

臨海部における超高層建築物と中層建築物の火災危険度評価

東京理科大学工学部第二部建築学科

辻本研究室

川村 淳之佑

目 次

1	研究目的と方法	1
(1)	研究背景と目的	1
(2)	研究方法	2
2	臨海部の開発状況についての分析	3
(1)	対象地域について	3
(2)	深川消防署管内町丁目別人口の推移	4
(3)	深川消防署管内町丁目別構造別建物別棟数比率	5
(4)	深川消防署管内町丁目別平均階数	6
(5)	深川消防署管内町丁目別混成率	7
(6)	深川消防署管内町丁目別容積率、道路率、空地率	8
(7)	深川消防署管内町丁目別平均延焼速度比	9
(8)	深川消防署管内町丁目別延焼面積及び危険度ランク	10
3	別表の調査項目の算定根拠等	11
(1)	建物	11
(2)	建築物混成率	11
(3)	平均建ぺい率（構造別及び全建物）	12
(4)	平均延焼速度比	12
(5)	震災時通行可能道路率（別表2道路率）	12
(6)	空地率	13
4	東京都の地震時における地域別延焼危険度測定（第7回）について	14
(1)	測定目的と経過	14
(2)	測定項目と活用	15
(3)	地域の延焼危険度等測定手法	19
(4)	建築物の焼失危険度	21

5	超高層建築物等における一般的消防活動	22
(1)	超高層建築物の定義	22
(2)	出火建物の設定	22
(3)	現場到着までの時間の積算	25
(4)	消防活動時間の積算	35
(5)	連結送水管内について	42
(6)	総合危険度の分析	43
6	防災センター	45
(1)	条例防災センター	45
(2)	省令防災センター	45
7	消防用設備等活用の消防活動についての解説	47
(1)	防災センター	47
(2)	消防用水	47
(3)	連結送水管	47
(4)	非常用エレベーター	48
(5)	非常用コンセント設備	48
(6)	屋内消火栓設備	48
8	まとめ	49
9	参考文献等	50
10	謝辞	52
11	添付資料	53
(1)	別表1 深川消防署管内町丁目別人口の推移	53
(2)	別表2 深川消防署管内町丁目別データ	55
(3)	別表3 深川消防署管内建物構造別階層別棟数	59

1 研究目的と方法

(1) 研究背景と目的

都市化に伴い、地域によっては、従来の木造・防火造建築物の密集地に隣接して、超高層建築物が林立するなどして、密集化に伴うリスクと高層化に伴うリスクが混在する場が存在する。これらを消防隊の出動から放水開始までの時間で統一して評価しようというのが、本論の目的である。

昭和37年に建築基準法が改正され、高さ31m制限が撤廃されたことで、昭和42年に霞が関ビルが竣工して以来、都内には、幾多の高層、超高層の建築物が建設されている。

高さ31m以上（11階以上）のいわゆる、消防はしご自動車の先端が届かない建築物には、現在も消防法等でスプリンクラー等の消防用設備等の設置義務が課される等、ハード面での安全確保が図られているが、高層階での安全確保はこうした設備頼りにならざるを得ない面があり、災害リスクは高い。

また、現在、都内では臨海部を中心にいわゆるタワーマンションと呼ばれる共同住宅の建設が進んでいる。都心回帰の社会ニーズやヒートアイランド現象の緩和等の理由から、この傾向はしばらく続くと思われる。これまで超高層建築物は事業所を中心とした、いわゆるオフィスビルが多かったが、共同住宅の超高層化が進み、その高層階での火災発生の危険性は高まっている。共同住宅は火災予防条例による自衛消防隊の編成義務もなく、ソフト面での安全確保が図られておらず、この点でも危険性がある。

上述した11階以上の建築物より背の低い、7階から10階建て位の中層建築物は、用途を問わず都内に数多く存在する。こうした建築物の高層階における災害リスクについては、これまであまり論じられてこなかったが、一般に11階以上から消防用設備等の設置基準が強化されることが多く、中層建築物の特に高層階は、ハード面での安全確保が図られているとは言い難い。

これらを踏まえ、様々な建築物に対する一般的な火災に対するリスク評価を図ることを研究目的とする。本論のタイトルは、「臨海部における超高層建築物と中層建築物の火災危険度評価」である。

(2) 研究方法

著者が勤務する深川消防署管内の8町丁目に対し、各々の地域の特性について分析するとともに、各々における消防隊の到着時間の積算をする。出火建物を設定し、消防隊到着から放水開始までの時間を積算する。これらをまとめ、総合危険度について検証する。

2 臨海部の開発状況についての分析

江東区深川消防署管内より8町丁目を選び、超高層建築物等の開発著しい地域と木造・防火造等の密集地を具体的なデータを用いて比較、分析する。

(1) 対象地域について

対象地域である8町丁目についての位置や主要建物等を地図、航空写真等を用いて説明する。

表2-1 開発状況の分析対象地域

町丁目	面積 (km ²)	平成19年 人口 (人)
豊洲一丁目	0.30	2,888
豊洲四丁目	0.28	7,663
豊洲五丁目	0.26	3,491
東雲一丁目	0.52	8,646
東陽六丁目	0.14	1,328
海辺	0.09	1,595
石島	0.08	1,325
永代一丁目	0.09	968

(2) 深川消防署管内町丁目別人口の推移

図2-1に対象地域の平成10年から19年までの10年間の人口の推移を示した。

豊洲一、四、五丁目、東雲一丁目については、人口増加地域といえる。特に平成17年から18年までの1年間にいずれの地域も著しい増加を示しており、この1年間が開発のピークであったことが読み取れる。この1年間の増加率は鈍化しているものの、今後の開発も大いに考えられる地域である。

対して、東陽六丁目、石島、海辺、永代一丁目のこの10年間の人口は、ほぼ横ばいに推移している。

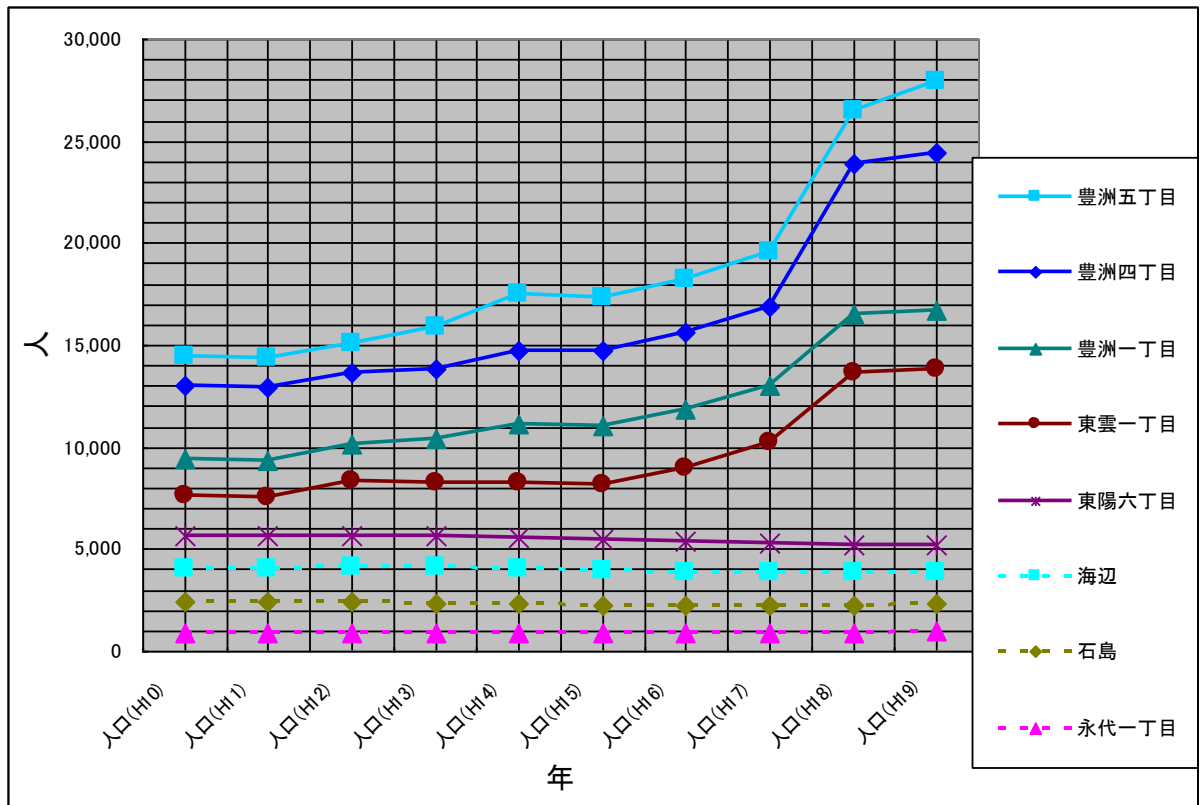


図2-1 深川消防署管内町丁目別人口の推移

(3) 深川消防署管内町丁目別構造別建物別棟数比率

図2-2に対象地域の構造別の棟数比率を示した。

各地域で最も多くを占める建物構造について見ると、豊洲一、四、五丁目、東雲一丁目、東陽六丁目については、耐火造である。特に、東陽六丁目、豊洲一丁目については、各々80%を超えており、顕著である。また、東陽六目を除き、図2-1の人口増加地域と一致する。対して、永代一丁目、石島、海辺は防火造が地域で最も多くを占める建物構造である。また、図1の人口変化の少ない地域と一致している。

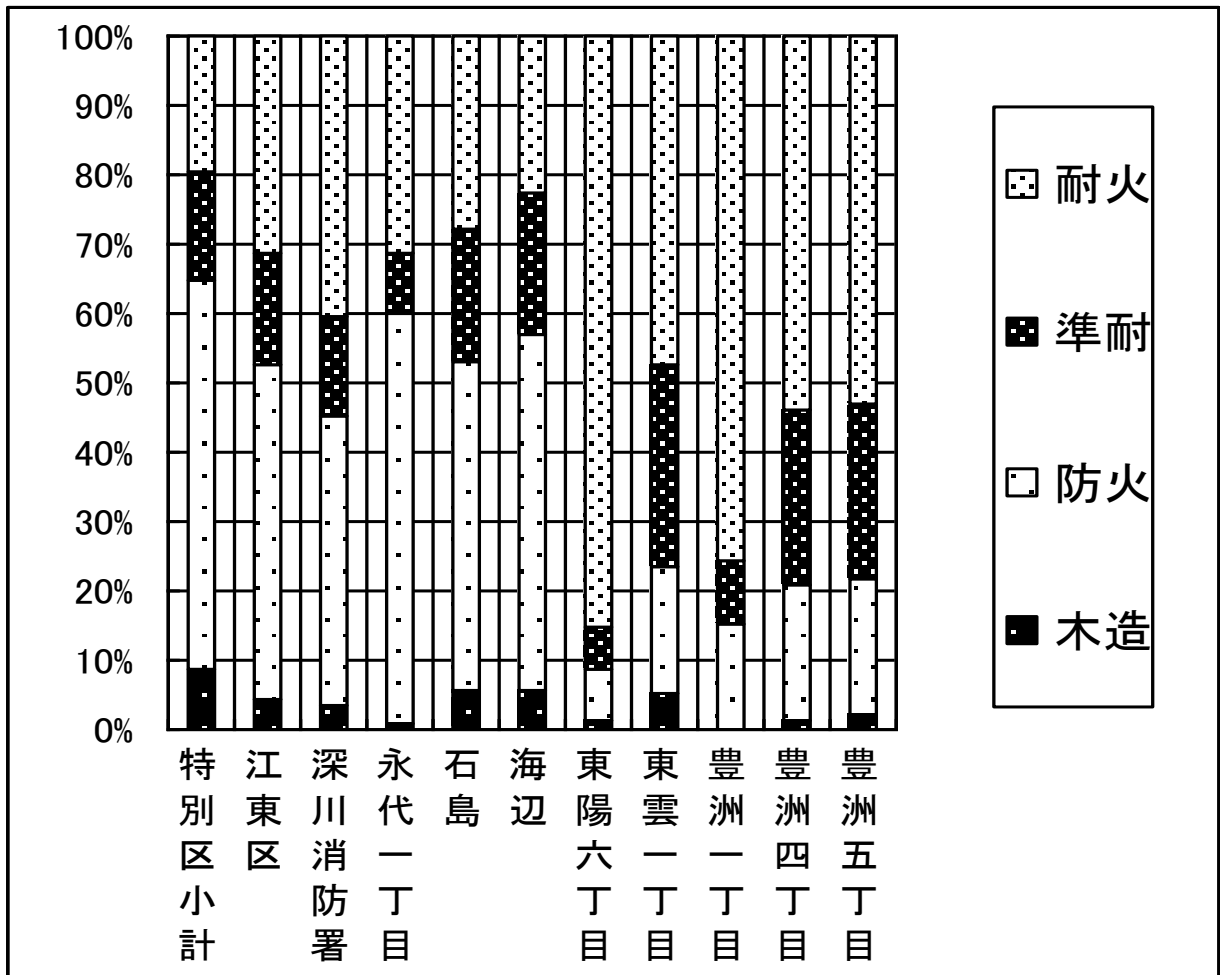


図2-2 深川消防署管内町丁目別構造別建物別棟数比率

(4) 深川消防署管内町丁目別平均階数

図 2 - 3 に対象地域の町丁目別平均階数を示した。

ここでは、準耐火造の階数で図 2 と同様の二極化が見られた。永代一丁目、石島、海辺では、概ね 2.5 階、その他の地域では、概ね 1 階強である。前者は防火造の割合が多い地域と合致しており、かつ、準耐火造の階数も高い。加えて、図 1 から、人口も横ばいであり比較的古い街並みが形成されていることが読み取れる。

