

ロウアー・マンハッタン 気候レジリエンス調査 2019年3月



本書は、ロウアー・マンハッタン気候レジリエンス調査（Lower Manhattan Climate Resilience (LMCR) Study, March 2019）全文 55 ページを、翻訳ソフト DeepL を利用し、若干の修正を加えて日本語にしたものです。原文は次の HP から閲覧できます。<https://www.nyc.gov/site/lmcr/background/lower-manhattan-climate-resilience-study.page>

この LMCR調査は、ハリケーン・サンディ（2012年10月）の大災害後に、多くの取り組みがなされたことを背景に、ニューヨーク市が行った包括的な調査で、中長期的に、ロウアー・マンハッタン地域のレジリエンス強化のために、さまざまな提案、提言、アイデアを統合し、非常に具体的で、まとまりのある計画になっています。

謝辞

公的機関

市長復興レジリエンス局（ORR）

ニューヨーク市経済開発公社（EDC）

州知事事務所NYC

コミュニティ関係者

コミュニティ委員会1

コミュニティ委員会3

主要プロジェクト・コンサルタント

HR&Aアドバイザー

ビヤルケ・インゲルス・グループ

ワンアーキテクチャー

ジェームズ・リマ・プランニング+ディベロップメント

写真

ゾラン・フォトグラフィー（表）

ジュリアン・シェール（53ページ）

目次

はじめに	5
ロウアー・マンハッタンの概要	11
気候リスク評価	17
気候適応ツールキットと提案	27
ロウアー・マンハッタンの気候レジリエンス戦略	43
用語集	54

第1章 はじめに

研究の背景と目的

ニューヨーク市は、世界中の多くの都市と同様、気候変動とその都市環境への深刻な影響という複雑な現実と直面している。

2012年10月、ハリケーン・サンディがニューヨーク市を襲い、市内の土地の17%が浸水し、44人の命が奪われ、190億ドルの損害と経済活動の損失をもたらした。高潮はニューヨーク港で記録的な高さ14フィートに達し、ハリケーンは市内全域で停電を引き起こし、200万人以上のニューヨーカーに影響を与えた。ロウアー・マンハッタン（地域）では、ハリケーン・サンディの影響は甚大で、2人の死者を出し、数千戸の家屋に影響を与えた。

400年以上にわたり、ニューヨークの歴史的アイデンティティはロウアー・マンハッタンに根ざしてきた。何世代にもわたり、エリス島やクリントン城を通る移民の玄関口として機能してきたが、ここ数十年で、同地区は世界的な経済・金融の中心地へと変貌を遂げた。ニューヨーク市の全雇用の10%以上を占めるこの地区は、ニューヨーク市と地域経済にとって計り知れない重要性を持っている。ウォール街はハリケーン・サンディの2日後、ニューヨーク証券取引所とNASDAQという時価総額で世界最大の2つの証券取引所の取引を完全に停止し、閉鎖された。ハリケーン・サンディの影響は、ロウアー・マンハッタンのニューヨーク市の経済、市民、文化の中心地としての価値だけでなく、気候変動に対する特別な脆弱性と危険にさらされていることを浮き彫りにした。ロウアー・マンハッタンへの気候変動の影響は、おそらく市全体、そしてそれ以外の地域にも及ぶだろう。

ハリケーン・サンディは、ニューヨーカーの記憶の中で、気候変動に関連した災害の最も重要な経験である。この大災害を契機に、市全体が気候変動に対するエネルギーと集中力を高め、コミュニティ、行政区、政府レベルを超えて、ニューヨーク市の将来を構想し、計画するための協力的な取り組みが行われるようになった。サンディ後のこの新たな焦点は、ニューヨーク市の再建と回復のための特別イニシアティブ（SIRR）、暴風雨復興知事室によるNYライジング・コミュニティ再建プログラム、連邦政府のRebuild by Designコンペティション、ビル・デ・ブラシオ市長のOne NYCプラン、マンハッタン南部海岸防衛スタディなど、ロウアー・マンハッタン気候レジリエンス・スタディの基礎となる研究やイニシアティブを生み出した。

ハリケーン・サンディ以来6年間、同区は災害から回復するだけでなく、災害から学び、その後繁栄する能力を示し続けてきた。公共機関や規制対象の公益事業者による、市全体にわたる数十億ドルの投資は、同地区の気候変動に対するレジリエンスに大きく貢献している。ConEd社のストーム・ハードニング・プラン、MTAのフィックス・アンド・フォーティファイ・プログラム、ベライゾン社の銅線を完全耐水性の光ファイバーケーブルに交換する取り組みなど、将来の暴風雨に備えて送電網、地下鉄システム、電気通信の機能を守るための取り組みが進められている。暴風雨復興知事室は、NYライジング・プログラムを通じて、この地域を含む州全体のコミュニティの復興を支援するため、連邦政府からの数億ドルの資金を管理している。

また、金融地区の多くのビル所有者を含む民間企業も、個々のビルに防護策を施した。ロウアー・マンハッタンのコミュニティは、数年前から熟慮を重ねた気候計画に取り組んできた。

コミュニティ委員会1（Community Boards 1）とコミュニティ委員会3（Community Boards 3）は、短期的なレジリエンス対策の開発に深く関与し、投資してきた。

総合的な沿岸防衛イニシアティブであるロウアー・マンハッタン沿岸レジリエンス・プロジェクトの一環として、この調査は、サンディ後の連邦災害予算を通じて、市と州の両方から資金提供を受けた。

サンディの後、気候レジリエンスへの取り組みと地域社会の関係者の投資により、ニューヨーク市は連邦国家災害レジリエンス・コンペティション（National Disaster Resilience Competition）を通じて、ツープリッジズ地区における沿岸部の高潮洪水リスクを軽減するための資金を得ることに成功した。ロウアー・マンハッタンの他の地域は、連邦政府からの資金提供の優先順位は付けられなかったが、連邦政府の基準では、低・中所得世帯を対象としたハリケーン・サンディの災害後の復興に向けた資金提供の優先順位が付けられ、市はブルックリン橋の南側（コミュニティ委員会1地区）のプロジェクトに1億ドル、バッテリー地区のプロジェクトに800万ドルの資金を割り当てた。

ロウアー・マンハッタン気候レジリエンス調査は、提言の作成と投資の指針として、以下の目標を掲げている。

- ・2050年代および2100年におけるロウアー・マンハッタンの気候災害の規模と被害の程度を明らかにする。
- ・気候の脅威に長期的に適応するための選択肢を評価し、気候災害の包括的な影響に対処するため、可能な限り気候への適応を最大化する。
- ・ロウアー・マンハッタンのコミュニティに貢献するため、可能であればロウアー・マンハッタンの都市共同利益の創出と統合を支援する。
- ・段階的な一連の提言を策定し、近未来および長期的な解決策を最大化し、すでに進行中の既存の計画的取り組みやプロジェクトから情報を得て、長期的な気候レジリエンス戦略を策定する。

2018年の主要な報告書は、重大な対策を講じなければ、気候変動がこれまで考えられていたよりも速い速度で壊滅的な世界的結果をもたらすという科学的コンセンサスを確固たるものにした。2018年11月、13の連邦政府機関が、気候変動が2100年までに米国の国内総生産を最大10%減少させると予測する報告書を発表した。報告書は、ハリケーンや山火事、熱波、干ばつなどの極端な事象を含む気候変動の影響が、全米の経済や地域社会に影響を及ぼす可能性が高いと主張している。海面上昇はすでに、大西洋岸やメキシコ湾岸の都市で、日常的な高潮による洪水の発生を加速させている。ニューヨーク市は海面上昇に対して特に脆弱であり、予測値は世界平均を上回っている。

国連が招集した科学者グループである「気候変動に関する

政府間パネル」は、米国国家気候評価の1ヵ月前に、気候変動はこれまで予測されていたよりも低い温暖化の閾値で深刻な経済的・人的大災害をもたらすとする報告書を発表した。

