

地下街に関わる持続性・安全性評価指標の研究

STUDY OF THE EVALUATION INDEX ON SUSTAINABILITY AND SAFETY TO AFFECT THE UNDERGROUND SHOPPING CENTER

澤田 基弘^{1*}・廣井 悠²

Motohiro SAWADA^{1*}, U HIROI²

The underground shopping center maintained around major cities in Japan is 78 places. In addition, those architectural area is approximately 1,110,000 square meters. In such situation, in the underground shopping center, a thing passing in 30 years or more after construction is over 80%. It is necessary to find the sustainability to affect maintenances and safety to modify an earthquake or a flood to utilize an underground shopping center as important urban infrastructure in the times pushing forward urban reproduction of Japan. This paper performs evaluation by the index which paid its attention to such sustainability and safety about an underground shopping center, and aims at offering the information which is consulted about the measure which should be implemented in future.

Key Words : urban disaster prevention, underground shopping center, sustainability, safety

1. はじめに

国内の3大都市を主に、政令指定都市及び中核市の一部において、昭和30年代から50年代を中心に整備されてきた地下街は、現在、78箇所あり、その延床面積は約111万㎡に及んでいる。このような中、建設後30年以上経過している地下街が8割を超えており、国土強靱化や都市再生を進めていくなか、大都市ターミナル駅地区や都心部に立地する地下街を今後も重要な都市インフラとして活用していくためには、経営や維持管理等に関わる持続性ととも、地震や水害等に対する安全性を確保していく必要がある。

地下街、地下空間における浸水、地震における避難行動は例えば関根¹⁾ら、山田²⁾らの研究が、被害シミュレーションについては例えば戸田³⁾、石垣⁴⁾の研究がある。また様々な自然災害に対する地下空間の災害シナリオを想定した災害情報の提供については著者ら⁵⁾の研究がある。このように浸水や地震に対する個々の地下街の安全性や避難行動における研究が進められているが、国内全体の地下街について、その持続性及び安全性について総合的に評価を行った研究はこれまで行われていない。

本論文は、国内の地下街を対象に持続性と安全性に着

目した評価指標の抽出とその指標による相対的な総合評価手法の研究を目的としている。また、評価の結果と内容が、地下街の建設年次や様々な地下街に関する規制の変遷による整備水準の変化があるなかにおいて、相対的な評価により、各地下街の機能転換または廃止等の処遇方針、安全性向上の必要性など、各地下街の今後の方針立案に資する基礎的情報の提供に資することを目的としている。

2. 地下街の現状と課題

(1) 地下街の定義

本研究における「地下街は、公共の用に供される地下歩道（地下駅の改札口外の通路、コンコース等を含む）と当該地下歩道に面して設けられる店舗、事務所その他これらに類する施設とが一体となった地下施設であって、公共の用に供されている道路又は駅前広場の区域に係るもの」⁶⁾とする（図-1）。

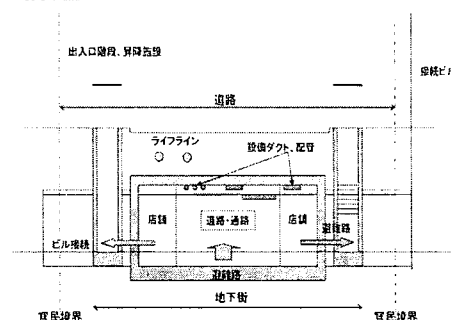


図-1 地下街 断面イメージ

キーワード：都市防災、自然災害、地下街、地下空間、持続性、安全性

¹正会員 名古屋大学大学院環境学研究科, Graduate School of Environmental Studies Nagoya University (E-mail: sawadamotohiro@gmail.com, nagoya-u.ac.jp)

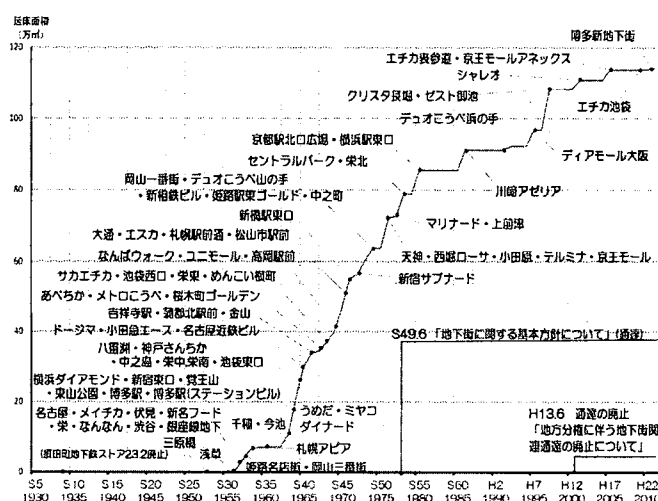
²正会員 名古屋大学減災連携研究センター 准教授, Associate Professor, Disaster Mitigation Research Center, Nagoya University