耐火造の平均階数については、豊洲一丁目のみが突出している。(平均 9 階強) その他は、概ね 3 階から 4 階といったところである。

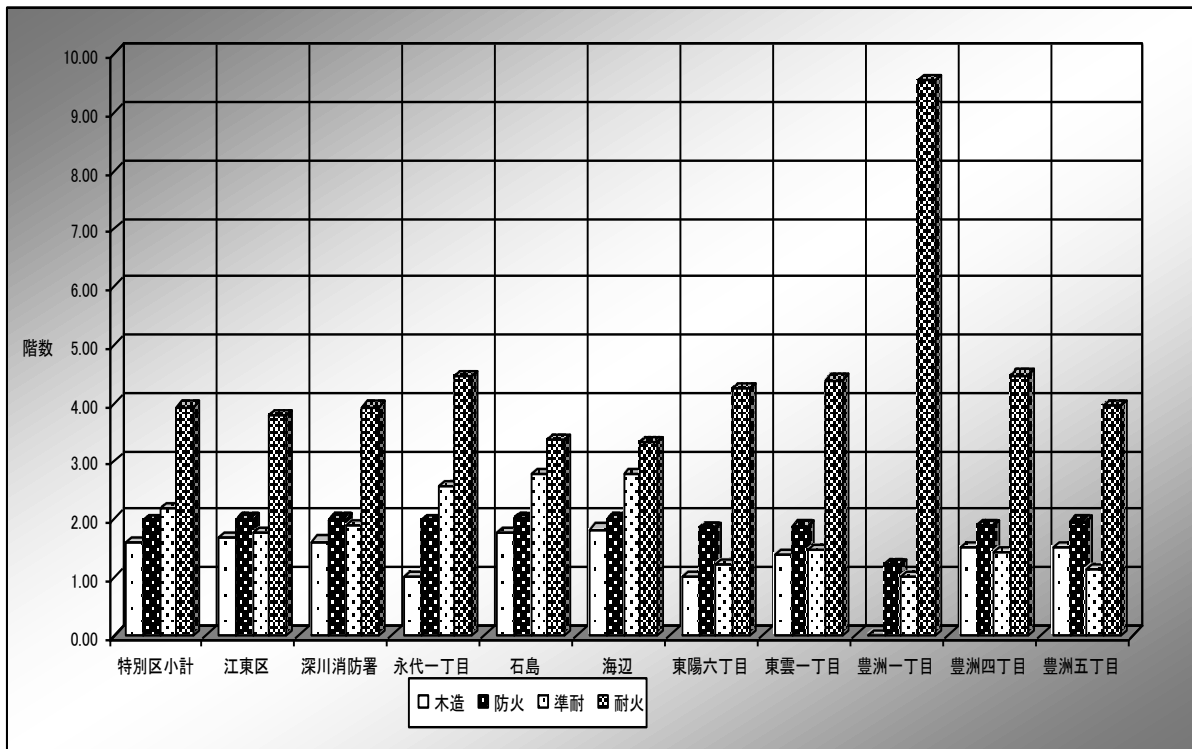


図 2 - 3 深川消防署管内町丁目別平均階数

(5) 深川消防署管内町丁目別混成率

図2-4に対象地域の町丁目別混成率を示した。混成率の定義は3(2)に示すとおりである。

防火造は、完全に二極化している。図2-2により防火造の棟数比が高い3地域が、混成率もともに3割を超えており、高いことがわかった。比較的燃え易い地域といえる。その他の地域はもれなく耐火と準耐火で9割以上を占めている。比較的燃えにくい地域といえる。

これは、平均延焼速度比では、準耐火と防火造の混成率を同等とみなしているためと推察される。

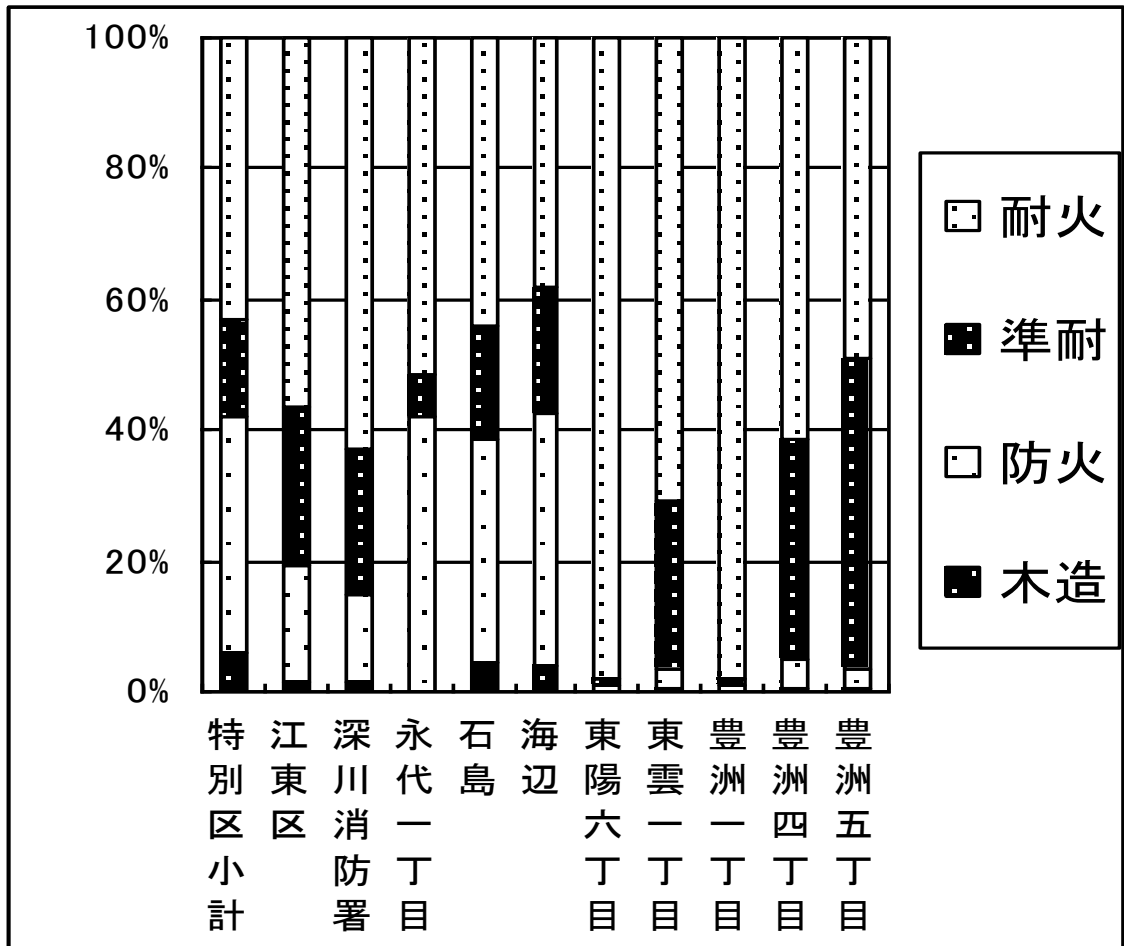


図2-4 深川消防署管内町丁目別混成率

(6) 深川消防署管内町丁目別容積率、道路率、空地率

図 2 - 5 に対象地域の町丁目別容積率、道路率、空地率を示した。定義は 3 (5) (6) に示すとおりである。

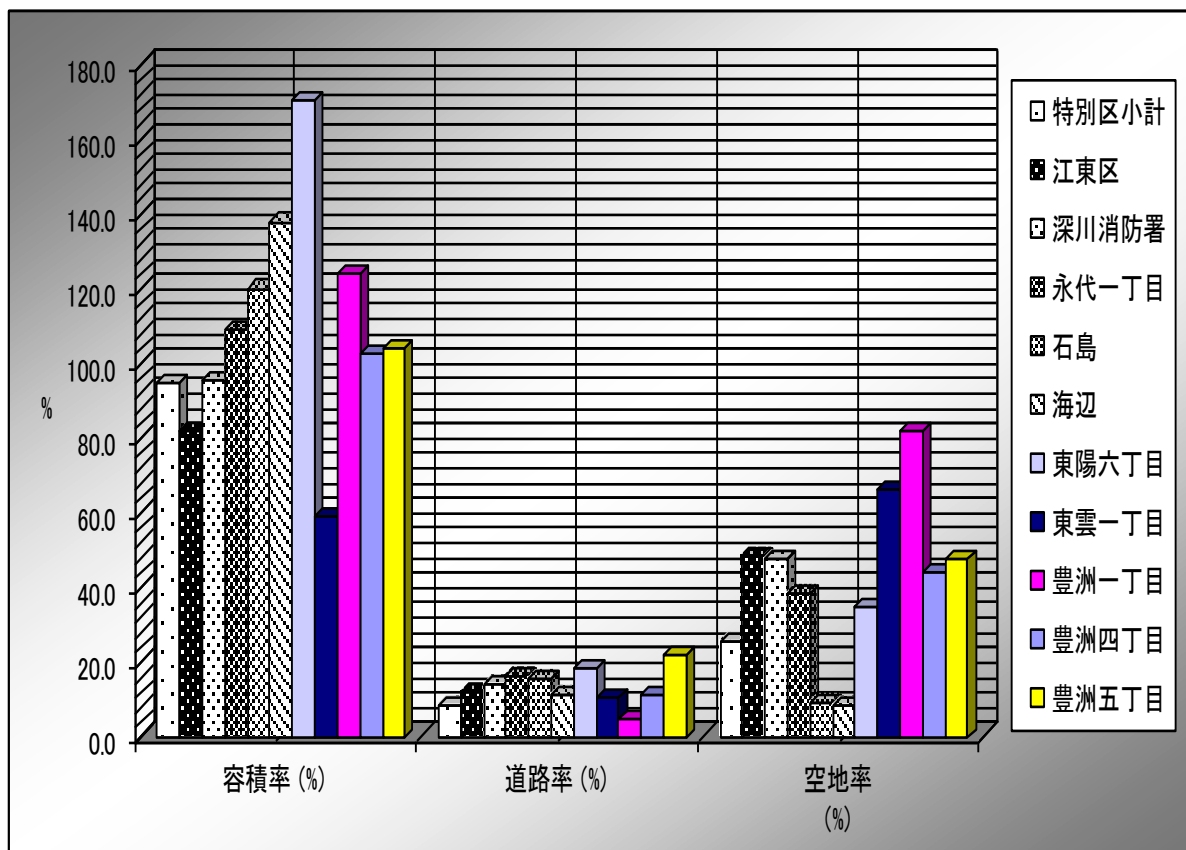


図 2 - 5 深川消防署管内町丁目別容積率、道路率、空地率

(7) 深川消防署管内町丁目別平均延焼速度比

図 2 - 6 に対象地域の町丁目別平均延焼速度比を示した。定義は 3 (4) に示すとおりである。

棟数、混成率がともに高い値を示した永代一丁目、石島、海辺の 3 地域が平均延焼速度比についても高い数値を示した。東陽六丁目、豊洲一丁目は混成率において耐火造が 9 割を超え、かつ、棟数比率においても 8 割を超えていることから、平均延焼速度比は極めて低い。

対して、準耐火造混成率の高い東雲一丁目 (25.6%)、豊洲四丁目 (33.5%)、豊洲五丁目 (47.8%) の平均延焼速度比は、永代一丁目、石島、海辺ほどではないが、比較的高い。これは、平均延焼速度比を求めるときに、準耐火造と防火造の混成率を同等 (0.6) とみなしているためと推察される。