現在のペースで温室効果ガスの排出が続けば、大気は早ければ2040年に産業革命前のレベルから1.5°Cの温暖化に達し、地球規模で深刻な気候変動の影響を引き起こす可能性がある。地球温暖化を1.5°Cに抑えるには、世界の社会・経済システムをかつてない規模で変革する必要がある。

調査のプロセスと構成

私たちの調査は3つのフェーズで実施された。第1に、現在のロウアー・マンハッタンの情報を収集する。第2に、気候変動が将来ロウアー・マンハッタンにもたらす脅威を特定する。第三に、ロウアー・マンハッタンがさらされている気候変動による危険に対する解決策を特定し、評価することである。調査結果は、以下の3つの章に整理されている。主要な用語を定義した用語集も54-55ページに掲載されている。

第2章

ロウアー・マンハッタンの概要

- ・市場および土地利用の動向、建築環境、レジリエンスおよびインフラに対する既存の投資、社会的および人口統計的特性など、地区全体および調査地域の沿岸端に沿った近隣地域の現状を調査した。

第3章

気候リスク評価

- ・気候変動に関するニューヨーク市パネル（NPCC）から入手可能な最新の気候科学に基づき、最も保守的な予測を用い、気候の影響に関する追加モデリングを行い、2050年代および2100年におけるロウアー・マンハッタンの包括的な気候リスク分析を行った。

第4章

気候適応ツールキットと提案

- ・世界的な前例とベストプラクティスを評価し、様々な気候ハザードに、様々な実施規模で、様々なリスク削減レベルで取り組む適応ツール一式を作成した。
- ・ツールキットのツールを、個々の建物レベルから地区全体レベルまで、様々な実施スケールで気候への適応を達成する提案にグループ化した。
- ・技術的難易度、近隣への配慮、セクターごとの責任、潜在的な共同利益といった一連の基準に基づき、提案を分析・評価した。

こうした最新の知見は、本調査の目的の緊急性をさらに強め、ロウアー・マンハッタンの気候変動に対するレジリエンスのために行動を起こす必要性を強調するものである。このロウアー・マンハッタン気候レジリエンス調査は、ハリケーン・サンディ後のロウアー・マンハッタンのコミュニティと市による過去の努力とリーダーシップを基礎とし、ロウアー・マンハッタンの将来のための気候レジリエンス計画の次の段階への道筋を示すものである。

2050年代、つまり平均的なニューヨーク市民が一生を終えるまでに起こる主な影響

- ・100年高潮により、評価額合計130億ドル（2018年）の地区内不動産の37%が損害の危険にさらされると予測される。
- ・合流式下水道システムは、10年に一度の大雨で溢れ出し、道路冠水や建物の地下室への浸水を引き起こす危険性が高い。
- ・熱波の頻度は250%増加し、期間は50%長くなると予測される

2100年までに、あるいは若いニューヨーク市民の一生以内に、主要な影響が及ぶと予測される

- ・100年高潮により、評価額合計約140億ドル（2018年ドル）の地区内不動産のほぼ50%が危険にさらされると予測され、その中にはランドマークとなっている建物や歴史地区にある建物の3分の2以上が含まれる。
- ・評価額合計40億ドル（2018年）の不動産の10%以上が、日常的に潮の浸水にさらされると予測されている。
- ・地下水位の上昇により、地区内の古い建物の150棟以上が不安定化のリスクにさらされると予測されている。

ロウアー・マンハッタンの気候レジエンス戦略

調査の結果、市は約5億ドル相当の投資を特定し、ロウアー・マンハッタンの気候変動に対するレジリエンスのための全体的な戦略を策定した。この戦略については、第5章で詳述する。この戦略の一環として、市は、ニューヨーク市の長期的な将来に対する気候変動の脅威に備え、革新的かつ柔軟な計画を継続する一方で、近い将来、ロウアー・マンハッタンの主要な地域に重要な気候への適応を実現する、的を絞った野心的な投資を行う。

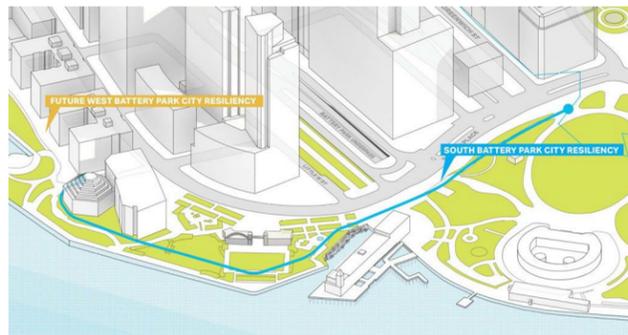
レジリエンス戦略プロジェクト

トゥブリッジズ地区沿岸のレジリエンス



気候災害：2050年代の100年高潮、極端な降雨量
 ツール：可動式防御(上昇式バリア)、分流式下水システム
 現状：EDCが最終設計を行い、設計建設局(DDC)が建設を行う

バッテリー・パーク・シティのレジリエンス・プロジェクト



気候災害：2050年代の100年高潮
 ツール：配備可能な防護；水辺の高嵩上げ；構造物の強化
 現状：市がプロジェクトのための債券融資を承認し、バッテリーパークシティ・オーソリティ(BPCA)が設計と建設を行う

これらの投資には、市がトゥブリッジズ地区、バッテリー地区、バッテリー・パーク・シティで進めている恒久的なインフラプロジェクトが含まれる。これらのプロジェクトはロウアー・マンハッタンの将来にとって極めて重要であり、強力な気候変動対策であると同時に、同地区の住民と労働者のための共同利益の統合でもある。

