1月)</p>
デジタル物価版 「石油製品編」	<p>ガソリン・軽油などの石油製品価格をWeb経由(電子書籍)で提供 全国主要都市(陸上48都市、海上24都市)の石油製品価格(ローリー・ミニローリー・スタンド渡し、パトロール給油(軽油)・バージ(海上)渡し)を収録。油種は、ガソリン・灯油・軽油・A重油(一般・LS)・C重油を網羅。製品市況や統計資料も収録。 ●Web経由閲覧 毎月1日・11日・21日発行(1月1日を除く)</p>
積算資料 印刷料金	<p>印刷発生実務&費用積算の決定版 各種印刷物の見積り・積算のために、工程に沿った料金と算出法を掲載。 ●B5判 約400頁 年1冊(2月)発刊</p>
月刊 建設マネジメント技術	<p>最新の建設行政・話題の技術情報 話題性の高いテーマを「特集」に、「最新の行政情報」「施工技術の動向」など建設産業全般の情報・記事を網羅。 ●A4判 約100頁 毎月発刊</p>

専門図書

土木系図書	設計業務等標準積算基準書(同・参考資料) 令和7年度版	A4判／約600頁
	改訂5版 設計業務等標準積算基準書の解説	A4判／約430頁
	工事歩掛要覧〈土木編 上・下〉 令和7年度版	B5判／上約1,820頁 下約1,370頁
	改訂 土木工事積算必携	B5判／約400頁
	〈積算資料〉推進工事中用機械器具等基礎価格表 2025年度版	A4判／約330頁
	改訂 緑化・植栽マニュアル	B5判／544頁
	建設技術者のための現場必携手帳	B6判変型／216頁
	土木技術者のための基礎知識	B5判／約300頁
建築系図書	土木施工の基礎技術	B5判／380頁
	工事歩掛要覧〈建築・設備編〉 令和7年度版	B5判／約800頁
その他	J S S I 免震構造施工標準	A5判／約180頁
	住宅リフォームビジネス必携	B5判／約230頁
	公共調達と会計検査 改訂5版	A5判／約320頁
	公共工事と会計検査 改訂16版	A5判／約630頁
	用地補償と会計検査	A5判／約400頁
牧瀬流 まちづくりすぐに使える成功への秘訣	B6判／326頁	

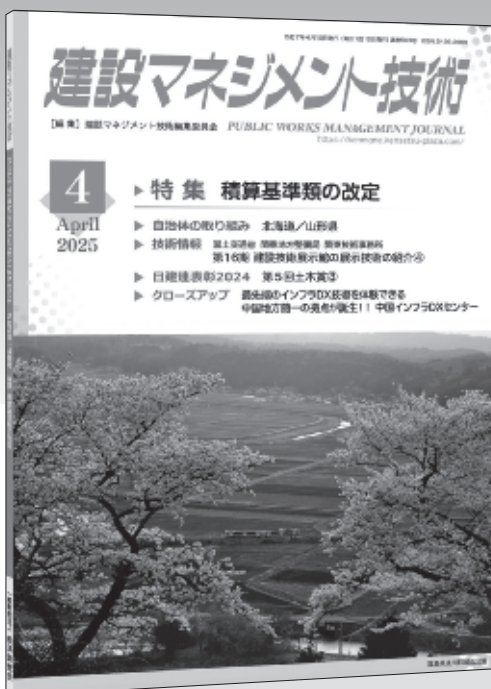
※上記刊行物の詳細は、当会 建設関連図書販売サイト「BookけんせつPlaza」(<https://book.zai-keicho.or.jp>) をご参照ください。



建設マネジメント技術

PUBLIC WORKS MANAGEMENT JOURNAL

HP「BookけんせつPlaza」での購入は
送料無料!! <https://book.zai-keicho.or.jp/>



建設マネジメント技術とは?