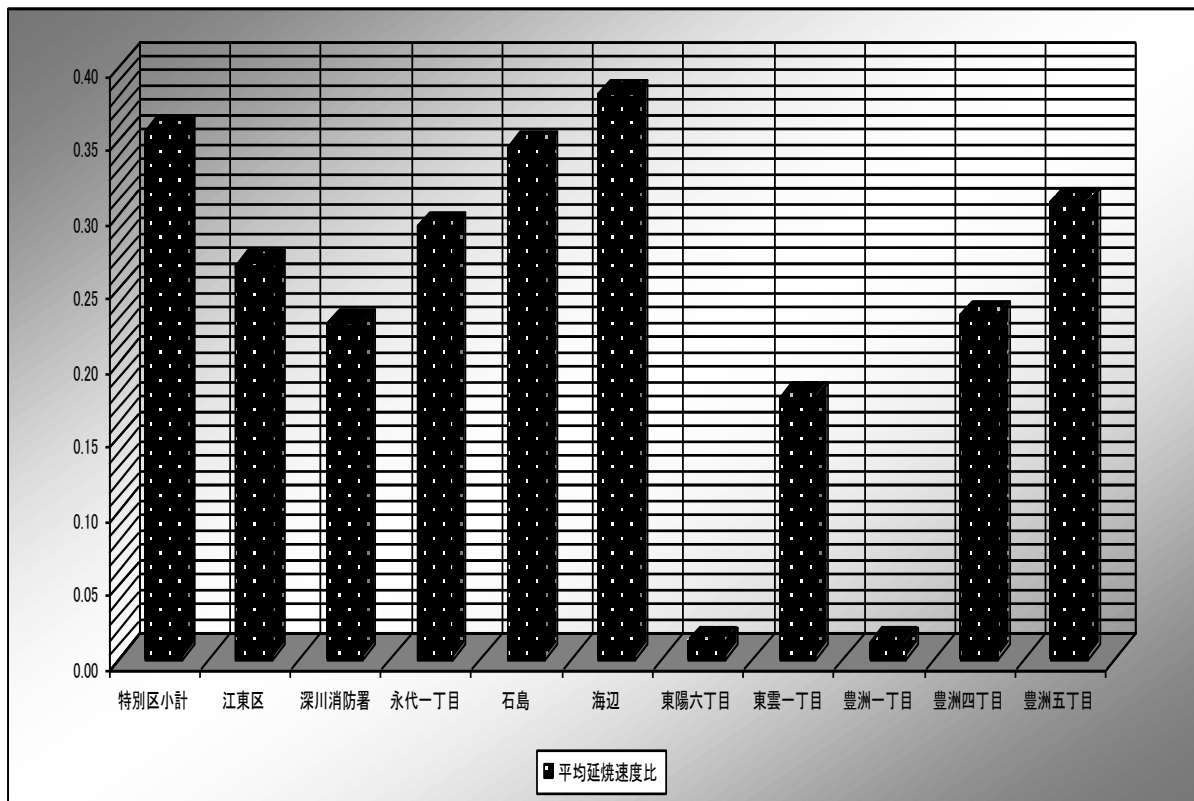


図 2 - 6 深川消防署管内町丁目別平均延焼速度比

(8) 深川消防署管内町丁目別延焼面積及び危険度ランク

図2-7に対象地域の町丁目別延焼面積を、図2-8に対象地域の町丁目別危険度ランクを示した。定義及び測定方法は4に示すとおりである。

延焼面積について、図2-6の延焼速度比と近い傾向を示した。危険度ランクもまた同様である。危険度の高い3地域のなかでも石島、海辺については特に360分では、およそ5,000㎡延焼する結果となっているが、これは、図2-5で示されているとおり、空地率が1割に満たないことも要因の一つである。耐火造の割合が低く、かつ、空地率が低い密集した住宅街であり、危険度が高い。

東陽六丁目、豊洲一丁目に関しては、上述した2地域と対称的といえる。

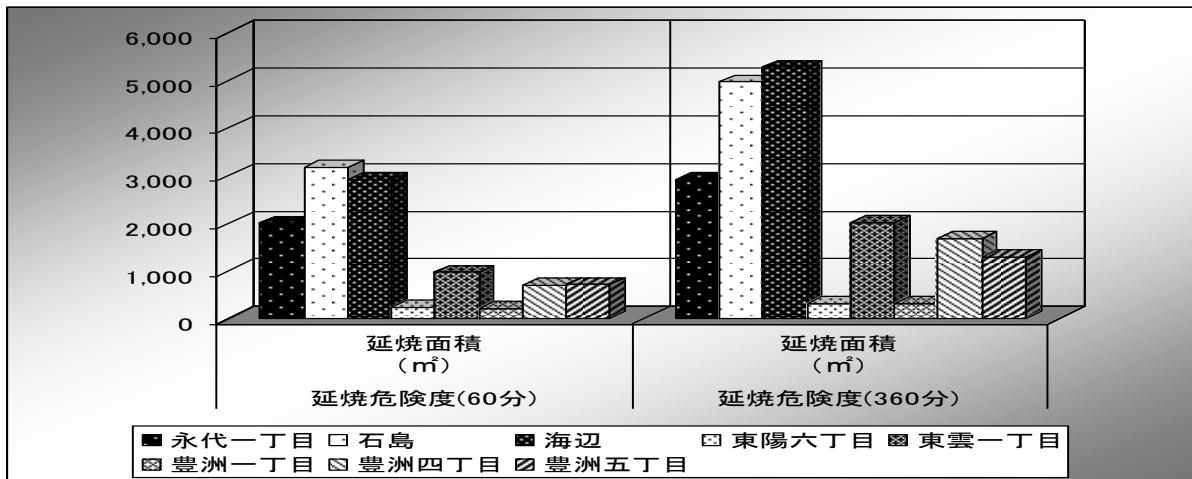


図2-7 深川消防署管内町丁目別延焼面積

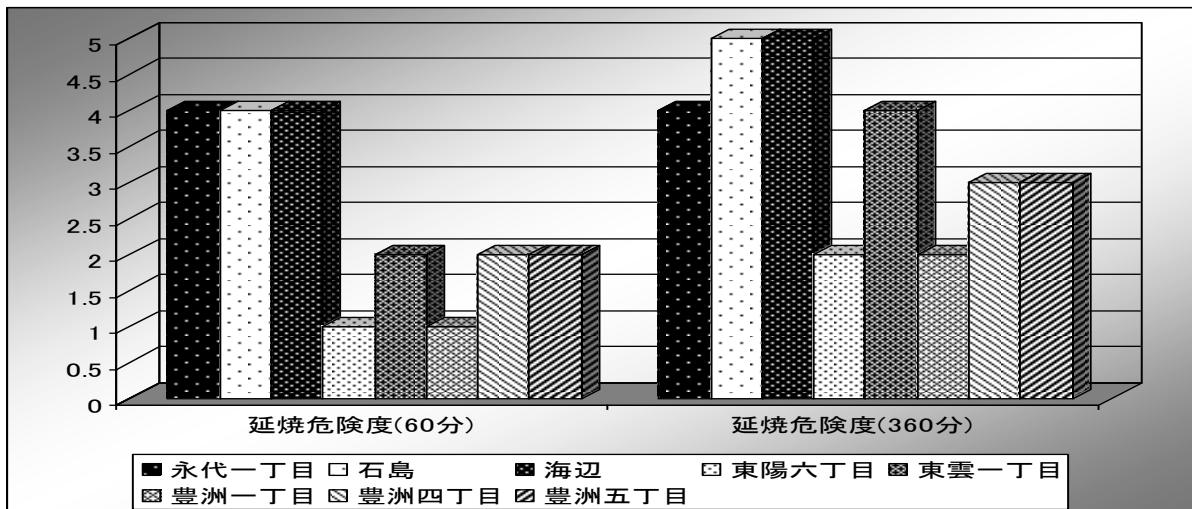


図2-8 深川消防署管内町丁目別危険度ランク

3 調査項目の算定根拠等

(1) 建物

建物は、構造別に4種類に分類した。建物構造の定義は、下記の表3-1による。

表3-1 建物構造の定義

構造区分	定 義
木造	主要な構造部が木造で、下記のいずれの区分にも属さない防火性能の低い建物。
防火造	柱及び梁が木造で屋根及び外壁が準不燃材料（モルタル、しっくい、タイル、石、土、スレート、セメント板等）でできている建物。
準耐火造	1 外壁が防火構造で屋根が不燃材料（コンクリート、鉄鋼、アルミ、ガラス等）でできている建物。 2 柱及び梁が不燃材料で外壁及び屋根等が防火構造でできている建物。 3 防火被服した木構造の建物。
耐火造	主要な構造部分（柱、梁、壁、屋根等）が鉄骨鉄筋コンクリート造、耐火被覆した鉄骨造、れんが造、石造でできている建物。

(2) 建築物混成率

市街地の不燃化や燃えやすさを示す指標で、構造別の建築物の建築面積が全建築面積に占める割合から算定したもの。次式から算出している。

$$a = A / (A + B + C + D) \quad a: \text{木造混成率} \quad A: \text{木造建物の建築面積の和}$$

$$b = B / (A + B + C + D) \quad b: \text{防火造混成率} \quad B: \text{防火造建物の建築面積の和}$$

$$c = C / (A + B + C + D) \quad c: \text{準耐火造混成率} \quad C: \text{準耐火造建物の建築面積の和}$$

$$d = D / (A + B + C + D) \quad d: \text{耐火造混成率} \quad D: \text{耐火造建物の建築面積の和}$$

(3) 平均建ぺい率（構造別及び全建物）

町丁目、深川消防署管内、江東区の集計単位ごとに、空地及び震災時通行可能道路を除外した市街地面積に対する建築物の建築面積の割合。

(4) 平均延焼速度比

地域の延焼拡大性を示す指標であり、建築物が全て木造の場合は、1.0、防火造及び準耐火造の場合は0.6、耐火造の場合は0.0になる。「(拡大しにくい) 0.0 ⇔1.0 (拡大しやすい)」

$$V = \frac{a+b+c}{(a+b+c)/0.6} \cdot (1-d)$$

(5) 震災時通行可能道路率（別表2道路率）

震災時通行可能道路は、震災時、道路沿いの建物や工作物の倒壊によって、幅員の狭い道路の場合、消防車両が通行できないことが考えられるため、地盤状況等に応じた以下の基準を満たす道路とし、道路率は、市街地面積に対する震災時通行可能道路の面積の占める割合とする。

ア 地盤軟弱地域

7m

イ 地盤軟弱地域以外の地域

6.5m

ウ 空地や耐火造建物に面した地域

5.5m

(6) 空地率

次に示す空地を対象とし、その面積が市街地面積占める割合とする。

ア 大規模空地

- ・ 幅員 40m以上の河川、軌道等及びこれに連なる用地からなる不燃領域。
- ・ 短辺 40m以上で面積が 3,000 m²以上の公園、墓地、運動場及びその他の空地のうちで

当該部分にある建築物の建ぺい率が 2%以下の不燃領域。

イ 大規模空地以外の空地

大規模空地以外の空地で以下の土地利用用途に該当する地域とする。

公園、農用地、鉄道・港湾等、水面・河川・水路、森林

4 東京都の地震時における地域別延焼危険度測定（第7回）について

本章は、(1)から(4)までの構成となるが、9 参考文献(14)「東京消防庁防災部防災課、東京都の市街地状況調査報告書（第7回）、2006」より、全てを引用する。

(1) 測定目的と経過

地震時における火災の被害を軽減するためには、地域ごとの火災の危険性を把握し、これに応じた対策を講じる必要がる。

地域別延焼危険度測定とは、**東京都震災対策条例第12条**の規定に基づき、地震時に発生した火災が燃え広がる危険性を地域ごとに評価するものである。

東京都震災対策条例第12条

- 1 知事は、震災の発生原因及び発生状況、地域の危険度その他震災に関する事項について、科学的、総合的に調査及び研究を行うとともに、防災科学技術の開発に努めなければならない。
- 2 都は、耐震性の調査及び研究に資するため、都が設置する建築物その他の工作物のうち、特に必要と認める工作物に、強震計を設置しなければならない。
- 3 知事は、第一項の調査、研究及び技術の開発の成果を、積極的に震災対策に反映させるとともに、都民に公表しなければならない。
- 4 知事は、前項に規定するもののほか、震災対策事業計画その他震災対策に関する情報を積極的に公表するよう努めなければならない。

これまで、昭和48年に特別区、昭和50年に多摩地区について第1回目の測定を実施して以来、市街化の進展や都市の不燃化などの変化に合わせて、おおむね5年ごとに実施し、公表してきた（表4-1）。