バッテリー地区沿岸のレジリエンス

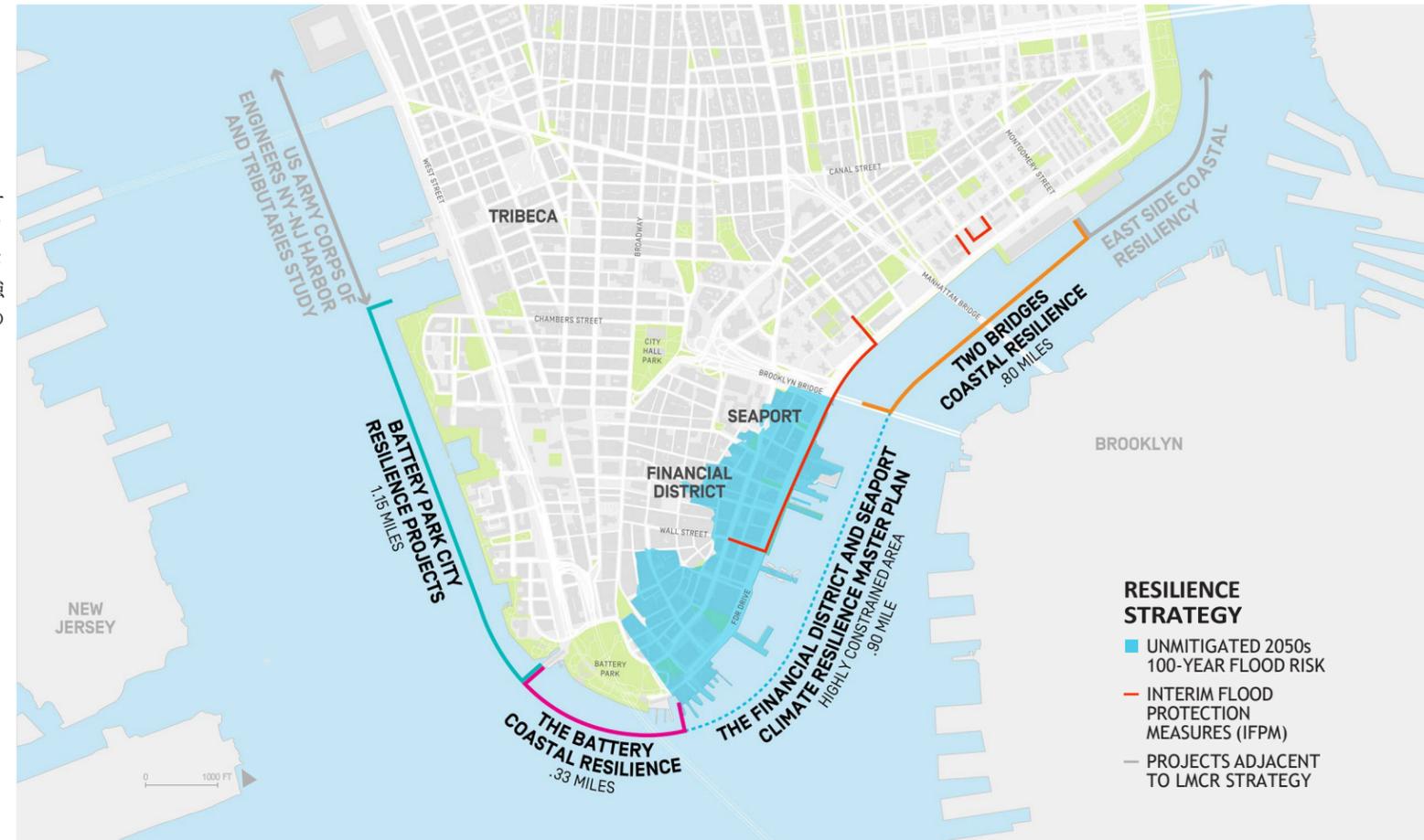


気候災害：2050年代の100年高潮、潮の浸水、地下水位の上昇
 ツール：水辺の高嵩上げ-海面上昇（高架遊歩道）
 水辺の高嵩上げ-高潮（洪水壁またはその他の整備、今後の設計による）
 現状：EDCは公園・レクリエーション局(DPR)と連携し、遊歩道の設計と建設を行っている

暫定洪水防御対策 (IFPM)



気候災害：現在の10年高潮
 ツール：可動式防御 (HESCOバリア、タイガーダム、その他のジャスト・イン・タイム可動式)
 状況：ニューヨーク市緊急事態管理局(EM)が設計と実施を行う



金融地区と海港地区の気候レジリエンス・マスタープラン

金融地区とサウス・ストリート・海港地区（以下「海港地区」）は、気候リスクが高く、適応の選択肢が少ないというユニークな特徴を持つ。この2つの地区では、地形が低地であるため、より高度な整備が必要であるが、ウォーターフロントは既存のインフラや建物による制約が大きいため、ほとんどの大規模な適応プロジェクトを実施するのに必要な物理的スペースが不足している。複雑な循環の必要性、交通機関、活発な水辺の利用、多数の歴史的建造物、これらすべてが、これら2つの地区における解決策の計画と実施の複雑さをさらに悪化させている。この地域特有の様々な物理的制約と、2100年に予測される高さ9~16フィートの100年高潮のため、海岸線の拡張や新たな土地の造成を真剣に評価し、検討する必要がある。

この調査により、市は金融地区と海港地区の気候レジリエンス・マスタープラン（マスタープラン）を開始し、海岸線の拡張によってこれら2つの地区を防御する唯一の選択肢を深く検討する必要性が明らかになった。

マスタープランでは、幅や位置の異なる様々な拡張エリアのオプションを検討する。マスタープランはまた、公共と民間の資源を最大限に統合するための資金調達戦略を特定し、資金調達を支援するための開発機会の調査を含め、実施のための重要な資金源を特定する。市は、第一段階のプロジェクトを決定し、その資金調達、建設、管理を行う新たな公益法人を設立する。金融地区と海港地区の気候レジリエンス・マスタープランは、同地区の気候防御におけるギャップを埋めることに的を絞ったものであり、市全域の他の同じような困難な地区における適応プロジェクトに道を開く可能性がある。

このようなインフラへの投資とさらなる計画により、ロウアー・マンハッタンは今後数十年にわたり、気候変動の影響に対してより強く、よりレジリエンスのある街となるだろう。

第2章
ロウアー・マンハッタンの
概要

現在の状況

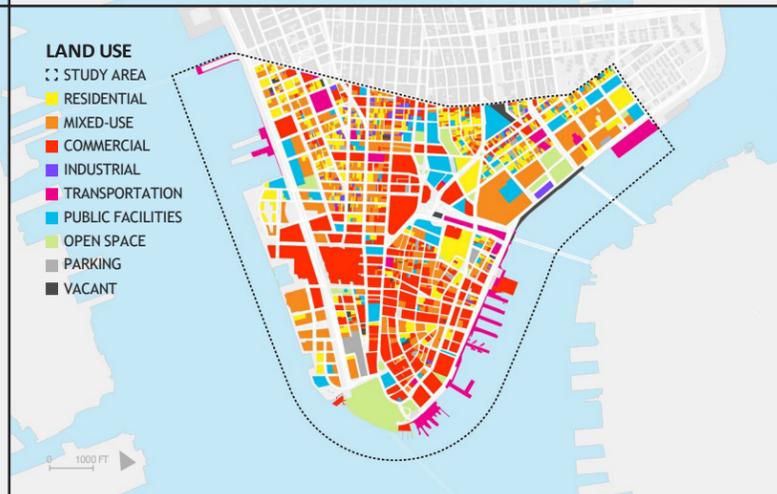
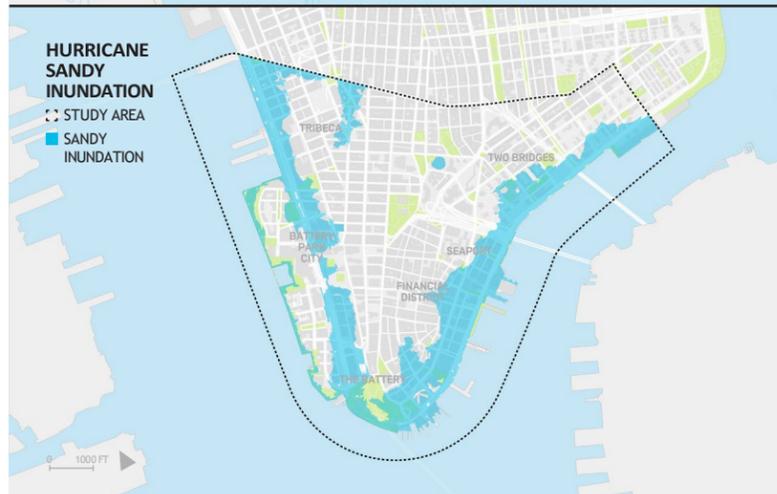
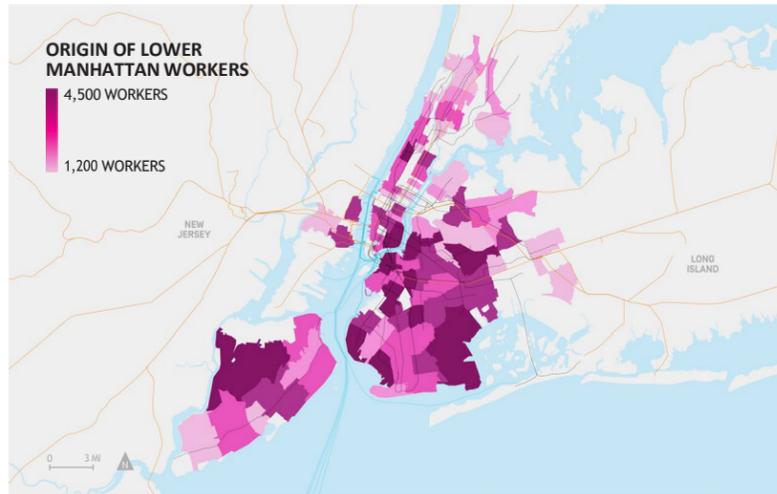
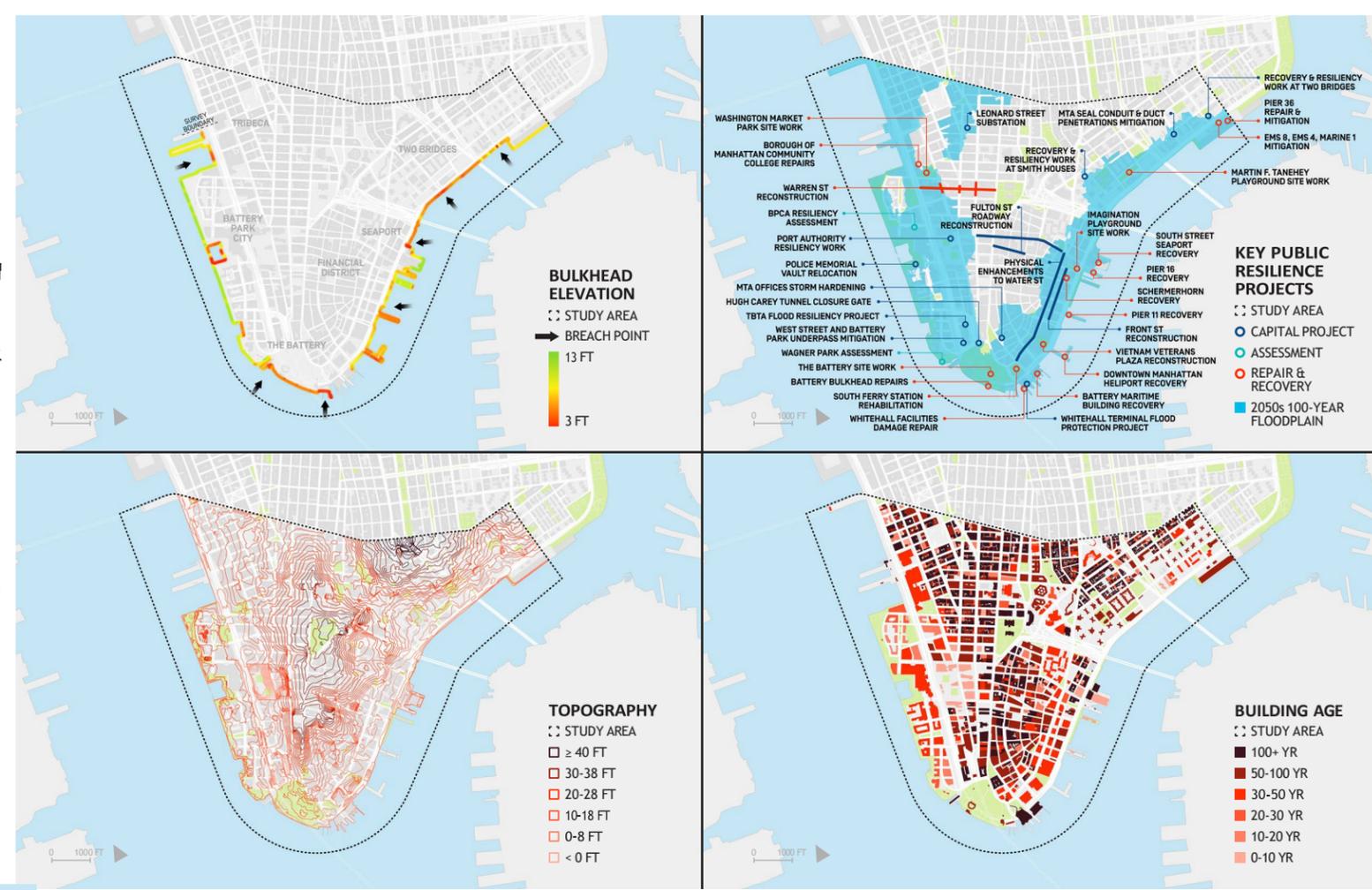
ロウアー・マンハッタンは、ニューヨーク市とその地域にとって重要な経済、文化、市民の拠点であるため、気候変動がロウアー・マンハッタンに及ぼす影響は、同地域をはるかに超えて広がる。ロウアー・マンハッタンの活力と成長を今世紀、そして次の世紀へと確実に継続させるための行動計画が必要である。