国土交通省をはじめ地方自治体・業界団体などが取り組む土木・建築分野における最新情報を幅広くタイムリーにお伝えする月刊誌です。図表・写真を多用して分かりやすく解説するとともに、事例を踏まえて掘り下げて紹介することで実務に役立つ内容となっています。

◇ 建設行政の最新の施策や話題・情報を掲載。

◇ 話題性の高いテーマの「特集」や、最新の「行政情報」「技術情報」など建設産業全般の情報・動向を網羅。

※本誌掲載の記事を読み、学習することは「土木学会」「建設コンサルタンツ協会」のCPD教育制度の「自己学習」に該当します。単位の取得につきましては、申請する各団体により異なりますのでご確認下さい。

A4判／約100頁 定価 1,100円(税込)

FAXでのお申し込みは別途送料660円がかかります。

年間購読の場合はお申し込み方法に関わらず送料無料で。

こんな方におすすめ!

技術士二次試験突破を
目指している方



CPD自己学習の
教材を探している方



最新の建設情報を
把握したい方



内容は、建設マネジメント技術HPで確認ができます!

(特集、行政情報、自治体の取り組み、技術情報)

● お申し込み・お問い合わせは ●

経済調査会出版物管理業務委託先
KSC・ジャパン(株)

☎0120-217-106 FAX 03-6868-0901



詳細・無料体験版・ご購入はこちら!

BookけんせつPlaza 検索

研究助成公募案内

一般財団法人経済調査会では、社会基盤が抱えるさまざまな課題の解決に向けた研究に対する支援として、以下の課題に関する研究を広く募集します。

●研究課題

- ・建設資材価格、工事費等の価格情報の有効活用や積算に関する研究
- ・建設業におけるCN（カーボンニュートラル）、GX（グリーントランスフォーメーション）、DX（デジタルトランスフォーメーション）に関する研究
- ・インフラ等の維持管理、老朽化対策や防災・減災に関する研究
- ・建設業における担い手の確保や働き方改革に関する研究
- ・ソフトウェア開発費の積算に関する研究

●助成対象者

大学、高等専門学校及びこれらに付属する機関等の研究者または民間企業の研究者（学生は除く）

●助成期間

2026年10月1日から2027年9月30日（1年間）

●助成金額

1件につき200万円以内（消費税含む）

●申請方法

当会ホームページより申請書をダウンロードし、必要事項を記入のうえ電子メールにて事務局に提出してください

●提出期限

2026年6月30日（火）

詳細は当会ホームページをご覧ください

<https://www.zai-keicho.or.jp/>

お問い合わせ先

一般財団法人経済調査会 研究助成事務局 e-mail:kenkyuzoyosei@zai-keicho.or.jp
〒108-0014
東京都港区芝5丁目34番2号 ミタマチテラス

一般財団法人 経済調査会 経済調査研究所 宛

E-mail : review@zai-keicho.or.jp

FAX : 03-5777-8227

経済調査研究レビュー 送付等連絡書

送付先の変更、送付の希望、停止などのご要望がございましたら、お手数ですが必要事項をご記入いただき、E-mailまたはFAXにてご連絡ください。

ご要望の内容 (あてはまるものに○) 送付希望・変更・停止・その他()

現在のご送付先 (必ずご記入ください)

送付先住所：〒	
貴事業所名	TEL
部署名	FAX
ご担当者名	E-mail
送付ご変更 (または停止) の理由：	



追加や変更等のご送付先 (変更の場合は、変更箇所のみご記入ください)

送付先住所：〒	
貴事業所名	TEL
部署名	FAX
ご担当者名	E-mail

記入日 年 月 日

ご連絡者名 _____



- 電子商品
- 価格情報
- 土木関連
- 建築関連
- 積算資料ポケット版
- 住宅関連

- 建設行政・技術・情報
- 会計検査関連
- 印刷関連
- インテリアコーディネーター資格試験対策
- 経済調査会データベース

経済調査研究レビュー

economic investigation research review

2026年3月9日 第38号発行

年2回(9, 3月)発行 (通巻38号)

建設総合ポータルサイト
けんせつ Plaza
<https://www.kensetsu-plaza.com>

編集 一般財団法人 経済調査会 経済調査研究所
発行所 一般財団法人 経済調査会
〒108-0014 東京都港区芝5丁目34番2号 ミタマチテラス
電話 (03) 5777-8212
FAX (03) 5777-8227
<https://www.zai-keicho.or.jp>



(禁無断転載)

表紙：中図 富士山付近 文化元(1804)年作
提供：千葉県香取市 伊能忠敬記念館所蔵