表 4 - 1 地域別延焼危険度測定の実施経過

測定回数	特別区		多摩地区	
	測定年度	公表年月	測定年度	公表年月
第 1 回	昭和 4 8 年度	昭和 4 9 年 3 月	昭和 5 0 年度	昭和 5 2 年 3 月
第 2 回	昭和 5 5 年度	昭和 5 7 年 3 月	昭和 5 7 年度	昭和 5 9 年 3 月
第 3 回	昭和 6 1 年度	昭和 6 2 年 3 月	—	—
第 4 回	平成 2 年度	平成 3 年 3 月	平成 2 年度	平成 3 年 3 月
第 5 回	平成 8 年度	平成 9 年 3 月	平成 8 年度	平成 9 年 3 月
第 6 回	平成 1 3 年度	平成 1 4 年 3 月	平成 1 3 年度	平成 1 4 年 3 月
第 7 回	平成 1 8 年度	平成 1 9 年 3 月	平成 1 8 年度	平成 1 9 年 3 月

(2) 測定項目と活用

地域別延焼危険度測定にはいくつかの測定項目があり、それぞれ測定結果の意味と使用目的が異なる（表 4 - 2）。

なお、測定単位とは、測定結果を集計し、表示する区域のことで、町丁目（特別区は平成13 年度、多摩地区は平成14 年度調査時点のもの）と250m メッシュ（北緯36 度00分、東経139 度50 分の地点から東へ9 km、南へ16km の地点を基準として東京都の地域を250m 四方の正方形に分割したもの）がある。

また、延焼面積とは延焼建物を囲む範囲の面積をいい、焼失面積とは延焼建物の延べ床面積（耐火造建物は1フロア分の床面積）をいう（図 4 - 1）。

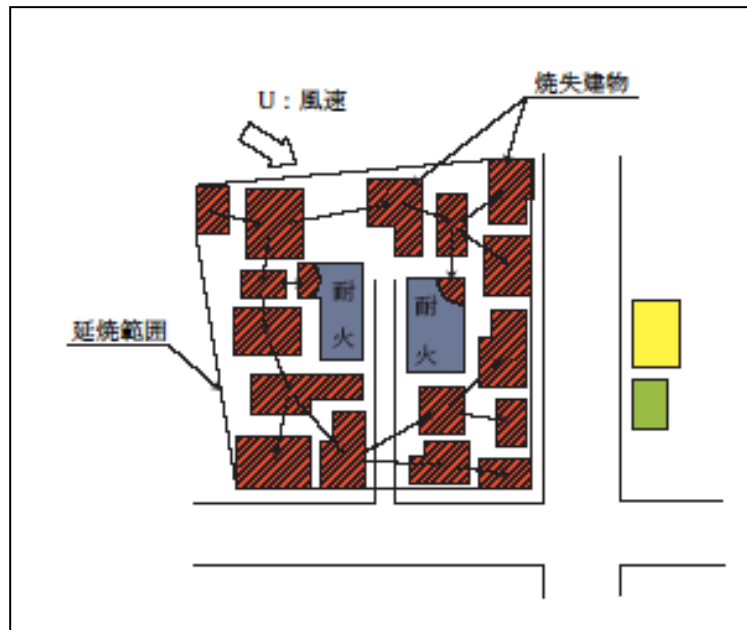


図 4 - 1 延焼面積（延焼範囲の面積）

表 4 - 2 測定項目ごとの結果の意味と使用目的

測定項目 (測定単位)	測定結果の意味	主な使用目的
地域の延焼危険度 (町丁目単位)	町丁目内に 1 件の建物火災が発生した場合の 60 分後の平均延焼面積 (山林、水面等の空地は測定対象外)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 震災警防規程第 24 条に規定する震災消防計画の検討 ・ 都民や事業所に対する防災意識啓発
地域の延焼危険度 (250m メッシュ単位)	250m メッシュ内に 1 件の建物火災が発生した場合の 60 分後の平均延焼面積 (山林、水面等の空地は延焼面積 0)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 過去の測定結果との比較
延焼危険度の推移 (250m メッシュ単位)	前回からの地域の延焼危険度 (250mメッシュ単位) の増減	<ul style="list-style-type: none"> ・ 経年による危険度の変化の確認
建築物の焼失危険度 (250m メッシュ単位)	250m メッシュ内に 1 件の建物火災が発生した場合の 60 分後の平均焼失面積 (山林、水面等の空地は焼失面積 0)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 消防水利規程第 10 条に規定する水利整備計画の検討
危険物等による延焼助長力 (250m メッシュ単位)	危険物や可燃性ガスが漏洩したと仮定した場合の延焼面積の増加量	<ul style="list-style-type: none"> ・ 危険物や可燃性ガス施設における地震対策の意識づけ
地域の延焼危険度 (長時間) (町丁目単位)	町丁目内に 1 件の建物火災が発生した場合の 360 分後の平均延焼面積 (山林、水面等の空地は測定対象外)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 震災警防規程第 24 条に規定する震災消防計画の検討 ・ 都民や事業所に対する防災意識啓発

地域の延焼危険度（長時間）（250m メッシュ単位）	250m メッシュ内に1件の建物火災が発生した場合の360 分後の平均延焼面積（山林、水面等の空地は延焼面積0）	<ul style="list-style-type: none"> ・震災警防規程第24 条に規定する震災消防計画の検討 ・都民や事業所に対する防災意識啓発 	
震災時の消火活動困難度	消防水利の有効性（250m メッシュ単位）	建物倒壊による部署不能を考慮した、防火水槽等を用いた場合の放水能力	<ul style="list-style-type: none"> ・震災警防規程第24 条に規定する震災消防計画の検討
	消防隊等の到達性（250m メッシュ単位）	建物倒壊による道路閉塞を考慮した、消防隊等の到達時間	<ul style="list-style-type: none"> ・消防水利規程第10 条に規定する水利整備計画の検討
	総合評価（250m メッシュ単位）	消防水利の有効性、消防隊等の到達性及び地域の延焼危険度（250m メッシュ単位）を必要な消防隊数の観点から総合化したもの	<ul style="list-style-type: none"> ・都民や事業所に対する防災意識啓発
	総合評価（町丁目単位）	上記250m メッシュ単位の総合評価を町丁目単位の評価に変換したもの	

(3) 地域の延焼危険度等測定手法

延焼危険度は、延焼シミュレーションシステムを用いて、町丁目または250m メッシュごとに1件の建物火災があった場合の平均延焼（焼失）面積を求めらることで算定している。

ア 延焼シミュレーション

① 前提条件

- ・ 建築物の被害程度の設定

東京都の地震工学的基礎地盤（江戸川層）に偏りなく一定の加速度（100gal）を入射し、地盤の特性による増幅を加味した地表面加速度を用いて、建築物の被害率を推定している。

- ・ 風向・風速

北北西の6m/s とする。

② 出火点の設定

各250m メッシュをさらに9分割し、各分割の中心に最も近い木造建物または防火造建物に出火点を設定した。また、各分割に木造建物と防火造建物のいずれもが無い場合には、準耐火造建物または耐火造建物に出火点を設定した（図4-2）。

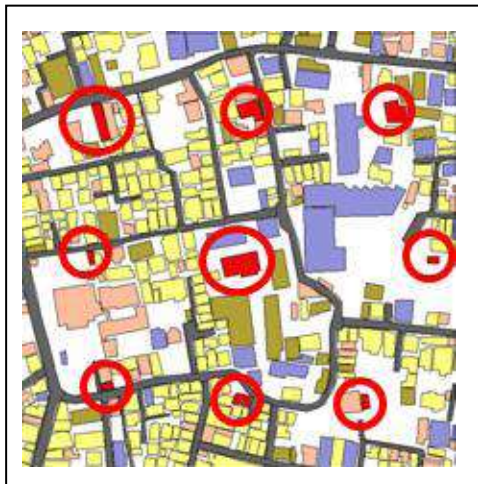


図4-2 出火点の設定例



図4-3 延焼シミュレーションの実行

③ 延焼シミュレーションの実行

前②で設定した各出火点について延焼シミュレーションを実行し、出火から60分後または360分後の延焼面積及び焼失面積を記録した（図4-3）。

④ 延焼シミュレーション結果の集計及びランク区分

前③で記録した延焼面積及び焼失面積から、測定項目ごとに町丁目または250mメッシュの平均値を求め、各ランク区分表により危険度ランクに区分した。

表4-3 危険度ランク区分表

ランク	延焼面積または焼失面積	ランク	延焼面積
9	16,000㎡～20,000㎡未満	20	90,000㎡以上
8	12,000㎡～16,000㎡未満	19	81,000㎡～90,000㎡未満
7	9,000㎡～12,000㎡未満	18	72,000㎡～81,000㎡未満
6	6,000㎡～9,000㎡未満	17	64,000㎡～72,000㎡未満
5	4,000㎡～6,000㎡未満	16	56,000㎡～64,000㎡未満
4	2,000㎡～4,000㎡未満	15	49,000㎡～56,000㎡未満
3	1,000㎡～2,000㎡未満	14	42,000㎡～49,000㎡未満
2	300㎡～1,000㎡未満	13	36,000㎡～42,000㎡未満
1	1㎡～300㎡未満	12	30,000㎡～36,000㎡未満
0	0㎡	11	25,000㎡～30,000㎡未満
		10	20,000㎡～25,000㎡未満

(4) 建築物の焼失危険度 (250m メッシュ単位)

前(3)アの方法により、250m ごとに出火から60 分後の平均焼失面積を算出し、表 4-3 のランク区分表を用いて危険度ランクに区分した。

ただし、250m メッシュの 9 分割の中で、山林、水面等の空地に含まれ、出火点が設定できないものがあったとしても、一律に 9 で除すことにより平均延焼面積を求めている。

つまり、本測定結果は**空地の危険度を 0**とした延焼危険度を表している。従って、建物が存在する区域が小さいメッシュは焼失危険度も低くなる。

危険度が高い地域は、地域の延焼危険度 (250m メッシュ単位) と同様である。

5 超高層建築物等における一般的消防活動

以下の記述において、消法とは消防法、消令とは消防法施行令、消則とは消防法施行規則、条例とは東京都火災予防条例を表し、建法とは建築基準法、建令とは建築基準法施行令、建則とは建築基準法施行規則、安条例とは東京都建築安全条例を表す。

(1) 超高層建築物の定義

消防法上は「高さ 31m を超える建築物」、建築基準法には「60m 以上は超高層」と定義されている。つまり、超高層マンション（タワーマンション）とは、高さ 60m 以上の住居用建築物ということになるが、一般的には、高さ 100m 以上、又は、階数 20 階以上の住居用建築物のことを指す。

(2) 出火建物の設定

- A 一般的超高層マンション
- B 一般的超高層マンション
- C 一般的中層マンション
- D 一般的中層マンション
- E 一般的低層マンション「(1)、(2)と同規模」
- F 一般的木造住宅

表5-1 出火建物の設定

		A	B	C	D	E	F
所在地		2(1)ア	2(1)ア	2(1)才	2(1)才	2(1)工	2(1)力
構造		耐火造	耐火造	耐火造	耐火造	耐火造	防火造
出火階		32	2	10	2	1	1
階層		32/1	32/1	10/0	10/0	3/1	2/0
軒高(m)		98	98	30	30	10	6
建物高(m)		102	102	33	33	12	7
建築面積(m ²)		1,200	1,200	300	300	8,000	70
延面積(m ²)		28,000	28,000	3,000	3,000	28,000	140
用途		共同住宅	共同住宅	共同住宅	共同住宅	共同住宅	一般住宅
収容人員(人)		626	626	100	100	626	4
覚知時間		21:30	21:30	21:30	21:30	21:30	21:30
消防用設備等の有無	根拠	/	/	/	/	/	/
防火管理者	消法8	○	○	○	○	○	×
防災センター	消則3	○	○	×	×	×	×
連結送水管	消令29	○	○	○	○	○	×
連結送水管の使用	/	使用	不使用	使用	不使用	不使用	不使用
非常用E V	建法34	○	○	×	×	×	×
非常用E Vの使用	/	使用	不使用	不使用	不使用	不使用	不使用
消火器具	消令10	○	○	○	○	○	×
屋内消火栓設備	消令11	○	○	○	○	○	×
スプリンクラー設備	消令12 条例39	○	○	×	×	○	×
水噴霧消火設備等	消令13	○	○	×	×	×	×
屋外消火栓設備	消令19	×	×	×	×	○	×
自動火災報知設備	消令21	○	○	○	○	○	×
ガス漏れ火災警報設備	消令21の2	○	○	×	×	○	×
非常放送設備	消令24	○	○	×	×	×	×
避難器具	消令25	×	×	×	×	○	×
誘導灯、誘導標識	消令26	○	○	○	○	○	×
消防用水(防火水槽等)	消令27	○	○	×	×	×	×
連結散水設備	消令28の2	○	○	×	×	○	×
非常コンセント設備	消令29の2	○	○	×	×	×	×
操作盤	消則12	○	○	×	×	○	×
緊急用救助スペース (屋上ヘリポート)	航空法 81条の2	○	○	×	×	×	×