(2) 地下街の建設過程と現状

戦後では昭和27年（1952年）の三原橋地下街（東京）が、露天商の一部を収容する目的で建設され、建築基準法による建築確認と道路法による道路占用許可を日本で最初に受けた地下街である。その後の昭和30年代にかけては、佐世保駅前（平成14年（2002年）に廃止）、岡山駅前の地方都市でも地下街が開設されるとともに、新宿駅、池袋駅、横浜駅、大阪駅、博多駅の政令都市の拠点駅など、全国各地で建設された。この昭和30年代は、地下駐車場、地下鉄、駅前広場等の都市インフラが整備されるなかで、この公共事業の附帯施設として建設されたものが多い。

昭和40年代では、八重洲、新宿、名古屋、大阪難波等において、1箇所の地下街で数万㎡にわたる大規模な地下街が相次いで建設され、この昭和40年代に建設された地下街の延床面積は45万㎡に達し、全国の約半分の面積が建設されたのがこの時期である。その後の昭和50年代では、「地下街に関する基本方針（昭和49年）」（平成13年廃止）（以下、「基本方針」と呼ぶ）による地下街建設の抑制基調となる基準が出され、この時期は昭和40年代の半分程度となる延床面積24万㎡が建設されたに留まった。一方、この時期以降は「基本方針」をはじめとした地下街に関わる基準等をもとに地下街連絡協議会による許可・指導が行われ、昭和50年代以前の地下街に比較し、その整備水準は格段に向上した。特に昭和61年に開設した川崎アゼリア以降は、この「基本方針」による本格的な調整が図られたものである。また、平成に入ってからでも数万㎡規模の地下街を含めて整備が進められたところがあり、近年では平成17年に天神地下街が延伸する形態で建設され、平成23年には博多駅前において地下街が駅前広場や駅ビル等と合わせ新設されている。

(圖-2)

図-2 地下街の建設過程（年次累計箇所数）⁽⁸⁾に加筆）

(3) 地下街の機能と役割⁸⁾⁹⁾

これまで国内における地下街の建設動機は、様々であるが、①地下鉄開通を契機として多くの地下街が建設され、②東京や横浜では、この地下鉄建設に関連するなかでも、地下駐車場の附帯施設として整備されたものがある。新潟、岡山等の地方都市では地下鉄建設がなくても地下駐車場の建設と結びついて建設されたものがある。さらに、③地上の交通混雑を緩和するため、地下通路を商店街と合わせて建設されたものがある。

(4) 地下街の課題と果たしていくべき役割

a) 都市の安全性向上

現在も地下街は関連法規や自治体による各地下街の「基本方針」により、規制や指導が行われているが都市における歩行者の安全性確保や耐震性能に優れた特定を有しており、今後もその特性を活かした地下街の安全性を維持、確保していく必要がある。

一方で南海トラフ巨大地震（2012年8月及び2013年3月）及び首都直下地震（2013年12月）の被害想定が公表され、地震による地下街の被害様相が示され、防災・減災対策が必要とされている。その被害様相はそれぞれの地震において「揺れにより非構造部材が落下することによる被害」、「地上への出入口や階段等に殺到することによる混乱、転倒、負傷等の事態が懸念される」が示されており、地震に対して強いといわれている地下街についても、このような点について安全性向上の必要性が謳われている。また、都市型局所豪雨等による水害にも対応が必要である。

b) 都市機能の再構築と持続性

地下街は駅ターミナル地区の主要な歩行者ネットワークを担っており、殆どの地下街は重要な都市インフラとして欠かせない施設となっている。

特に公共的な役割を担っていることを著者らは重要視しており、地下街は、都市再開発を促進し、駅ターミナル地区等の価値を向上し、交通円滑化や都市景観の向上とともに、快適で賑わいがあり回遊性のある歩行者ネットワークを提供している。また、震災時には安全が確保されれば帰宅困難者の一時避難場所等の可能性も重要と考えている。このような高い公共性を持つことから、都市における重要な都市インフラとして、地下街という事業が継続し、維持管理も適切に行える仕組みを成立させる持続性についても大切な役割となる。

3. 評価指標（安全性と持続性）

(1) 評価指標の抽出

地下街は前述のとおり、ターミナル地区における歩行者ネットワーク等として、都市機能を支える重要な都市インフラである。これは同時に、経年による老朽化とともに都市において起こりうる災害に対して、a) 安全性を確保する必要がある。また、その安全性を継続的に維持していくためには、地下街という事業を営む主体のb) 持続性を確保する必要がある。

a) 安全性評価指標

安全性評価指標は、上記の老朽化と災害に対する安全性を確保しているかどうかという視点で評価できる指標とする。老朽化に対する安全性は、建設年次とともに、その立地環境、利用環境、維持管理及び修繕状況に相関するものと考えられる。