ロウアー・マンハッタンは、ニューヨーク市全体の面積の1%にも満たないが、市内総生産（Gross City Product）で測定すると、ニューヨーク市の経済総生産の10%近くを生み出し、ニューヨーク市全体の雇用の10%以上を占めている。ロウアー・マンハッタンで働く人々は、市内各地から集まってくる。同地区の成長を支えているのは、地下鉄25路線のうち19路線とフェリー26路線が同地区を通過する、交通アクセスの良さである。ロウアー・マンハッタンの気候への影響は、ロウアー・マンハッタンだけでなく、都市全体に波及する。

ロウアー・マンハッタンは9.11の悲劇で大きな被害を受けたが、その復興は、災害を復興と繁栄の好機に変えた同地区の強さを証明した。2001年以来、200億ドルを超える公共投資と民間投資により、ロウアー・マンハッタンは24時間営業の活気あるライブ・ワーク地区へと変貌を遂げた。

フルトン・センター、ブルックフィールド・プレイス、ワールド・トレード・センターなど、同地区の交通資産や商業不動産に大規模な投資が行われた。2016年には、前年比19%増の約1,500万人の観光客がロウアー・マンハッタンを訪れた。ロウアー・マンハッタンはビジネスの中心地として成功しているだけでなく、住宅地としても成長しており、2000年以降、チェンバーズ通りに住む住民は129%増加している。

2012年のハリケーン・サンディでは、ロウアー・マンハッタンが沿岸の高潮に対していかに脆弱であるかが明らかになった。海岸沿いの大規模な洪水は、2万1,000戸以上の住宅を含む400棟近くの建物に影響を与え、ロウアー・マンハッタンの交通資産、電力供給、オープンスペース、上下水道インフラに大きな被害をもたらした。ハリケーンによる雨水と汚水の合計量は、市の汚水処理システムを圧倒し、52億ガロンの未処理または一部処理された下水を市の水路に流出させた。さらに、ハリケーン・サンディの直接的、間接的、誘発的な影響により、地区内の数千の雇用が失われた。この雇用喪失は、低・中所得世帯に偏った影響を及ぼした。というのも、失われた雇用の多くは、災害直後に再開するためのリソースが少ない、フードサービスや小売のような業種だったからである。



ロウアー・マンハッタンもニューヨーク市全体も、ハリケーン・サンディ襲来時よりもレジリエンスが高まっている。これは、それ以来6年間に行われた公共と民間の大規模かつ多層的な投資と、地域社会の利害関係者の多大なリーダーシップと努力によるものである。上の地図「主な公共レジリエンス・プロジェクト」は、ハリケーン・サンディ以降、ロウアー・マンハッタンのレジリエンスのために行われた数億ドルの公共投資を示しており、その中にはNYCHAの住宅への1億2,300万ドルの投資も含まれている。公的なレジリエンス投資に加えて、民間の不動産所有者は、金融地区や海港地区の建物レベルの防御と改善に1億ドル以上を投資している。市全体では、コン・エジソンが主要な電気、ガス、蒸気のインフラを強化、防御、高架化するために10億ドルを投資した。ハリケーン・サンディの1年後、MTAの災害復興予算105億ドルが承認され、市営地下鉄の再建と気候変動への耐性を高めた。市は、建築環境と将来の設備投資が気候変動の影響に耐えられるよう、建築基準法、ゾーニング規則、設計ガイドラインを更新した。

また、市は地域社会に根ざしたレジリエンス対策にも積極的に取り組んでおり、地域団体を対象とした緊急時対策トレーニングの実施、緊急時計画の専門家チームの派遣、中小企業へのレジリエンス技術の提供、洪水リスクと保険に関するニューヨーカーへの情報提供キャンペーンなどを行っている。ロウアー・マンハッタンの物理的条件は、脆弱性と好機の両方をもたらしている。同地区は全体として、高層で新しいビルと、古い歴史的建造物の割合が多いという、特徴的な密集開発が特徴である。これらの古い建物は、その老朽化と構造により、特に脆弱であり、適応が困難である。また、当地区は特に低地の地形となっており、海岸端の老朽化した隔壁の下に落ち込んでいる地域もある。本調査は、ロウアー・マンハッタンに特有の課題と好機が混在していることを認識し、同地区の長期的な気候適応とレジリエンスに向けた既存の取り組みを基礎とするものである。