表5-2 消防用設備等の階層別設置状況

階層	A B	C D	E	F
屋上	消令 13			
32	消令 10, 11, 12, 21, 24, 26, 29, 29 の 2, 建法 34			
31				
30				
29				
28				
27				
26				
25				
24				
23				
22				
21				
20				
19				
18				
17				
16				
15				
14				
13				
12				
11				
10	消令 10, 11, 21, 24, 26, 29 建法 34	消令 10, 11, 21, 26, 29		
9				
8				
7				
6				
5				
4				
3			消令 10, 11, 21, 25, 26	
2	消令 10, 11, 21, 24, 26	消令 10, 11, 21, 26	消令 10, 11, 19, 21, 26 消則 12	
1	消令 10, 11, 21, 24, 26 消則 3, 12,			
B1	消令 10, 11, 21, 21 の 2, 24, 26, 27, 28 の 2		消令 10, 11, 21, 21 の 2, 25, 26, 28 の 2	

(3) 現場到着までの時間の積算

消防機関が火災発生 of 通報を受けて、署所から消防隊が出勤し、放水開始するまでのプロセスは、以下のとおりである。

火災発生→通報→覚知→出勤→現場到着・水利部署→放水開始

ここでは、2(1)の対象地域をモデルとし、出勤から現場到着までの時間の積算を行う。

ア DID(Densely Inhabited District)と市街地の関係

DIDとは、市町村内の境域内で人口密度が高い基本単位区（原則として1km²当たり4,000人以上）が隣接しており、それらの地域の人口が5,000以上を有する地区である。DIDは総務省統計局が全国を対象に一定の精度で設定し、人口、面積、人口密度のデータ及び区域設定が地図上に公表されている。DID人口密度と市街地人口密度を回帰分析すると次の関係式で整理され、DID人口密度は市街地人口密度に代替できることが検証されたので、消防ポンプ自動車走行速度を算出する際には、データの入手が容易な市街地人口密度を用いるものとする。(図5-1)

q=市街地人口密度 (人/km²)

p=DID人口密度 (人/km²)

$q=1.0005p-614.15$

$R^2=0.7628$

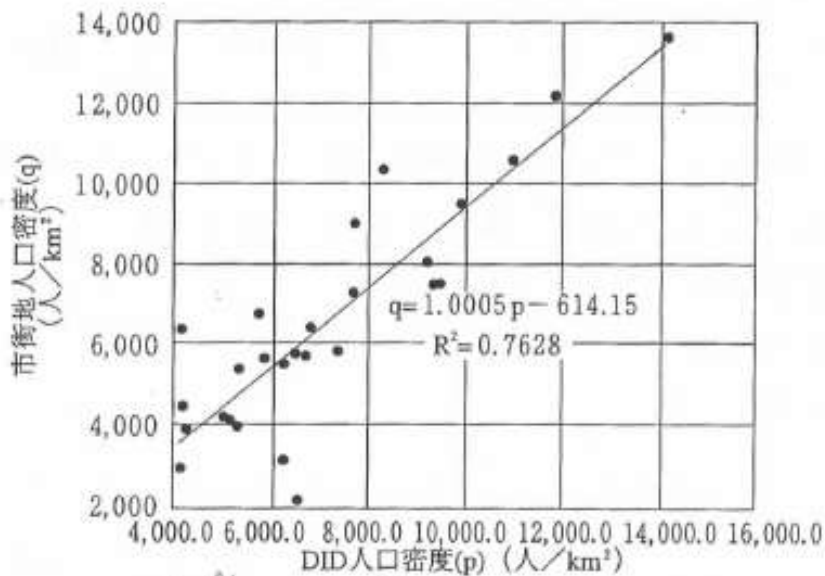


図5-1 全国における市街地人口密度とDID人口密度の関係

(出典：逐条問答 消防力の整備指針・消防水利の基準)

イ DIDと市街地の区域設定の違い

DIDとは、原則的には人口密度が4,000以上であるが、これに満たない場合でもDIDが都市的地域を表すという観点から、常住人口の少ない次のような施設のある地域をDIDに含んでいる。

- ・ 文教レクリエーション施設
学校、研究所、神社、仏閣、運動場等
- ・ 産業施設
工場、倉庫、事務所、鉄道用地等
- ・ 公共及び社会福祉施設
官公庁、病院、療養所等

これに対し、市街地は、上記のような施設は除かれることが多く、こうした場合には、市街地人口密度(q)は高く、DID人口密度は低くなる傾向がある。

図5-1により、市街地人口密度とDID人口密度の間には相関関係が認められることから、市街地人口密度はDID人口密度によって代替できるので、市街地面積は次の関係式で

整理される。

$A = \text{市街地面積 (km}^2\text{)}$

$P = \text{市街地人口 (万人)}$

$p = \text{DID 人口密度 (人/km}^2\text{)}$

$A = 10^4 P/p$

ウ 消防ポンプ自動車走行速度の分析

延焼阻止のために放水活動を実施する消防自動車は消防自動車は消防ポンプ自動車であるが、その走行速度は、道路の整備状況や混雑度、交差点数、交通量、通行者数等の影響を大きく受ける。こうした要素の消防ポンプ自動車の走行に与える影響度は、一律的な分析が難しい。

しかし、一般的に人口密度が高ければ建築物等が密集し、交通量や通行人数等が多いため、消防ポンプ自動車の走行速度は低下し、低ければその逆になると考えられる。市街地は、平均建ぺい率の最低値は概ね 10%であるが、個々の市街地ごとに建築物の密集度に相当な違いがある。ここでは、市街地内の密集度を表す代表的な指標として、DID 人口密度に着目する。

消防活動実態調査結果から得られた各消防本部ごとの消防ポンプ自動車走行速度と DID 人口密度を回帰分析すると、次の式に整理される。(図 5 - 2)

$V = \text{消防ポンプ自動車走行速度 (km/分)}$

$p = \text{DID 人口密度 (人/km}^2\text{)}$

$V = - (2 \times 10^{-5}) p + 0.64$

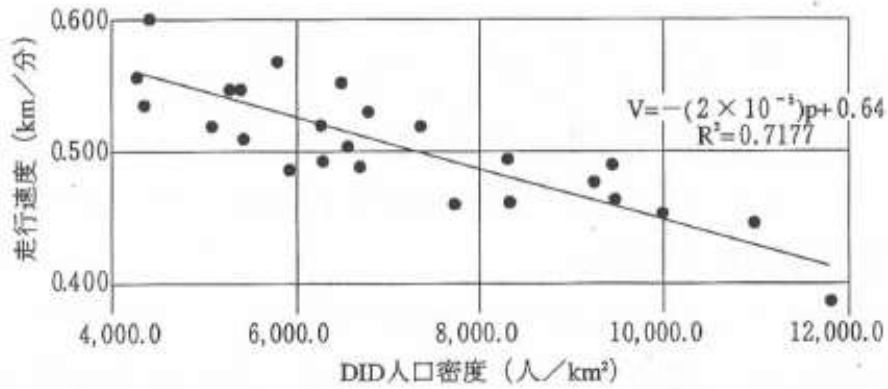


図5-2 DID人口密度と消防ポンプ自動車の走行速度の関係

(出典：逐条問答 消防力の整備指針・消防水利の基準)

図5-2から、消防ポンプ自動車は人口密度の高い市街地では走行速度が減じ、人口密度が低い地域では走行速度が増すことがわかる。人口密度ごとの消防ポンプ自動車走行速度を算出すると、次のようになる。また、図5-1により、市街地人口密度とDID人口密度の間には相関関係が認められることから、市街地人口密度はDID人口密度によって代替できるものとする。表5-4の市街地人口密度は、江東区住民基本台帳(平成19年1月)による。

表 5 - 3 人口密度ごとの消防ポンプ自動車走行速度の算出

市街地人口 密度(人/km ²)	DID 人口 密度(人/km ²)	消防ポンプ自動車 走行速度(km/min)
386	1,000	0.62
1,387	2,000	0.60
2,387	3,000	0.58
3,388	4,000	0.56
4,388	5,000	0.54
5,389	6,000	0.52
6,389	7,000	0.50
7,390	8,000	0.48
8,390	9,000	0.46
9,391	10,000	0.44
10,391	11,000	0.42
11,392	12,000	0.40
12,392	13,000	0.38
13,393	14,000	0.36
14,393	15,000	0.34
15,394	16,000	0.32
16,394	17,000	0.30
17,395	18,000	0.28
18,395	19,000	0.26
19,396	20,000	0.24
20,396	21,000	0.22
21,397	22,000	0.20
22,397	23,000	0.18
23,398	24,000	0.16
24,398	25,000	0.14
25,399	26,000	0.12
26,399	27,000	0.10
27,400	28,000	0.08
28,400	29,000	0.06
29,401	30,000	0.04

表5-4 深川消防署管内人口密度ごとの消防ポンプ自動車走行速度の算出

町丁目名等	DID 地口密度 (人/km ²)	市街地口密度 (人/km ²)	消防ポンプ自動車 走行速度(km/min)
特別区小計	14.270	13.663	0.35
江東区	11.319	10.711	0.41
深川消防署			0.63
佐智一丁目	11.328	10.720	0.41
佐智二丁目	3.153	2.540	0.58
福住一丁目	17.938	17.333	0.28
福住二丁目	23.243	22.640	0.18
永代一丁目	11.364	10.756	0.41
永代二丁目	18.978	18.373	0.26
牡丹一丁目	17.730	17.125	0.29
牡丹二丁目	17.925	17.320	0.28
牡丹三丁目	25.515	24.914	0.13
越中島一丁目	14.601	13.994	0.35
越中島二丁目	4.969	4.357	0.54
越中島三丁目	13.072	12.464	0.38
門前仲町一丁目	20.990	20.386	0.22
門前仲町二丁目	10.959	10.350	0.42
富岡一丁目	14.171	13.564	0.36
富岡二丁目	23.969	23.367	0.16
深川一丁目	19.379	18.775	0.25
深川二丁目	14.750	14.143	0.35
清澄一丁目	8.250	7.640	0.47
清澄二丁目	12.638	12.030	0.39
清澄三丁目	10.073	9.464	0.44
冬木	17.674	17.069	0.29
平野一丁目	24.882	24.280	0.14
平野二丁目	20.286	19.682	0.23
平野三丁目	19.979	19.375	0.24
平野四丁目	4.343	3.731	0.55
三好一丁目	19.272	18.667	0.25
三好二丁目	19.944	19.340	0.24
三好三丁目	27.317	26.717	0.09
三好四丁目	20.704	20.100	0.23
白河一丁目	23.302	22.700	0.17
白河二丁目	30.062	29.463	0.04
白河三丁目	31.523	30.925	0.01
白河四丁目	31.009	30.410	0.02
千石一丁目	15.919	15.313	0.32
千石二丁目	18.085	17.480	0.28
千石三丁目	30.455	29.856	0.03
扇橋一丁目	15.107	14.500	0.34
扇橋二丁目	19.804	19.200	0.24
扇橋三丁目	28.989	28.389	0.06
千田	23.053	22.450	0.18
石島	17.169	16.563	0.30
海辺	18.327	17.722	0.27
猿江一丁目	25.528	24.927	0.13
猿江二丁目	17.727	17.122	0.29
住吉一丁目	26.179	25.578	0.12
住吉二丁目	16.186	15.580	0.32