また、災害に対する安全性は、まず災害発生時の避難のしやすさとして通路の混雑度を測るものとして、①地下街面積当りの利用者数（本研究では最寄り駅乗降客数）、②歩行者発生集中量に対する通路幅員（本研究では店舗面積に対する通路面積の割合）を安全性の評価指標として抽出する。

さらに災害に対する安全性の評価指標については、表-1⁵⁾、表-2⁷⁾に示すように様々な災害種を考慮する必要がある；地震に対しては地下構造物の③耐震性の有無、水害に対しては④津波来襲予測の有無、火災に対しては⑤排煙設備の有無を安全性の評価指標として抽出する。

b) 持続性評価指標

持続性評価指標は、安全性を確保するための地下街事業を営む主体（企業）の経営体力として、維持管理費とその体制を組むために必要な評価指標として、公表されているデータを基本として①資本金、②従業員数を抽出する。本来は取りあげるべき営業利益の数値は公表している地下街が少ないため、これらの指標を用いた。

以上、安全性と持続性の評価指標の抽出についてまとめたものを表-3に示す。

表-1 地下歩行者空間において考慮すべき災害分類及び災害規模例

災害の種類		公表されている主な災害規模（2012.2.調査時点）	
自然災害	地盤災害、地下水（沈下、液状化）	①液状化の予測 ②震度6弱の予測	 地震マップ（名古屋市）
	地震		
	津波、高潮、大規模洪水（高潮と洪水による複合災害）	①現在のところ津波による被害はない。 ②高潮：平成24年度に高潮洪水予測図を公表予定。 ③大規模洪水（右図） 「地下鉄の入口から地下鉄内への浸水」。 「鉄道トンネルを通過して地下街への浸水」が想定される。	
人的災害	洪水（河川氾濫による浸水）	①庄内川、矢田川）浸水深 1～2m（ごく一部、2～3m）。	 洪水イメージ（庄内川河川事務所）
	内水浸水（大雨による浸水）	①浸水深 最大1m。 ②最近の履歴では、2回浸水（H12年東海豪雨、H20年豪雨）。	
	火災		
	テロ		
社会要因的災害		管理不備等による災害 その他災害（放射線、汚染、汚濁等）	 内水ハザードマップ（名古屋市）

表-2 主な大規模災害時における地下街の災害種

災害種	災害種の内容
①地震	- 地下構造物の損壊 - 地下施設等からの火災発生 - 津波による地上出入口や駐車場等からの浸水、がれき浸入 - 破堤による洪水地上出入口や駐車場等からの浸水、がれき浸入
②水害 ・台風 ・集中豪雨	- 河川氾濫（破堤、越流）による地上出入口や駐車場等からの浸水 - 津波、高潮による浸水、損壊 - 内水氾濫による地上出入口や駐車場等からの浸水
③火災	- 地下構造物の損壊 - 地下施設等からの火災発生 - 接続建築ビル地下階からの火災延焼
④テロ	・地下空間（鉄道を含む）での放火、破壊工作など

表-3 評価指標の抽出

評価項目		評価指標
安全性	a) 混雑度	駅乗降客数／面積（利用者数／面積）
	b) 避難時の流動密度	通路面積／店舗面積
	c) 地震動に対する耐震性	耐震性能
	d) 地震津波による危険性	津波来襲予測
	e) 火災時の安全性	排煙設備
持続性	f) 維持管理費捻出への対応性	資本金（利益）
	g) 維持管理体制への対応性	従業員数

(2) 安全性に関わる各評価指標データ

(1)で抽出した安全性についての各評価指標の内容とその評価を次のとおりとする。

a) 混雑度を評価する〔駅乗降客数／面積〕

混雑度の高い地下街は、様々な災害における避難誘導や避難行動において安全性が低くなる。よって、地下街

の面積当りの利用者数を評価指標とする。なお、地下街利用者数のデータが全ての地下街において整備または公表されていないため、本研究では混雑度の指標として、地下街の最寄り駅の駅乗降客数が地下街利用者に関連するものとし、見通した混雑の度合いが高いものを0、低いものを1として評価した。

b) 避難時の流動密度を評価する〔通路面積／店舗面積〕

「地下街に関する基本方針」（平成13年に廃止されているが、次の内容に近い内容で現在も各自治体の該当通達等により踏襲されている）では、地下街の延べ面積及びその構成について、「店舗部分は極力小規模にとどめることを基本として計画する」「店舗等(地下街の公共地下駐車場の部分又は附置義務駐車場及び公共地下歩道を除いた部分をいう)の延べ面積は、公共地下歩道の延べ面積を超えないこと〔地下街店舗延べ面積 $\leq$ 公共地下歩道延べ面積〕」と定められている。