西はハドソン川、東はイースト川、南はニューヨーク港、北はキャナル・ストリートとモンゴメリー・ストリートに囲まれたロウアー・マンハッタンを構成する6つの地区に焦点を当てる： ツーブリッジズ地区、海港地区、金融地区、バッテリー地区、バッテリー・パーク・シティ、トライベッカ地区である。

この調査地域の北側の境界は、気候災害に対する脆弱性に基づき、隣接するレジリエンスの取り組みと連携して決定された。西側のキャナル・ストリートは、ハリケーン・サンディの際に洪水がマンハッタン内部に侵入した重要な裂け目であることが明らかになった。東側のモンゴメリー・ストリートは、総合的な海岸防御プロジェクトとして計画されているイーストサイド・コースト・レジリエンシー (ESCR) が南側の境界で途切れていた部分を引き継いでいる。ESCRは東25丁目からモンゴメリー通りまで伸びており、そこにはプロジェクトを実施するための十分なオープンスペースと市有地が存在する。ロウアー・マンハッタンの調査地域には、コミュニティ委員会1 (Community Board 1) 全体とコミュニティ委員会3 (Community Board 3) の一部が含まれる。

6つの地域は、それぞれ独自の物理的条件と気候の脆弱性を持っており、気候適応策を計画する際に考慮する必要がある。建物タイプ、地形、インフラ資産、社会的・地域的特性などが地区によって異なるため、ロウアー・マンハッタン全域を防御できる単一の統一戦略は存在しない。むしろ、気候変動からロウアー・マンハッタン地区全体を守るためには、各地域の状況に合わせた対策が必要である。以下に、各地域の現状を簡単に説明する。

ツーブリッジズ地区



ツーブリッジズ地区は、主に移民が居住する地区で、高層・中層の建物で構成されており、低所得者向け住宅とNYCHA公営住宅が混在している。ブルックリン橋とマンハッタン橋にちなんで名づけられた。高架のFDRドライブと合わせて、この2つの橋は複雑な車両交通網を形成している。眺望回廊、水辺へのアクセス、住民のための公共オープンスペースの確保は、このコミュニティにおける気候防御のための主要な設計課題である。

海港地区

海港地区の一部は歴史地区に指定されており、マンハッタンで最も古い地区のひとつである。海港地区は主要な観光地として機能しており、多くの企業が進出している。また、最近では商業再開発が行われ、住宅人口も増加している。水辺の積極的な利用、眺望回廊、および公共のオープンスペースへのアクセスを維持することは、水辺の洪水防御を設計する上で考慮すべき重要な点である。ウォーターフロントには、橋脚の一部や遊歩道の一部など、杭の上に建てられた構造物がいくつかある。ツーブリッジズ地区と同様に、高架のFDR

ドライブとブルックリン橋は、ウォーターフロント端に沿って複雑なインフラネットワークを形成している。海港地区には、地下鉄のA/Cトンネルやコン・エジソンの変電所など、その他の重要なインフラも集中している。全体的に、この地区の地形は、老朽化した隔壁のある低地であり、高台の内陸部に対して縁が高く、特に洪水の影響を受けやすい。

金融地区

金融地区は、市と地域の経済的なエンジンである。この地区は、ほとんどが大規模な商業オフィスビルで構成され、狭い道路網が非常に密集している。この地区のオープンスペースは限られている。東側の他の地区と同様、金融地区はFDRドライブによって制約されているが、特に高架フリーウェイが街路レベルまで傾斜し、バッテリーパーク地下道トンネルに入るため、その制約が大きい。このトンネルがバッテリー・マリタイム・ビルディングのフェリーターミナルと交差するところでは、沿岸の端が特に複雑になっている。スタテン島フェリー/ホワイトホール・ターミナルもこの境界にある。

バッテリー地区

バッテリー地区は歴史的に重要な、ニューヨークを代表する公園であり、自由の女神とエリス島を望み、ボートでアクセスできる。この公園は、比較的広々としたオープンスペースがあり、洪水防止対策と柔軟に統合することができる。歴史的な特徴を維持し、観光客や住民のためにウォーターフロントへのアクセスを確保することが、この公園を適合させる上で考慮すべき重要な設計事項である。

バッテリー・パーク・シティ



バッテリー・パーク・シティは、1970年代に世界貿易センタービルの建設で掘削された埋立地を利用して造られた、主に住宅地と複合施設のある地区で、ウォーターフロント沿いにオープンスペースがある。比較的標高の高い場所を埋め立てて建設されたため、ハリケーン・サンディの際にもその大部分が浸水を免れた。バッテリー・パーク・シティ・オーソリティ (BPCA) は、2016年にレジリエンス・アセスメントを完了させるなど、ハリケーン・サンディ以降、いくつかのレジリエンス・プロジェクトを実施してきた。EDCはBPCAに代わり、2015年にハリケーン・サンディ後に気候変動に強い設計で埠頭Aを再建した。

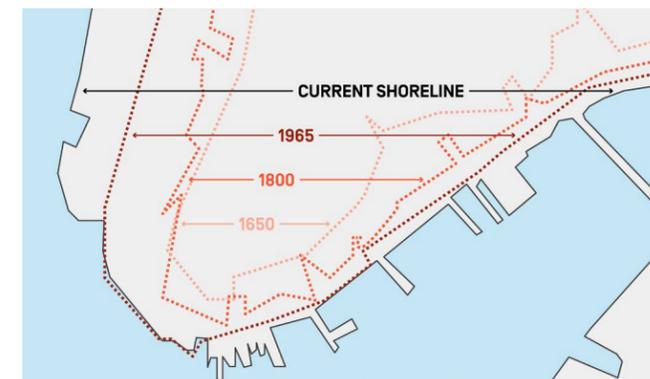
トライベッカ地区

トライベッカ地区は、古い建物の割合が多い複合地区である。特にキャナル・ストリート周辺は、標高が比較的低い。ハドソン・リバー・パークは、沿岸の端にオープンスペースを提供しているが、ここも比較的low地である。トライベッカ地区には、市と州が管理する公益法人ハドソン・リバー・パーク・トラストや隣接する州道9A号線など、複雑な管轄区域がある。

COMPARISON OF NEIGHBORHOOD ELEVATION



This graphic shows the average grade elevation within the 2050s 100-year storm floodplain for each neighborhood. Floodplain based on FEMA and NPCC. Source: GIS - US Geological Survey National Elevation Dataset.



Lower Manhattan shoreline over time.

第3章 気候リスク評価

方法

本研究では、ニューヨーク市に特化した最新の気候科学から得られた最も保守的な予測を用いて、ロウアー・マンハッタン様々の気候災害に対する脆弱性を評価した。

この研究では、2015年のNPCC報告書の予測とデータを使用したが、これは2019年のNPCC報告書の更新で再確認されている。NPCCは気候の専門家と一流の地球科学者からなる独立機関で、最新の科学情報を提供し、気候リスクとレジリエンスについて市に助言するために招集された。NPCCは、2020年代、2050年代、2080年代、2100年という時間枠について、異なる信頼できる間隔での洪水マップと将来予測を提供している。この研究では、NPCCの報告書の中で最も保守的な90パーセンタイル予測を使用した。分析では、2050年代、つまり平均的な成人ニューヨーカーの一生と、2100年、つまり若いニューヨーカーの一生という長期的な時間枠に焦点を当てた。

この研究では、NPCCが研究していない特定の暴風シナリオを検討するために、NPCCのモデルが構築しているFEMAモデルと同様の技術を用いて、追加のモデル化が行われた。FEMAモデルが東海岸全体をカバーするように設計されているのに対し、我々のモデリングはロウアー・マンハッタンの調査地域に的を絞ったもので、そのため解像度が高くなっている。