町丁目名等	DID 地口密度 (人/km ²)	市街地口密度 (人/km ²)	消防ポンプ自動車 走行速度(km/min)
毛利一丁目	20.060	19.456	0.24
毛利二丁目	6.040	5.429	0.52
辰巳一丁目	17.006	16.400	0.30
辰巳二丁目	2.458	1.845	0.59
辰巳三丁目	744	130	0.63
木場一丁目	1.721	1.108	0.61
木場二丁目	14.707	14.100	0.35
木場三丁目	22.588	21.985	0.19
木場四丁目		-	
木場五丁目	13.172	12.564	0.38
木場六丁目	14.374	13.767	0.35
東陽一丁目	20.662	20.058	0.23
東陽二丁目	20.230	19.626	0.24
東陽三丁目	18.074	17.469	0.28
東陽四丁目	24.673	24.071	0.15
東陽五丁目	20.425	19.821	0.23
東陽六丁目	10.095	9.486	0.44
東陽七丁目	12.986	12.378	0.38
塩浜一丁目	24.710	24.108	0.15
塩浜二丁目	13.849	13.242	0.36
枝川一丁目	18.353	17.748	0.27
枝川二丁目	12.737	12.129	0.39
枝川三丁目	13.125	12.517	0.38
東雲一丁目	17.233	16.627	0.30
東雲二丁目	7.677	7.067	0.49
豊洲一丁目	10.236	9.627	0.44
豊洲二丁目	1.071	457	0.62
豊洲三丁目		-	
豊洲四丁目	27.968	27.368	0.08
豊洲五丁目	14.034	13.427	0.36
豊洲六丁目		-	
有明一丁目	3.134	2.521	0.58
有明二丁目		-	
有明三丁目	670	56	0.63
有明四丁目	615	1	0.63
潮見一丁目	7.875	7.265	0.48
潮見二丁目	8.855	8.245	0.46
常盤一丁目	9.547	8.938	0.45
常盤二丁目	19.354	18.750	0.25
高橋	24.322	23.720	0.15
新大橋一丁目	19.726	19.122	0.25
新大橋二丁目	25.235	24.633	0.14
新大橋三丁目	16.773	16.167	0.30
森下一丁目	24.202	23.600	0.16
森下二丁目	23.488	22.886	0.17
森下三丁目	25.102	24.500	0.14
森下四丁目	24.369	23.767	0.15
森下五丁目	15.096	14.489	0.34
青海一丁目		-	
青海二丁目	667	53	0.63

エ 現場到着時間の積算

2(1)の対象地域をモデルとし、出勤から現場到着までの時間の積算を行う。

表－5－5 現場到着時間の積算

q	$q=1.0005p-614.15$	市街地人口密度 (人/km ²)
p		DID 人口密度 (人/km ²)
V	$V=-(2 \times 10^{-5})p+0.64$	消防ポンプ自動車走行速度 (km/min)
X	$X=q/Z$	出場から現場到着までの時間 (sec)
Y	$Y=11.4D+83.6$	出場から現場到着までの時間 (sec)
D	$D=100m$	直近消防署所までの距離
Z		直近消防署所までの距離 (km)

表5－6 現場到着時間の積算

町丁目名	q	V	直近消防署所からの順路	Z	X
永代一丁目	10,756	0.41	永代一丁目×250m	0.25	36.35
石島	16,563	0.30	木場三丁目×250m+木場四丁目×250m+東陽六丁目×125m千石一丁目×375m+石島×250m	1.25	217.33
海辺	17,722	0.27	木場三丁目×250m+木場四丁目×250m+東陽六丁目×500m+千石一丁目×375m+千田×250m+海辺×250m	1.88	356.80
東陽六丁目	9,486	0.44	木場三丁目×250m+木場四丁目×375m+東陽六丁目×375m	1.00	143.51
東雲一丁目	16,627	0.30	豊洲三丁目×250m+豊洲四丁目×750m+東雲一丁目×500m	1.50	659.63
豊洲一丁目	9,627	0.44	豊洲二丁目×500m+豊洲一丁目×250m	0.75	82.96
豊洲四丁目	27,368	0.08	豊洲三丁目×250m+豊洲四丁目×500m	0.75	558.06
豊洲五丁目	13,427	0.36	豊洲三丁目×250m+豊洲四丁目×250m+豊洲五丁目×250m	0.75	227.77

表5-7 現場到着時間の積算結果
(その道路に接する2つの町丁目の平均をとる方法)

町丁目名	q	V	直近消防署所からの順路	Z	X
永代一丁目	10,756	0.41	永代 1×250m	0.25	36.35
石島	16,563	0.30	(木場 3×250m+木場 4×250m)/2+木場 4×250m+東陽 6×125m +千石 1×375m+石島×250m	1.25	177.49
海辺	17,722	0.27	(木場 3×250m+木場 4×250m)/2+木場 4×250m+東陽 6×500m +(千石 1×375m+千石 2×375m)/2+千田×250m+海辺×250m	1.88	322.40
東陽六丁目	9,486	0.44	(木場 3×250m+木場 4×250m)/2+木場 4×250m+東陽 6×375m	1.00	103.67
東雲一丁目	16,627	0.30	(豊洲 2×250m+豊洲 3×250m)/2+(豊洲 4×750m+豊洲 5×750m)/2 +東雲 1×500m	1.50	467.47
豊洲一丁目	9,627	0.44	(豊洲 2×500m+豊洲 3×500m)/2+(豊洲 1×250m+豊洲 3×250m)/2	0.75	58.71
豊洲四丁目	27,368	0.08	(豊洲 3×250m+豊洲 2×250m)/2+(豊洲 4×250m+豊洲 5×250m)/2 +豊洲 4×250m	0.75	312.03
豊洲五丁目	13,427	0.36	(豊洲 3×250m+豊洲 2×250m)/2+(豊洲 4×250m+豊洲 5×250m)/2 +豊洲 5×250m	0.75	167.75

表5-7は、表5-6よりも値にまとまりが出たが、下式に基づき値を求め、表5-7により得られた「出動から到着まで(sec)」との平均値を求め、より現実の値に近づける。

$$T(\text{sec}) = 11.4D + 83.6$$

D=100m (直近消防署所までの距離)

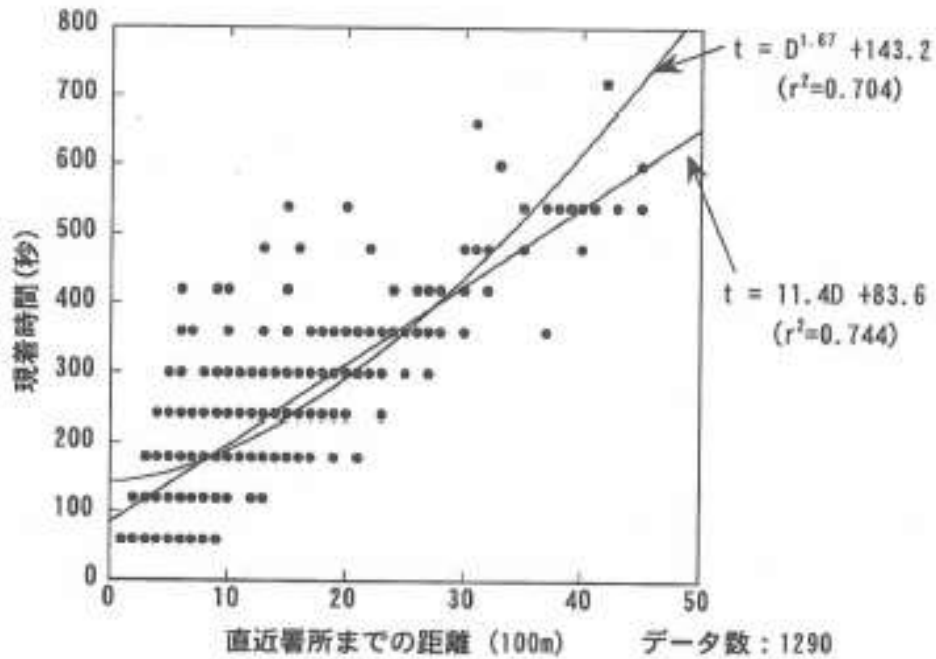


図5-3 直近署所までの距離と到着時間の散布図と回帰曲線
 (火災データ:H7~H8)

(出典：建築物の防災特性に応じた防火安全性の総合評価)

表5-8 現場到着時間の積算結果

町丁目名	q	直近消防署所からの順路	Z	X	Y	(X+Y)/2
永代一丁目	10,756	永代 1 × 250m	0.25	36.35	112.10	74.22
石島	16,563	(木場 3 × 250m + 木場 4 × 250m) / 2 + 木場 4 × 250m + 東陽 6 × 125m + 千石 1 × 375m + 石島 × 250m	1.25	177.49	226.10	201.79
海辺	17,722	(木場 3 × 250m + 木場 4 × 250m) / 2 + 木場 4 × 250m + 東陽 6 × 500m + (千石 1 × 375m + 千石 2 × 375m) / 2 + 千田 × 250m + 海辺 × 250m	1.88	322.40	297.35	309.87
東陽六丁目	9,486	(木場 3 × 250m + 木場 4 × 250m) / 2 + 木場 4 × 250m + 東陽 6 × 375m	1.00	103.67	197.60	150.63
東雲一丁目	16,627	(豊洲 2 × 250m + 豊洲 3 × 250m) / 2 + (豊洲 4 × 750m + 豊洲 5 × 750m) / 2 + 東雲 1 × 500m	1.50	467.47	254.60	361.04
豊洲一丁目	9,627	(豊洲 2 × 500m + 豊洲 3 × 500m) / 2 + (豊洲 1 × 250m + 豊洲 3 × 250m) / 2	0.75	58.71	169.10	113.90
豊洲四丁目	27,368	(豊洲 3 × 250m + 豊洲 2 × 250m) / 2 + (豊洲 4 × 250m + 豊洲 5 × 250m) / 2 + 豊洲 4 × 250m	0.75	312.03	169.10	240.56
豊洲五丁目	13,427	(豊洲 3 × 250m + 豊洲 2 × 250m) / 2 + (豊洲 4 × 250m + 豊洲 5 × 250m) / 2 + 豊洲 5 × 250m	0.75	167.75	169.10	168.43

オ 結論

X積算時の q は、出火建物まで消防ポンプ自動車が行く際に通行する道路が二つの町丁目に接する場合には、平均値をとることとした。

Xは、人口密度による消防ポンプ自動車の速度差が大きすぎ、Yは、距離のみを考慮しており、地域特性による速度差が考慮されているとは言い難く、XとYの平均値をここでいう出動から現場到着までの時間とした。

結果として、人口密度が高い地域に存在し、直近消防署所まで距離のある建築物では、概ね、危険度が高いことが分かった。

(4) 消防活動時間の積算

消防活動に関しては、先着隊の現場到着から火点室への筒先配備完了までの時間を算定する。

ア 消防活動時間の積算

$$t_f = \max(t_{m1}, t_{m2}) + t_{m3} + t_{m4} + t_{m5}$$

- t_{m1}:消防隊が現着後、現地の情報を収集し、戦術を決定する時間 (Sec)
- t_{m2}:消防車両から階段非常用E Vまでホースを搬送する時間 (Sec)
- t_{m3}:建物内を移動し、出火階直下階の前進指揮所に到達するまでの時間 (Sec)
- t_{m4}:前進指揮所にて、出火階に突入する準備をし出火階に到達する時間 (Sec)
- t_{m5}:出火階に到達してから出火室に到達するまでの時間 (Sec)

① 現地の情報を収集し、戦術を決定する時間 (t_{m1})

消防隊による情報収集に影響を及ぼす大きな要素として、建物関係者による情報収集の有無が挙げられる。ここでは、常時建物管理者が在館する防災センターの有無に着目して以下のとおり設定する。

$$t_{m1} = (l_1/v_1) + t_1$$

- l₁:消防車両寄り付き位置から防災センター (またはその他の情報集中把握箇所) までの距離 (m)
- v₁:歩行速度 (m/Sec) = 2.0
- t₁:情報把握・情報伝達に要する時間 (Sec) = $\begin{cases} 60 & \text{(防災センター設置対象物)} \\ 300 & \text{(防災センター未設置対象物)} \end{cases}$

- A t_{m1} = (20.0/2.0) + 60 = 70.0 (Sec)
- B t_{m1} = (20.0/2.0) + 60 = 70.0 (Sec)
- C t_{m1} = (20.0/2.0) + 360 = 310.0 (Sec)
- D t_{m1} = (20.0/2.0) + 360 = 310.0 (Sec)
- E t_{m1} = (20.0/2.0) + 60 = 70.0 (Sec)
- F t_{m1} = (20.0/2.0) + 60 = 70.0 (Sec)

※ F は、防災センター等はないが、建物規模等を勘案し、t1 は防災センター設置対象物と同等とした。

② 消防車両から階段または非常用 EV までホースを搬送する時間 (tm2)

$$tm2 = 12/v2$$

12: 消防車両寄り付き場所から連結送水管を經由し階段または非常用 EV の位置までの距離 (m)

v2: ホース搬送時の歩行速度 (m/Sec)

歩行速度は、次の値を設定する。

$$v2 = \left\{ \begin{array}{l} 2.6 \text{ (連結送水管送水口まで)} \\ 2.9 \text{ (連結送水管送水口から階段または非常用 EV まで: 屋外)} \\ 1.6 \text{ (連結送水管送水口から階段または非常用 EV まで: 屋内)} \end{array} \right\}$$