通路面積に対して店舗面積の比率が高いと避難時の歩行者流動密度が高くなり、安全避難の可能性が低くなる。よって、店舗面積に対する通路面積の比率を評価指標とする。ここでは通路面積／店舗面積が1.0以下を下回っているものは、避難時の歩行者流動密度が高くなり安全な避難の可能性が低くなることから、その評価を0とした。また、通路面積、店舗面積の数値は参考文献⁹⁾¹⁰⁾を参考とし、通路面積／店舗面積が1.0以上であればその評価を1とした。

c) 地震動に対する耐震性を評価する〔耐震性能〕

地下街の本体構造物は、建築系(建築基準法)または土木系(トンネル標準示方書(土木学会)、地下鉄基準)のいくつかの方法に準じて設計されており、その後の耐震診断、耐震設計も現時点(2014年6月)では各地下街の個別判断により、実施されているところと、実施されていない地下街などがある⁹⁾。よって、耐震診断等の実際の個別地下街の状況を把握するデータの公表はないため、本研究では、新耐震基準のなかで地下に作用させる震度を初めて規定した建築基準法の改正時期である1981年より以前の地下街の評価を0、以降の地下街を1と評価した。

d) 地震津波による危険性を評価する〔津波来襲予測〕

内閣府による中央防災会議において予測、公表されている津波来襲予測をもとに、地下街の都市に津波の来襲が予測されている都市に含まれる地下街は、その津波来襲時間や津波高さに係らず評価を0、津波来襲の予測がない都市のみ含まれる地下街の評価を1とした。

e) 火災時の安全性を評価する〔排煙設備〕

排煙設備の設置を火災時の避難における安全性を評価する指標とする。排煙設備は、昭和44年(1969年)建築基準法施行令改正(構造基準、出入口歩行距離、排煙設備等)より指導されているものとし、建設年次より排煙設備の有無を判断する。今後は他の評価指標と同様に、この評価指標についてもデー

タを整備する予定である。また、姫路の地下街のように大規模リニューアル時に、排煙設備を持たなかった地下街が、新たに排煙設備を設置する事例が出現しており、このような事例も調査を継続し評価に反映する必要がある。

(3) 持続性に関わる各評価指標データ

同じく(1)で抽出した持続性についての各評価指標の内容とその評価を次のとおりとする。

f) 維持管理費捻出への対応性を評価する〔資本金(利益)〕

地下街事業者ごとに公表されている資本金(営業利益)があるものを評価した。なお、公表していない地下街事業者は、評価は行っていない。

g) 維持管理体制への対応性を評価する〔従業員数〕

地下街事業者ごとに公表されている従業員数とともに、組織体制を公表している地下街を評価した。

4. 地下街の総合評価指標

(1) 総合評価指標

本研究における総合評価指標として、地下街の安全性と持続性を総合的に評価する指標を式(1)に示す。この総合評価指標を用いることで、3章で示した安全性と持続性に関わる評価指標を総合的に評価しながら、潜在する危険性や脆弱性の内容を明らかにすることが可能となる。また、判明した危険性や脆弱性に着目した改善項目を明らかにすることが可能となる。

また、その総合評価指標の結果を踏まえて、地下街に関わる専門家、技術者によるハード対策・ソフト対策を検討するうえでの客観的なデータを提示することが可能となる。さらに、建築士等の技術者と事業を営む経営者によるとの評価指標の重み λ_i (個別評価指標間の重要度)を表す尺度を定義する意識調査によって、双方コミュニケーションが図られ、防災意識と判断力の向上により地下街改修の促進が期待される。

$$U_c = \sum_h \sum_i \sum_t \lambda_i(t, h, c) x_i \quad (1)$$

地下街の総合評価指標 U_c は、個別評価指標 x_i とその相対的重要度 λ_i の積和によって表現する($i = 1 \cdots I$:項目数)。 λ_i は地下街属性 h 、地域属性 c 、時刻 t によって変化する。なお、相対的重要度 λ_i は、本論文では全て同じ重みとしている。

(2) 評価指標の評価方法

評価指標のうち、安全性に関わり面積が公表されている評価指標として、3.(2)のb)に示した「通路面積／店舗面積」について、その評価方法を以下に示し、地下街別に整理した結果を図-3に示す。

「地下街に関する基本方針(昭和49年)」(平成13年廃止)