これらの気候予測は、この研究の時点で入手可能な最新の科学データを使用している。現在進行中の研究は、適応と緩和に向けた行動を起こさなければ、気候変動の具体的で多面的な影響がニューヨーク市の近い将来に起こる可能性が高いことを示している。将来の気候変動リスクに適応するための市の戦略は、より最新の予測が利用可能になるにつれて、また気候科学自体が新しい技術、データ、政治的・経済的現実によって進化するにつれて、進化し続けるべきである。

気候変動に関するニューヨーク市パネル (NPCC)
 本報告書は、2015年から2019年にかけてNPCCが行った作業を使用している。NPCCは、地球科学、工学、社会科学の各分野を代表する気候科学者と気候変動の専門家で構成されている。NPCCのメンバーは、コロンビア大学地球研究所、メイルマン公衆衛生大学院、ラモント・ドハティ地球観測所の教授や研究者である。NASAゴダード宇宙研究所；ニューヨーク市立大学ハンター・カレッジ (CUNY)；CUNY持続可能都市研究所；ニューヨーク工科大学；ストーニーブルック大学、ラトガース大学、ペンシルバニア大学；プリンストン大学、ウェズリアン大学

気候ハザードカテゴリー	モデリング	データソース
降雨量	2050年代の10年雨嵐	追加モデリング
沿岸暴風雨	2050年代10年、50年、100年 沿岸高潮	FEMA、NPCC、2015年
沿岸暴風雨	2100年10年、50年、100年 沿岸高潮	FEMA、NPCC、2015年
海面上昇	2100年潮位氾濫（平均高水位）***2100年地下水位の上昇	NOAA；NPCC、2015年
海面上昇	2100年地下水位の上昇*** 追加	モデリング；NYCオープンデータ

* 90パーセンタイル予測、2019年NPCC報告書で再確認された。

** 平均高潮位 (MHHW) とは、検潮所で記録期間中に毎日記録された最高潮位の平均高さである。

*** この研究では、地下水位は平均海面とほぼ等しく上昇するという理解された仮定に従っている。

ロウアー・マンハッタンでは地下インフラの深さが大きく異なる。

地下水位の上昇が地下インフラに及ぼす影響を測定する目的で、本研究では、影響を受ける可能性のある地下インフラを想定している。

本調査では、影響を受ける可能性のあるライフラインは街路レベルから4フィート下に位置すると仮定している。



Image of additional modeling done for study.

- Manhole
- ▼ Outlet
- Pipe
- Interceptor

気候ハザードカテゴリー

これまでのロウアー・マンハッタンに関する他の研究とは異なり、本研究では、沿岸の高潮現象にとどまらず、広範な気候ハザードを検討する。気候ハザードには、単発的に発生する気候イベントと、継続的に発生する慢性状態がある。

慢性的条件

海面上昇



気温の上昇、氷河化（氷河の融解による氷河化した土地の露出）、氷の融解による世界の海洋の体積の変化によって引き起こされる海面の上昇を指す。

海面上昇は通常、特定の基準線からの距離として測定される。

海面上昇は、合流式下水道システムの能力が低下し、システムが容量不足となる異常降雨が発生した場合、下水道システムの流下能力を阻害する可能性がある。

地下水位



海面上昇の影響。地下水位の上昇とは、ロウアー・マンハッタンのような国土の地下にある地下水の水位が上昇することを指す。地下水位が上昇し、常に変動することで、建物の基礎が不安定になり、圧力が上昇し、地下埋設物に塩水が浸入する可能性がある。隆起とは、浮力の原因となる上向きの圧力効果である。沈下は、土壌が荷重に耐える能力を失うことによる沈下効果である。

潮汐氾濫



海面上昇の影響。潮汐氾濫とは、沿岸地域に対する高潮による定期的で持続的な影響を指す。

気候現象

高潮



極端な気象条件（多くの場合、ハリケーンや大西洋西岸を襲う発生した温帯低気圧による嵐などの沿岸暴風雨）により、特定の場所の海の高さが一時的に上昇することをいう。高潮は、その時、その場所で潮位変動のみから予想される水位を上回るものとして定義される。

異常降雨



本報告書では、24 時間の間に 1 インチ (2.54cm) 以上の降雨がある場合を異常降雨と定義する。NPCC は、24 時間降雨量が 1 インチ、2 インチ、4 インチ以上の異常降雨現象を研究している。異常降雨は雨水管理システムを圧迫し、合流式下水道オーバーフロー (CSO) 現象につながる可能性がある。将来的に海面が上昇すれば、下水道システムの流下能力が低下し、道路での洪水や建物の地下室への逆流が発生する可能性がある。