A $tm2 = 10.0/2.6 + 10.0/2.9 + 10.0/1.6 = 3.85 + 9.38 + 6.25 = 19.48 \text{ (Sec)}$

B $tm2 = 15.0/2.9 = 5.17 \text{ (Sec)}$

C $tm2 = 10.0/2.6 + 10.0/2.9 = 3.85 + 9.38 = 13.23 \text{ (Sec)}$

D $tm2 = 15.0/2.9 = 5.17 \text{ (Sec)}$

E $tm2 = 15.0/2.9 + 10/1.6 = 5.17 + 6.25 = 11.42 \text{ (Sec)}$

F $tm2 = 15.0/2.9 = 5.17 \text{ (Sec)}$

③ 建物内を移動し、出火階直下階の前進指揮所に到達するまでの時間 (tm3)

階段使用の場合と非常用 EV 使用の場合とに分けて設定する。

$$\left\{ \begin{array}{l} tm3 = d1/v3 \quad \text{(階段使用)} \\ \quad \quad d1/v4 \quad \text{(非常用 EV 使用)} \end{array} \right\}$$

d1 : 消防隊進入口から出火階直下階までの高さ (m)

v3 : 消防隊が階段を上る速度 (m/Sec)

階段使用時の歩行速度は、連結送水管を使用し、資機材を前進指揮所まで搬送する場合と、ホースを前進指揮所まで手広めする場合とに分け、次のように設定する。

$$v3 = \begin{cases} 0.245 & (\text{連結送水管あり}) \\ 0.160 & (\text{連結送水管なし}) \end{cases}$$

v4 : EV の定格速度 (=1m/Sec) に相当する上昇速度 (加速・減速部分も考慮した値)

- A $tm3 = 90.0 / 1.0 = 90.0$ (Sec)
- B $tm3 = 0 / 0.245 = 0$ (Sec)
- C $tm3 = 24.0 / 0.245 = 98.0$ (Sec)
- D $tm3 = 0 / 0.160 = 0$ (Sec)
- E $tm3 = 0 / 0.160 = 0$ (Sec)
- F $tm3 = 0 / 0.160 = 0$ (Sec)

建物Aでは、非常用EVを使用し、31階まで90秒で到着することが判明したが、v3を用いて90秒では、何階まで到達するかを試算すると、 $90 \times 0.245 = 22.05\text{m}$ であり、消防隊は8階までしか到達することができない。しかも、計20kg超の防火衣、空気ボンベ等の重装備を身に纏い、ホース等を階段で搬送する消防隊は、心拍数も上昇している。非常用EVの設置義務は、11階以上であることから、繁華街等でよく見かける10階建て以下の建築物の高層階部分は、消防隊到着時間という視点からみれば、超高層建築物と同等か、或いは、それ以上のリスクを抱えていることになる。

表 5 - 8 直下階への到着時間の比較

直下階	A(sec)	C(sec)
32		
31	90	
30	87	
29	84	
28	81	
27	78	
26	75	
25	72	
24	69	
23	66	
22	63	
21	60	
20	57	
19	54	
18	51	
17	48	
16	45	
15	42	
14	39	
13	36	
12	33	
11	30	
10	27	
9	24	98
8	21	85.7
7	18	73.5
6	15	61.2
5	12	49
4	9	36.7
3	6	24.5
2	3	12.2
1		

表 5 - 9 出火階べつ直下階への到着時間の比較

直下階への 到着時間 (sec)	A(出火階)	C(出火階)
98		10
90	32	
87	31	
85.7		9
84	30	
81	29	
78	28	
75	27	
73.5		8
72	26	
69	25	
66	24	
63	23	
61.2		7
60	22	
57	21	
54	20	
51	19	
49		6
48	18	
45	17	
42	16	
39	15	
36.7		5
36	14	
33	13	
30	12	
27	11	
24.5		4
24	10	
21	9	
18	8	
15	7	
12.2		3
12	6	
9	5	
6	4	
3	3	

- ④ 前進指揮所にて、出火階に突入する準備をし出火階に到達する時間 (tm4)
階段室への突入準備をし出火階に到達する時間は、次のように設定する。

$$tm4 = (d2 / v6) + 205$$

d_2 : 消防隊進入階から出火階までの長さ (m)

v_6 : 消防隊が出火階までホースを延長する速度 (m/Sec) = 0.15

階段室への突入準備時間

(階段室で連結送水管放水口にホースを結合する時間) (Sec) = 160

(面体を着装する時間) (Sec) = 45

A $tm_4 = (3.0/0.15) + 160 + 45 = 225$ (Sec)

B $tm_4 = (3.0/0.15) + 45 = 65$ (Sec)

C $tm_4 = (3.0/0.15) + 160 + 45 = 225$ (Sec)

D $tm_4 = (3.0/0.15) + 45 = 65$ (Sec)

E $tm_4 = 45$ (Sec)

F $tm_4 = 45$ (Sec)

⑤ 出火階に到達してから出火室に到達するまでの時間 (tm_5)

出火階に到着してから出火室に到達する時間は、煙層の降下高さに応じた歩行速度を設定し到達時間を求める。

歩行速度の設定値は、煙層高さが 1.6m 以上の場合は、

$$Tm_5 = \sum (l_i/v_i)$$

l_i : 出火室にいたる途中の空間 i の到達距離 (m)

v_i : 出火室にいたる途中の空間 i における煙層高さを考慮した歩行速度 (m/Sec)

$$v_i = \left\{ \begin{array}{l} 0.5 \text{ (煙層高さ} > 1.6\text{m)} \\ 0.3 \text{ (} 1.0\text{m} < \text{煙層高さ} \leq 1.6\text{m)} \\ 0.1 \text{ (煙層高さ} \leq 1.0\text{m)} \end{array} \right\}$$

A $T_{m5} = 10/0.1 = 100$ (Sec)

B $T_{m5} = 10/0.1 = 100$ (Sec)

C $T_{m5} = 10/0.1 = 100$ (Sec)

D $T_{m5} = 10/0.1 = 100$ (Sec)

E $T_{m5} = 10/0.1 = 100$ (Sec)

F $T_{m5} = 10/0.1 = 100$ (Sec)

イ 積算結果

$$A \quad t_f = 70 + 90 + 225 + 100 = 485 \text{ (Sec)}$$

$$B \quad t_f = 70 + 0 + 65 + 100 = 235 \text{ (Sec)}$$

$$C \quad t_f = 310 + 98 + 225 + 100 = 733 \text{ (Sec)}$$

$$D \quad t_f = 310 + 0 + 65 + 100 = 475 \text{ (Sec)}$$

$$E \quad t_f = 70 + 0 + 45 + 100 = 215 \text{ (Sec)}$$

$$F \quad t_f = 70 + 0 + 45 + 100 = 215 \text{ (Sec)}$$

ウ 積算結果の分析

tm1 については、消防隊による情報収集に影響を及ぼす大きな要素として、建物関係者による情報収集の有無が挙げられる。ここでは、常時建物管理者が在館する防災センターの有無に着目して設定したが、設定値に改良の余地が残る。

tm5 については、煙層の降下高さに応じた歩行速度を設定し到達時間を求めるものであるが、出火室の分析まで至らなかったことから、各建物一律の値とした。

t_f の積算結果だが、建物Cが、733 秒であり、最も危険といえる。その要因は、防災センターが無い場合、現地の情報収集と戦術の決定に 310 秒を要する点と前述した tm3 に 98 秒要するところが大きい。また、一般に地上階数 7 以上の建築物に連結送水管は設置され、その 3 階以上の各階に放水口が設置されるが、tm4 に 225 秒要し、消防活動に連結送水管を活用し、出火階の直下階で進入準備をする時間は活動全体からみても大きな割合を占める。

建物Dは、2 階出火にも関わらず 475 秒を要しており、同じく 2 階出火の建物Bの 235 秒の 2 倍以上を要し、32 階出火の建物Aの 485 秒に匹敵している点は、注目に値する。近代消防戦術における防災センターの役割の大きさが伺える。

(5) 連結送水管の流水時間の積算

ア 連結送水管の設置目的

連結送水管は、高層建築物、無窓の建築物、地下建築物及び延長 50m以上のアーケード等、消防活動が困難となる防火対象物に設置し、消防活動時にホース延長を容易にさせる設備である。

イ 設備の概要

連結送水管は、送水口、配管、放水口、放水用具等によって構成される。

① 種別

A 乾式

小規模の防火対象物及びアーケード等に設ける設備であり、常時、配管内には水が入っておらず、消防ポンプ車等から送水口、連結送水管を経て放水口へ送水するものである。

B 湿式

配管内は、常時、高架水槽により充水されているもの。消防ポンプ車から送水した際のウォーターハンマーを防止できる利点がある。

② 補助用高架水槽

湿式の場合には、屋上に配管用の水槽が設けられている。縦管と補助用高架水槽の間には、止水弁・逆止弁が設けられている。

ウ 設置基準（消令 29 条、消則 31 条）

① 次の 2 事例に設置義務が生じる。（耐火建築物）

A 地階を除く階数が 7 以上のもの（3 階以上の部分に放水口の設置義務）

B 地階を除く階数が 5 以上で、延べ面積 6,000 m²以上のもの

② 高さ 70m 超の建築物にあつては、連結送水管を湿式とし、かつ、加圧送水装置を設けることとする。

(6) 総合危険度の分析

消防機関が火災発生の通報を受けて、署所から消防隊が出動し、放水開始するまでのプロセスは、以下のとおりである。

火災発生→通報→覚知→出動→現場到着・水利部署→放水開始

5(3)(4)において、「現場到着までの時間の積算」、「消防活動時間の積算」を行ったが、これらの結果に基づき、上記のプロセスのうち、出動から放水開始までの時間の積算を行う。

仮に、各町丁目上に各設定建物が建っていると仮定し、総合危険度を分析する。

(表5-8)

出動から放水開始までの時間の積算をまとめ、各町丁目上に各設定建物が建っていると仮定し、次式Tにて総合危険度を分析する。

Tは、消防隊の出動から現場到着までの時間を積算した $\{(X+Y)/2\}$ と消防隊の現場到着から火点室への放水開始までの時間を積算したtfで構成される。

$$T = \{(X+Y)/2\} + tf$$

海辺、東雲一丁目の建物CのT値は、それぞれ1000秒超であり、危険度が高い。但し、T値全般にいえることだが、著者の経験上、この値は実際よりも大きすぎる感は否めない。

海辺に関しては、非耐火造混成率が、90%強であり、かつ、延焼速度比は、0.38である。実際には、低層の非耐火造建築物の密集地域といえるが、建物Cのような建物が建設された場合には、非常に危険な地域であるといえる。また、木造戸建て住宅を想定した建物FのT値は、525秒であり、危険度としてはそれほどでもないが、延焼速度比が高く、発見・通報が遅れば、消防隊到着時には、隣棟へ延焼拡大している可能性もあり、一概に安全とは言えない。これらは、石島についても同様の見方ができる。

東雲一丁目、豊洲四丁目は、延焼速度比が、それぞれ0.18、0.23と中等レベルの危険度を持ち、かつ、建物A～Dのような建築物も多い地域である。地域としての危険度は高い。

表 5 - 8 出動から放水開始までの時間の積算結果(sec)

建物 町丁目名	A	B	C	D	E	F	延焼 速度比	網掛けの分類		総合 危険度
								T 値	延焼 速度比	
永代 1	559	309	807	549	289	289	0.29	840~ 780 ~840	0.32~ 0.24 ~0.32	高
石島	687	437	935	677	417	417	0.35			
海辺	795	545	1043	785	525	525	0.38			
東陽 6	636	386	884	626	366	366	0.01			
東雲 1	846	596	1094	836	576	576	0.18			
豊洲 1	599	349	847	589	329	329	0.01	600 ~780	0.16 ~0.24	低
豊洲 4	726	476	974	716	456	456	0.23			
豊洲 5	654	404	902	644	384	384	0.31			
								420 ~600	0.08 ~0.16	
								~420	~0.08	