における地下街の新設及び増設に関する基準では、地下街の延べ面積及びその構成について「地下街店舗延べ面積 $\leq$ 公共地下歩道延べ面積」と定められていることから、これを安全性評価の指標のひとつとして、ここでは通路面積／店舗面積が1.0以下を下回っているものは、避難時の歩行者流動密度が高くなり安全な避難の可能性が低くなることから、その評価点を0とした。また、通路面積／店舗面積が1.0以上であればその評価を1とした。

この指標を個別にみると、火災、震災や水害等が発災した場合の避難時の高い歩行者流動密度を考慮し、店舗面積を減らし通路面積を増やすことが一番に望ましいが、すぐにこれを実現するには困難な場合が多いため、すぐに実施できる方策として避難誘導案内システムや有事には防災情報発信装置として切り替えが可能なデジタルサイネージの設置等のソフト対策が有効である。

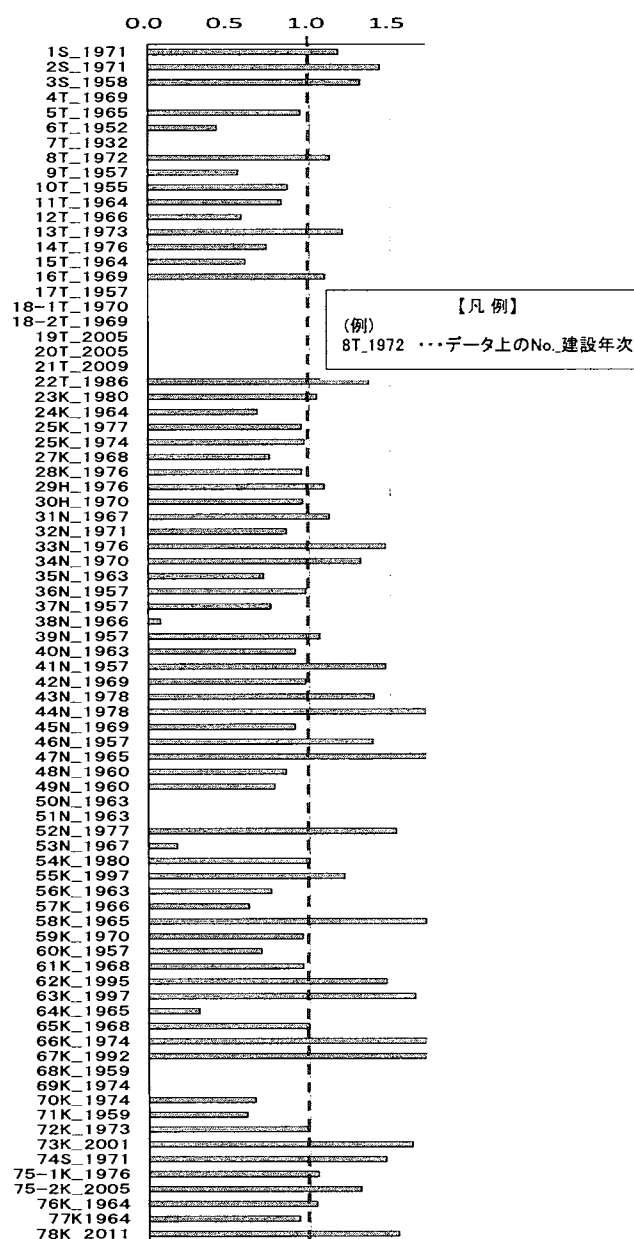


図-3 地下街別〔通路／店舗〕の面積比率
(グラフ表示のないものは数値不明な地下街)

(3) 総合評価の結果と分析

持続性と安全性について評価を行い、総合評価の結果を図-4に示す。また、地下街別の各評価指標データを付録-1に示す。

図-4では横軸に持続性、縦軸に安全性について各指標の評価を積み上げたものを示している。このグラフにおける「エリアA」(左下寄り)の地下街は、持続性・安全性ともに評価が低いものであり、その地下街は財政的に自己資金のみで安全性を高めることは困難であり、ターミナル地区等での公共通路機能として他に代替施設がない場合は、このような地下街については、外部からの財政支援、隣接街区における開発利益による資金の投入が必要である。また、評価が「左下寄り」の地下街で、公共通路機能として他に代替施設がある場合やその地下街自体がなくなっても通路機能は特段、地上の通路を使っても交通処理上、問題がない場合、その地下街は機能転換や廃止を行ったほうが、安全性の確保や財政・資金面の優位性を持つ。

同グラフ「エリアB」(右下寄り)の地下街は、持続性が高いが安全性が低いものであり、これは資金力はあるが、安全性を高めるための資金投入のインセンティブ策の導入や法律や技術者に係る専門家派遣による支援が必要である。