熱波

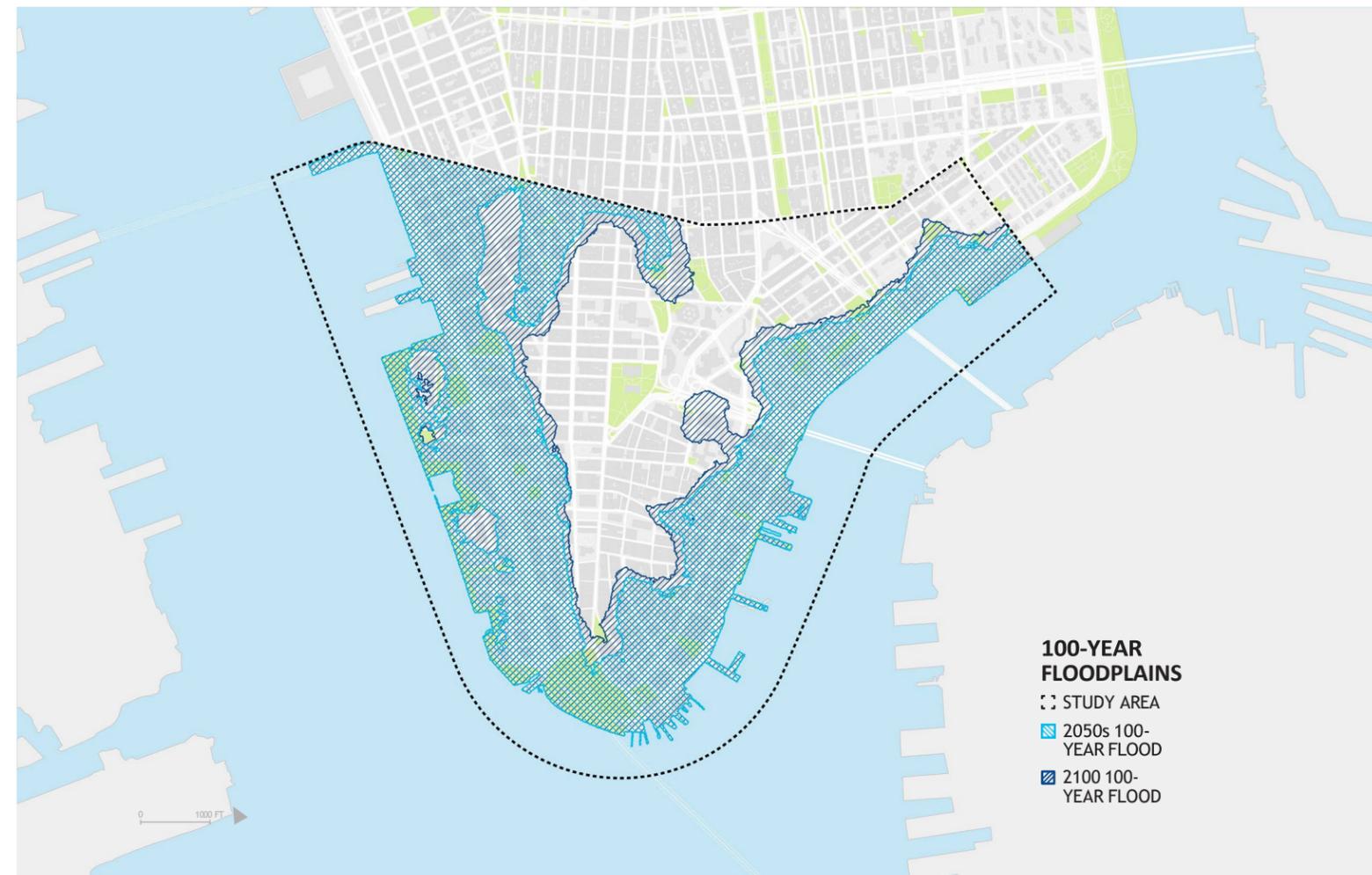
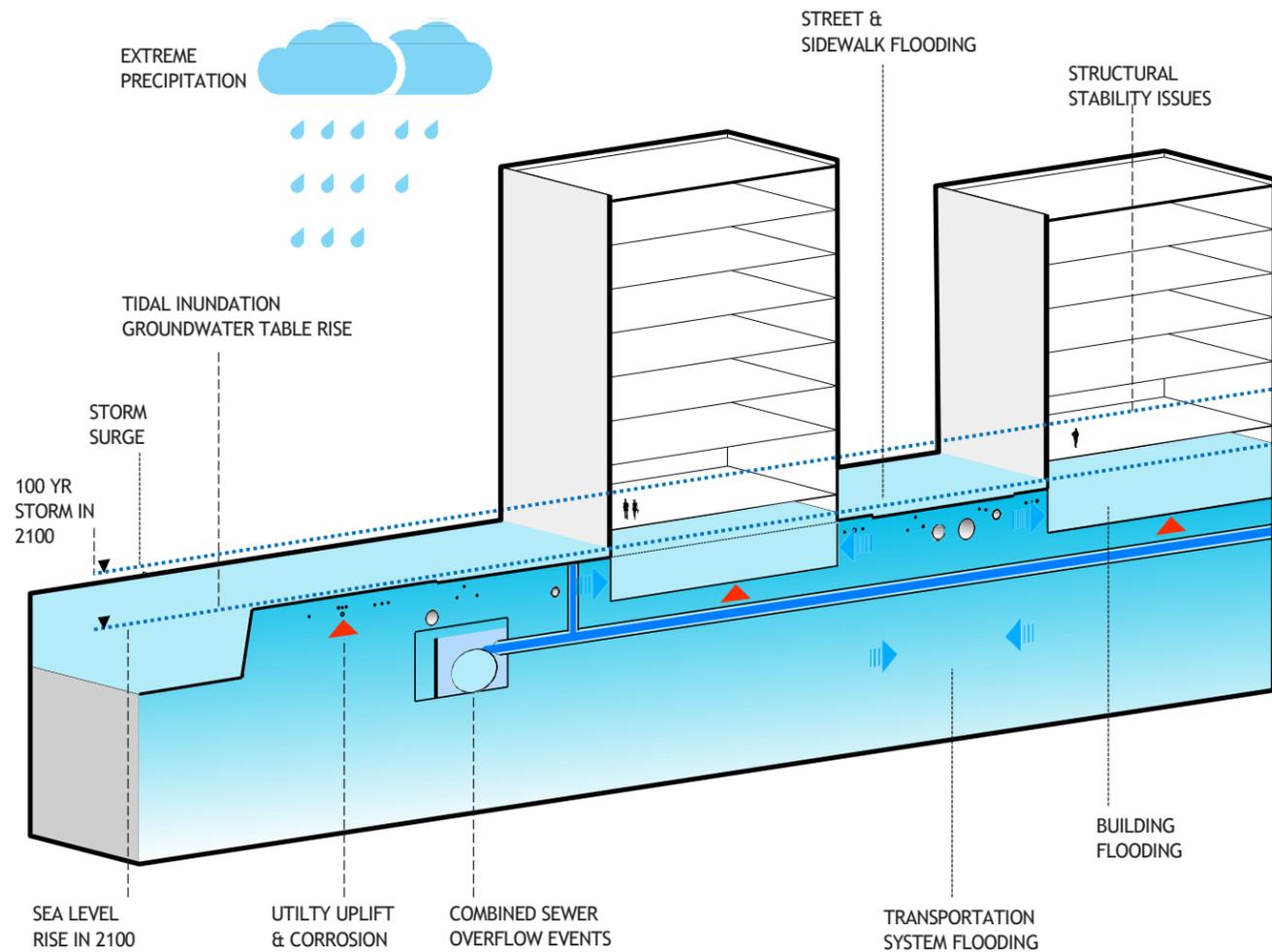


熱波とは、最高気温が 90° F 以上 (32.2°C) の日が 3 日間連続することである。ロウアー・マンハッタンでは、都市部のヒートアイランド (UHI) 効果により、熱波が悪化する。UHI とは、建物やアスファルトが熱を吸収・放出する結果、都市部では気温が上昇しやすくなることである。植物が相対的に少ないこと、屋根が黒いこと、人の活動が密集していること、廃熱も UHI 効果の一因となっている。この効果により、都市は周辺の郊外や農村部のマンホール地域よりも暑くなる傾向がある。

調査結果の要約

この調査結果は、低頻度の極端な事象だけでなく、高頻度、低強度の事象や慢性的な状態など、幅広い気候災害から当地区を包括的に防御する必要性を示している。

本章では、高潮、高潮氾濫、地下水位の上昇、極端な降雨、熱波といった気候災害と、2050年代と2100年という時間枠で影響を整理した。この分析によると、ロウアー・マンハッタンは気候変動と慢性的な状況の両方により、複数の種類の洪水のリスクにさらされている。この地区を適応させるためには、包括的な提案が必要であり、次の章で検討する幅広い解決策で危険に対処する必要がある。



高潮

海岸沿いの暴風雨の激しさが増し、海面上昇と相まって、ロウアー・マンハッタン全域でより極端な高潮が発生する可能性がある。

2050年代までに、100年高潮により、評価額合計130億ドル（2018年ドル）に上る同地区の不動産の37%が危険にさらされる可能性がある。2100年までに、強烈なハリケーンの頻度が増加する可能性は50%以上である。高潮の高さは地区全体で9～16フィートに達すると予測され、最も高潮が予想されるのはバッテリー地区付近と地区東側沿いである。2100年の100年高潮は、140億ドル（2018年ドル）の評価額を持つ地区資産の47%を危険にさらす可能性がある。

このような影響は、資金力や構造上の完全性がないために、改修や乾式耐水対策を実施できない建物で最も大きくなる可能性がある。同地区の150を超える建物は、その老朽化のために適応できない可能性がある。6階建て以下で、市初の近代的建築基準法が施行された1938年以前に建てられた建物は、岩盤に達する杭の上に建てられている可能性が低く、