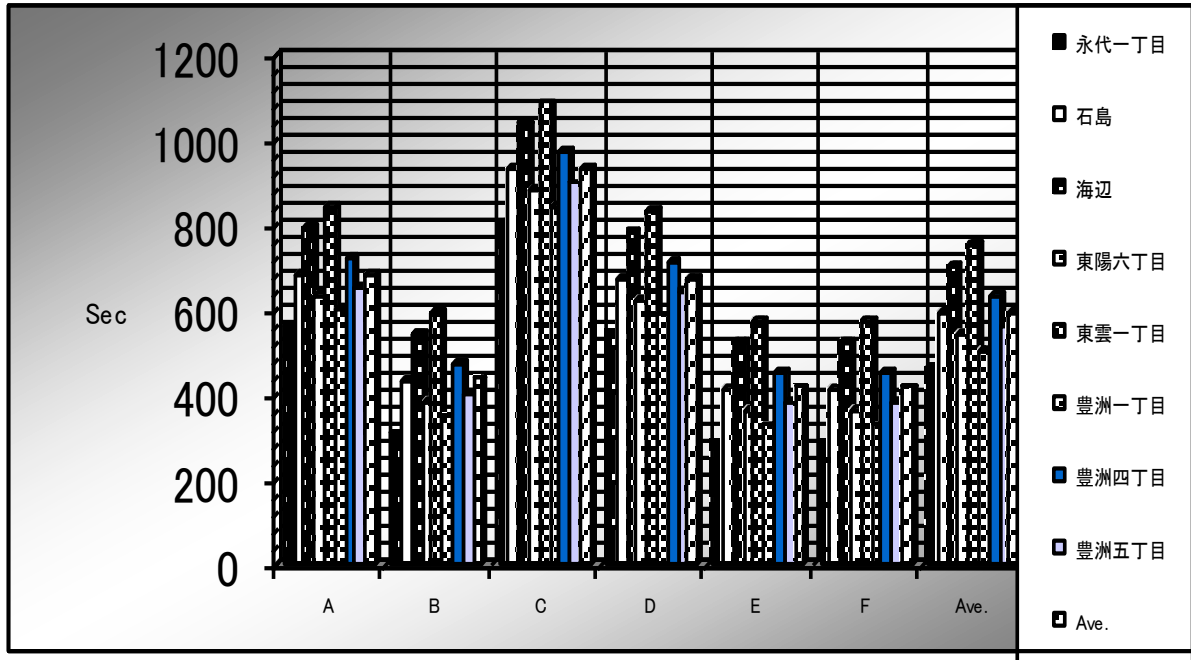


図 5 - 4 出火建物別総合危険度の比較

6 防災センター

5(4)にて、消防隊の現場到着から火点室への放水開始までの時間を積算したが、防災センターの有無で情報収集や戦術決定の時間が大きく変わり、活動時間全体に影響を及ぼすことが示された。本章では、防災センターの概要や根拠法令等について解説する。

建築物の高層化、複合化等が進み、併せてその管理形態の変化と多様化、さらには管理形態が複雑化し、これらの防火対象物で火災をはじめとする災害が発生した場合には、火災の発見、情報の伝達、初期消火、避難誘導及び消火活動の困難が予想され、また、在館者や居住者に与える不安感によるパニックの発生が考えられる。

このような建築物で、火災その他の災害等が発生した場合に、災害等の発見から鎮圧までの一連の自衛消防活動を適切に、しかも効率的に行うために、正確な情報の収集、処理及び防災機器の監視、制御、操作等にあたり、さらに防災行動の統率を図る場所が防災センターである。

防災センターは、各種の消防・防災設備等の監視、操作及び制御場所であり、また、消防隊到着後の消防活動の拠点としても活用され、防災上の管理運営の一元化を図るうえで極めて重要な役割をもっている。

(1) 条例防災センター

災害発生時に防災センターの役割を有効に活用できるように、東京都火災予防条例（以下「条例」という。）で一定規模以上の大規模な建築物の消防用設備等及び特殊消防用設備等の総合操作盤及び制御装置等を防災センター（以下「条例防災センター」という。）において監視、操作等できるよう集中して管理することと規定されている。（条例 55 条の 2 の 2 第 1 項）

(2) 省令防災センター

「省令防災センター」とは、消防法施行規則（以下「省令」という。）第 3 条第 10 項に定められる総合操作盤その他これに類する設備により、建築物の消防用設備等及び特殊消防用設備等その他これらに類する防災のための設備を管理

する場所をいう。

全国的にも高層建築物、或いは、大規模な建築物等が増加したことから、平成6年及び9年に省令の一部が改正された。条例防災センターが該当する建築物に加えて一定規模以上の建築物に該当するものである。すなわち、省令防災センター該当建築物に条例防災センター該当建築物は含まれる。

表6-1 条例防災センターと省令防災センターの比較

政令別表第1 に掲げる防火 対象物の区分		条例防災センター 条例第55条の2の2	省令防災センター 平成9年消防庁告示第6号	地階の床面積の合計が 五千㎡以上であるもの	建基令第二十条の二第二 これに類するものに限る 項の規定による中央管理室（総合操作盤その他 が設けられているもの	延べ面積が五万㎡以上のもの
1項		①または②				
2項		①または②				
3項		①または②				
4項		①または②				
5項	イ	①または②				
	ロ	③	④			
6項		①または②				
7項		③	④			
8項		①または②				
9項	イ	①または②				
	ロ	①または②				
10項		①または②				
11項		①または②				
12項		③	④			
13項		①または②				
14項		①または②				
15項		①または②				
16項	イ	①または②				
	ロ	③	④			
16の2項		延べ面積1,000㎡以上				

①地階を除く階数が11以上で、かつ延べ面積が10,000㎡以上のもの

②地階を除く階数が5以上で、かつ延べ面積が20,000㎡以上のもの

③地階を除く階数が15以上で、かつ延べ面積が30,000㎡以上のもの

④地階を除く階数が11以上で、かつ延べ面積が10,000㎡以上のもの（省令第3条第10項の防災センターが設置されているもの）

7 消防用設備等活用の消防活動についての解説

5(4)にて、消防隊の現場到着から火点室への放水開始までの時間を積算したが、現場到着後の消防隊の活動に際し、消防隊の装備品に加え、出火建物に設置された消防用設備等を活用し、消防活動にあたる。簡略ではあるが、消防用設備等活用の消防活動についての解説を下記に著す。

(1) 防災センター

ア 現着後、出火階、逃げ遅れの状況等の情報を収集し、指揮者は活動方針を決定する。防災センター設置対象物については、防災センターにおいて、情報を収集する。 A B E

イ C D Fについては、防災センター未設置のため、関係者等から情報を収集する。

(2) 消防用水

ア 先着ポンプ小隊（送水隊）が、現着後、直ちに、吸管を延長し採水口に接合し、ポンプを起動し採水。 A B

イ C D E Fについては、建物に設置されていないことから、付近の公設消火栓、または、防火水槽等の水利施設に部署し、ポンプ車に採水する。

(3) 連結送水管

ア 7(1)により採水後、65mmホースを延長しポンプ車の放水口から連結送水管送水口へ接合（ダブル送水）する。（送水圧力1.5MPa） A C

送水口横のブースターポンプの起動ボタン（遠隔操作）を押し、最上階まで送水後、先行隊を追う。 A

火点直下階に到着した、先着ポンプ隊（先着隊）、特別救助小隊等は、搬送してきた連結送水管セット（二又分岐金具、媒介金具、65mm短尺ホース）を連結送水管採水口に結合し、二又分岐金具に50mmホース（2本連結+ガンタイプノズル）を結合し火点階へ向かう。また、放水用器具格納庫に収納してある

ホース(11階以上)も有効に活用する。連結送水管採水口のノズルを開放して、筒先配備完了。 AC

イ BDEFについては、出火階が2階であることから、連結送水管は使用しない。ポンプ車から直接ホースを延長し、階段により出火階へ向う。

ウ ドア施錠中等の場合は、エンジンカッター等の破壊器具を活用してドアを開放し、出火室内部に進入する。 ABCDEF

(4) 非常用エレベーター

先着ポンプ小隊(先行隊)、特別救助小隊等は、現着後、直ちに、火点直下階(31階)へ向かう。搬送資器材は、連結送水管セット、50mmホース、投光器、発動発電機、エンジンカッター、検索ロープ(30m)等 A

(5) 非常用コンセント設備

ア 投光器用の発動発電機の電源として活用する。 A

(6) 屋内消火栓設備

通常、居住者等の初期消火用としての設備であるが、消防隊の消火活動においても有効な設備といえる。 AC

8 まとめ

本論で述べた火災リスクは、以下の4点に集約される。

- (1) 消防隊の出動から現場到着までの時間については、消防自動車走行道路周辺の人口密度と火災現場から直近消防署所までの距離に依存する。
- (2) 高層階出火火災における消防隊の出動から放水開始時間については、非常用E Vの設置の有無に依存する。

非常用E Vの設置義務は、主として、11階以上の建築物に課される。この点においては、用途を問わず都内に数多く存在する11階建て未満の中層建築物の危険度は超高層建築物に匹敵する。

スプリンクラー等の消防用設備の設置義務についても、主として11階以上から課される。非常用E V等の建築設備とともに、高層階における在館者の安全性を担保しているが、火災発生時に有効に機能するのか否かは、適正な維持管理にかかっている点も忘れてはならない。

- (3) 低層階出火火災における消防隊の出動から放水開始時間については、常時建物管理者が在館する防災センター等の人的要素に依存する。

防災センターの有無で消防隊の情報収集や戦術決定の時間が大きく変わり、現場到着後の移動距離が短い低層階出火火災では、活動時間全体に及ぼす影響が大きい。防災センター未設置規模の中層建築物の危険度は、超高層建築物以上といえる。

- (4) 木造・防火造密集地域は、延焼速度比が高く、火災の発見や消防機関への通報の遅延により、消防隊到着前に隣棟へ延焼拡大している可能性がある。本論では、建築物の高さによる危険度判定に重点を置いたが、木造・防火造建築物については、それに加え、地域としての危険度評価が必要となる。

9 参考文献等

- (1) 辻本 誠、大宮 喜文、火災に向き合う建築学、(株)オーム社
- (2) 西田 幸夫、建築防災 1、東京理科大学
- (3) 東京消防庁予防部予防課監修、予防事務審査・検査基準 I II、(財)東京防災指導協会
- (4) 高木 任人、イラスト建築防火、(株)近代消防社
- (5) 東京消防庁装備部監修、目で見る 消防車の運行と点検整備、東京法令出版(株)
- (6) 青柳 真一、消防設備等の早見帳、青企画出版
- (7) 高木 任人、用途別 消防・建築法規のドッキング講座 (上)、(株)近代消防社
- (8) 中村 和孝、南野 秀司、消防活動計画、日本火災学会誌「火災 289」、日本火災学会
- (9) 東京消防庁監修、消防関係法令集、(財)東京防災指導協会
- (10) 伊藤 彩子、避難行動との接点を考えた消防活動計画、日本建築学会
- (11) 糸井川 栄一他、大地震時における最適消防力運用、筑波大学大学院システム情報工学研究科
- (12) 東京消防庁防災部防災課、東京都の地震時における延焼危険度測定 (第 7 回)、2007
- (13) 東京消防庁防災部水利課、改定 消防水利の実務基準、2006
- (14) 東京消防庁防災部防災課、東京都の市街地状況調査報告書 (第 7 回)、2006
- (15) 東京消防庁、火災予防審議会、建築物の防火特性に応じた防火安全性の評価、1999
- (16) 東京消防庁警防部、超高層建物の火災研究、(財)東京防災指導協会、1989
- (17) (財)東京防災指導協会 防火管理制度・火災安全工学の基礎 2007
- (18) 東京消防庁指導広報部指導課 防火管理指導指針 2002
- (19) 消防実務研究会、消防防火対象物用途判定早わかり、(株)近代消防社

- (20) 消防力の整備指針研究会、逐条問答 消防力の整備指針・消防水利の基準、(株)ぎょうせい
- (21) 東京消防庁、大規模建築物及び特異建築物等の消防対策に関する調査研究報告書、(消防活動上必要な施設の設置評価について、1998)

10 謝辞

本研究をまとめるにあたり、指導教官である辻本 誠教授には大変お世話になりました。仕事を持ちながらの研究となり、時間の捻出に苦勞していた私に非常に理解を示していただいた点、大変感謝しています。業務と直結する分野の研究を進める上で、防災分野の権威である先生のお言葉は、1つ1つ非常に勉強になるものでした。学問に対する真摯な姿勢に対し感服するとともに、我々に足りないものを気づかされる毎日であり、官学連携による相乗効果を発揮させることの必要性、重要性を改めて感じました。

西田 幸夫先生には、方向性に迷いが生じ、思うように研究が進まない時に、適切なアドバイスをいただき、大変感謝しています。無事、完成にこぎつけることができました。豊富な社会経験、研究経験に裏付けられた鋭い洞察力に対し感服させられる毎日でした。

最後に、辻本研究室の素晴らしい仲間とともに1年間過ごせたことに感謝します。