また、同グラフ「エリアC」(左上寄り)の地下街は、安全性が高いが持続性が低いものであり、これは現在は安全性が高いが、今後、資金力が弱く維持管理面や設備更新等において脆弱性が露呈されると、安全性が低くなる可能性がある。このような地下街については、特に維持管理面について、安全維持を継続的に確保する計画を専門家派遣等によって策定し、それを実行することが必要であり、また、それを実施する財政・資金面に援助が望ましい。

さらに、同グラフ「エリアD」(右上寄り)の地下街は、相対的に安全性とともに持続性も高いものであり、ここに属する地下街は自ら強い資金力と組織により継続的に安全性も維持されていくものと考えられる。ここに属する地下街についても、国の補助制度等を活用した財政面・資金面の援助が望ましいと考えられる。

以上のように地下街の総合評価指標によって、地下街の持続性、安全性についての相対的な位置も把握が可能となり、対策の緊急性や今後の地下街としての処遇策を検討するうえで有用な情報を得ることが可能となる。今後、各地下街が駅ターミナル地区等において存続が必要な歩行者ネットワークにあるかどうかを条件につけて評価することを考慮しながら評価、研究を進めていくことを考えている。

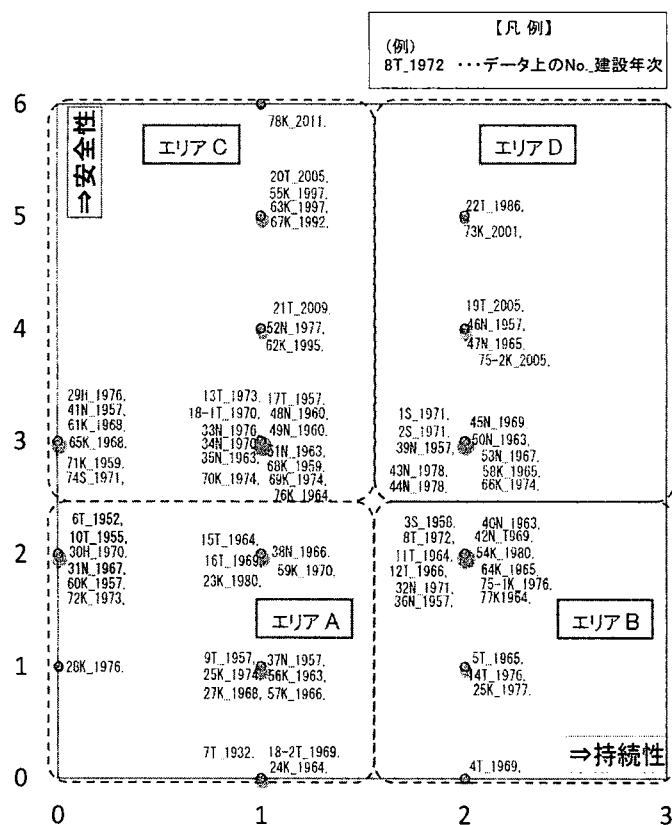


図-4 持続性、安全性の総合評価指標による全体評価

5. まとめ

地下街は不特定多数が利用する建築物として、日本の平均的なビルよりも長期にわたり利用され、今後も、大都市ターミナル駅地区や都心部に立地する重要な都市インフラとして利活用されるものが多いと考えられる。このためには、災害に対する安全性を確保しつつ、より快適な空間づくりのための設備更新等のリニューアルを適切に実施していく必要がある。このため本論文では、全国の地下街を持続性と安全性に着目し、客観的なデータを相対的に評価し、今後、都市インフラとして行政によ

る指導とともに財政支援や、事業者自ら実施すべき対策の参考となる情報を提供する手法を示した。今後は、各評価指標による評価結果の分析等を行い、安全安心な地下街の整備や維持管理に資するための研究を進めていく予定である。

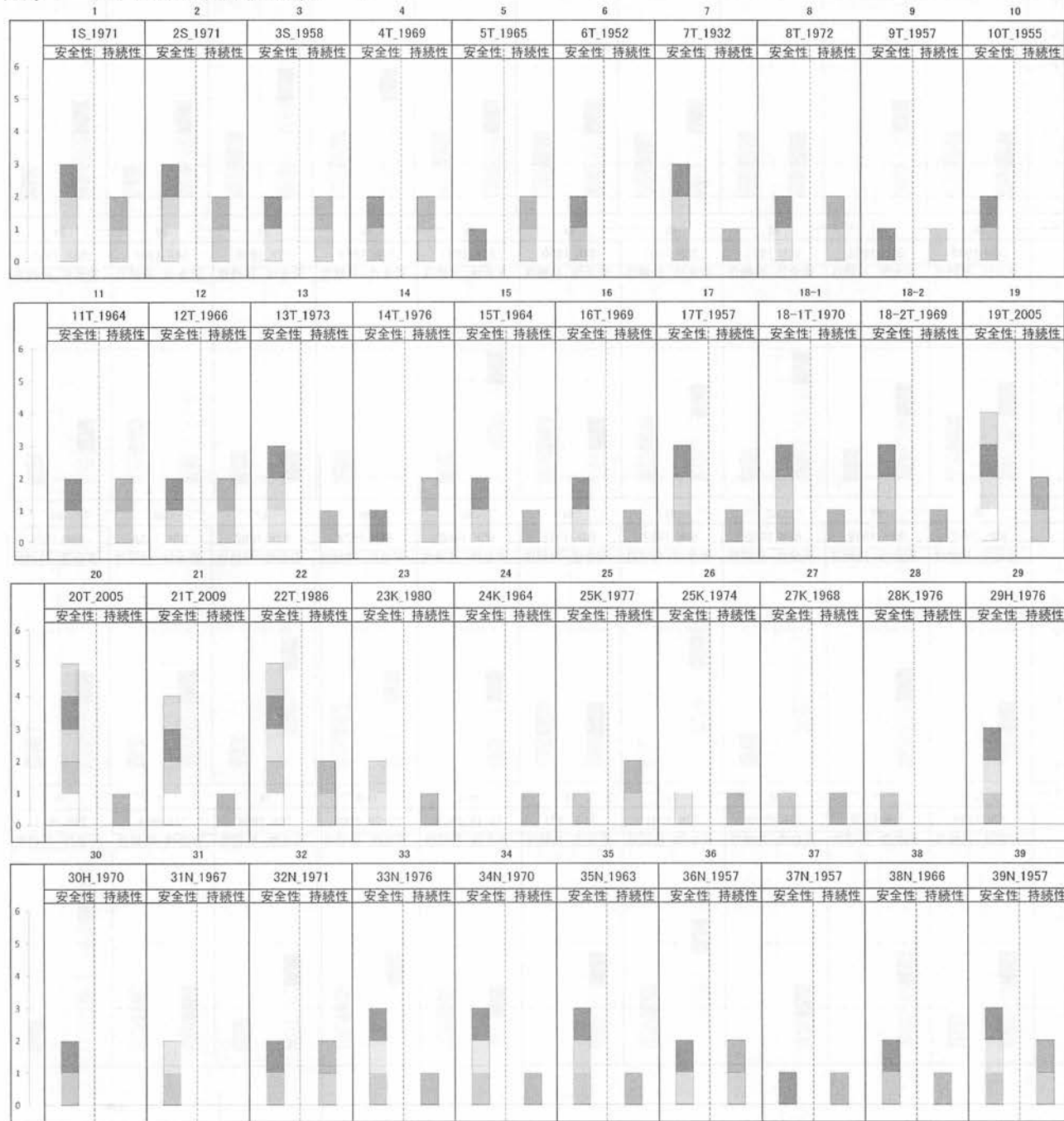
参考文献

- 1) 関根正人, 大野龍馬: 地下空間浸水時の避難行動解析とその実空間への適用, 地下空間シンポジウム論文・報告集, 第17巻, pp.181-186, 2012.
- 2) 山田武志, 大森高樹, 廣井悠, 福井潔: 群集シミュレーションを用いたターミナル駅地下空間における避難安全確保対策の検討, 第16回地下空間シンポジウム, pp. 2013.01
- 3) 戸田圭一, 井上和也, 栗山健作, 前田 修: 大都市の地下空間の氾濫浸水シミュレーション(その2), 地下空間シンポジウム論文・報告集第6巻, 土木学会地下空間研究委員会, pp.109-115, 2001.
- 4) 石垣泰輔: 水災害時の地下空間浸水と避難, 土木学会平成24年度全国大会研究討論会配布資料, 研-09資料 pp5-7, 2012.9
- 5) 澤田基弘, 大森高樹, 高橋幹人: 都市地下空間における防災対策の計画と設計に関する考察, 土木学会第67回土木学会年次学術講演会, 2012.9
- 6) 国土交通省都市・地域整備局街路交通施設課: 地下街耐震に関する調査, 2010.3
(<http://www.mlit.go.jp/common/001021695.pdf>(2014/7/10参照))
- 7) 工藤康博: 地下空間の防災・減災と災害時避難, 土木学会平成24年度全国大会研究討論会配布資料, 研-09 pp11-14, 2012.9
- 8) 地下都市計画研究会: 地下空間の計画と整備—地下都市計画の実現をめざして—(監修:建設省都市局都市計画課), 大成出版会, 1994.5
- 9) 杉村暢二: 日本の地下街, 大明堂, 1983.10
- 10) 村教三, 宇都宮充夫: 高層ビルと地下街, 大成出版社, 1976.12

付録

付録-1 地下街別の各評価指標データ

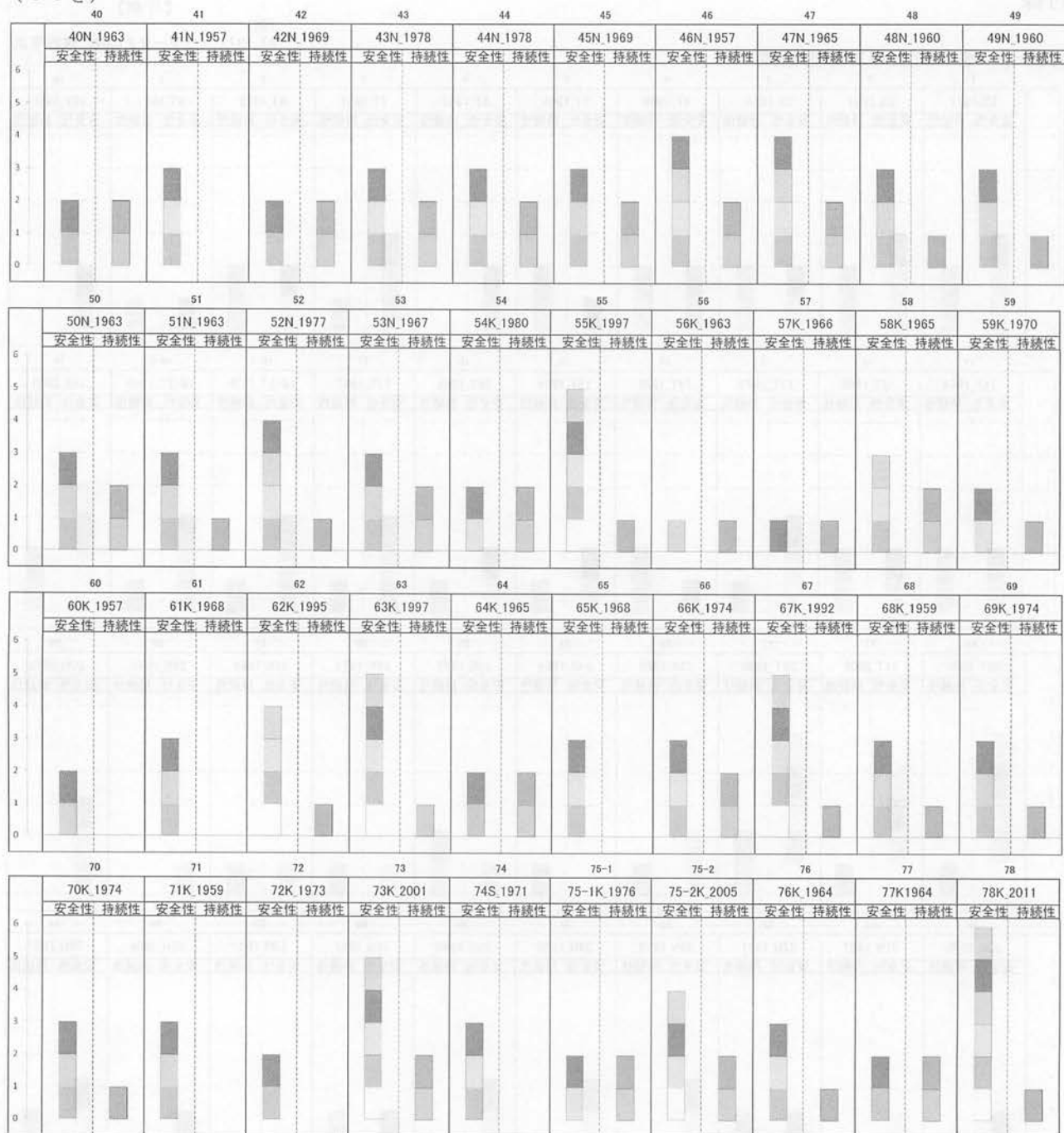
【凡 例】
(例)
8T_1972 …データ上のNo.、建設年次



(つづく)

凡例		
安全性	開業年	
	主要駅乗降客数 (人/日)	
	通路面積 ÷ 店舗面積	
	耐震改修	
	津波対策	
	排煙設備	
持続性	自営 (万円)	
	従業員数 (社員数(人))	

(つづき)



凡例		
安全性	開業年	
	主要駅乗降客数 (人/日)	
	道路面積 + 店舗面積	
	耐震改修	
	津波対策	
	排煙設備	
持続性	利益 (万円)	
	従業員数 (社員数(人))	