主な影響

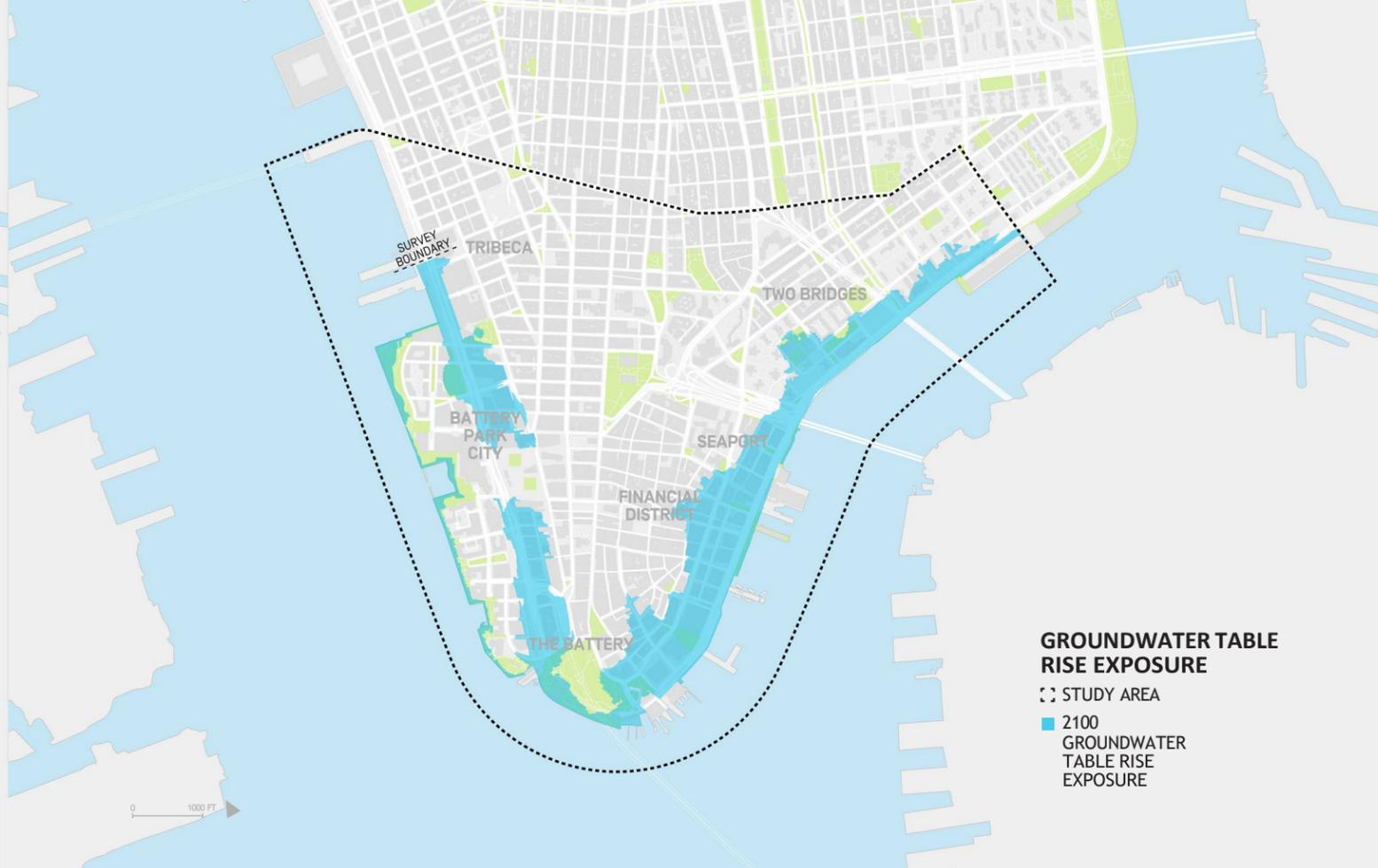
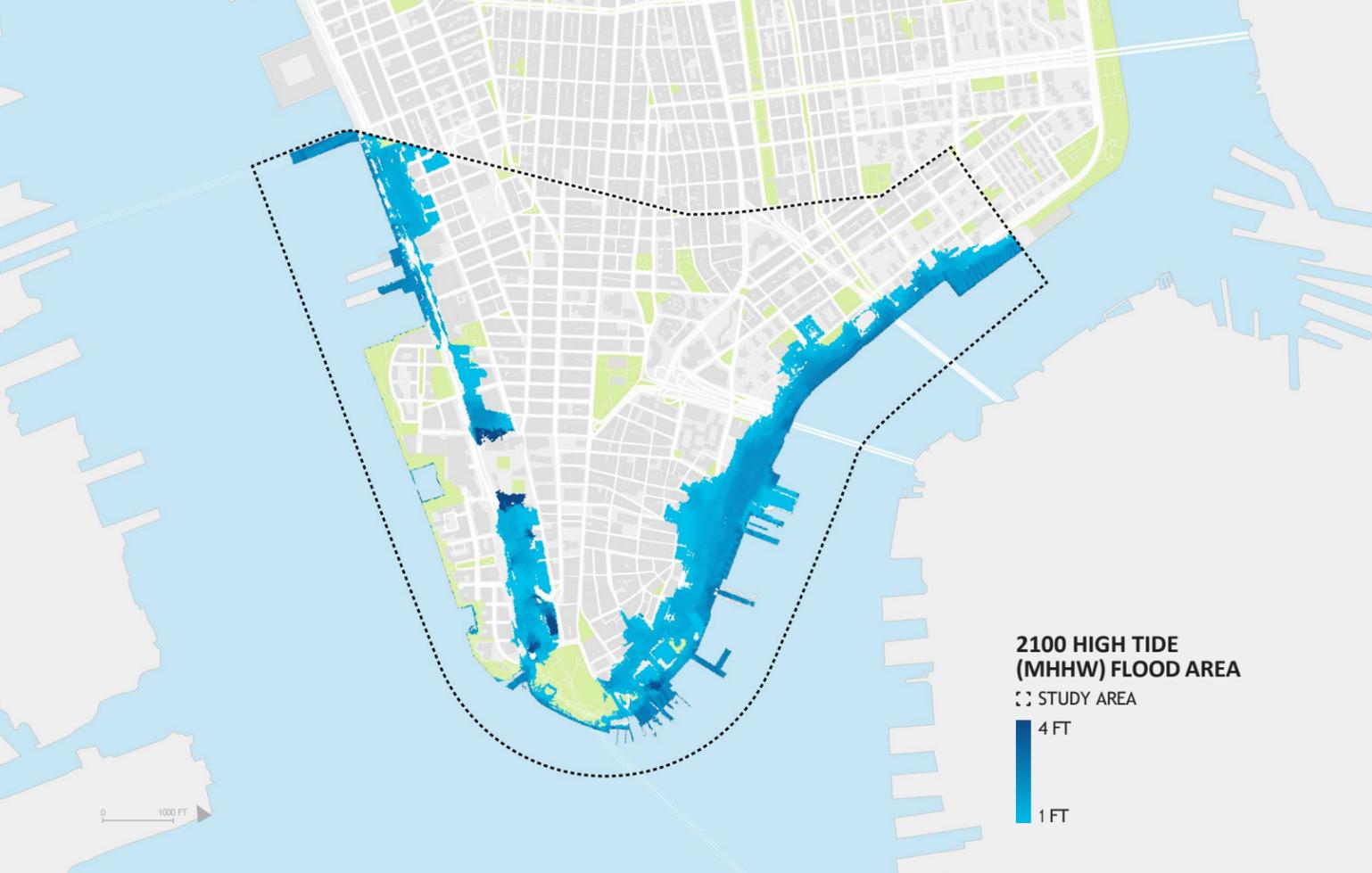
2050年代までに

- ・評価額合計130億ドル（2018年ドル）の不動産の37%が100年高潮のリスクにさらされる。

2100年までに

- ・9～16フィートの高潮が予測される
- ・評価額合計140億ドル（2018年ドル）の不動産の50%近くが100年高潮のリスクにさらされ、これにはランドマークとなっている建物や歴史的地区内の建物の3分の2以上が含まれる。

改修や乾燥化に必要な構造的完全性を欠いている可能性がある。2100年には、ランドマーク認定を受けている、または歴史地区に位置する地区内の建物の3分の2以上が、100年氾濫原内に入ると予測される。



潮汐による浸水

地区の端の一部は、潮の氾濫により日常的に浸水すると予測されている。

ニューヨーク市の海面上昇の将来予測は世界平均を上回っており、1900年以降に観測された気候の傾向を見ると、バッテリー地区の海面は世界平均の2倍近く上昇している。2100年までには、海面上昇の影響である潮汐による浸水が、ロウアー・マンハッタンの一部を最大3フィート(91.5cm)の水深に常時浸水させ、金融地区や海港地区の一部では内陸4ブロックまで浸水すると予想されている。毎日の潮汐による浸水は、地区内の道路の20%、不動産の10%以上に影響を与えると予想され、その合計評価額は40億ドル(2018年)にのぼる。この分析に使用されたベースラインデータは、月2回の発生(MHHW)を表しているが、地図に示されたすべての地域は、日によって強度の差はあれ、毎日潮汐氾濫の影響を受けると予測されている。

主な影響

2050年代まで...

- ・ 重大な影響はないと予測される

2100年までに...

- ・ 地区周辺では、1日の浸水深が最大3フィートと予測される。
- ・ 評価額合計40億ドル(2018年ドル)の不動産の10%以上が、毎日の潮汐氾濫のリスクにさらされる。

適応策を講じない場合、ホワイトホール・ターミナルやボウリング・グリーンといったいくつかの交通結節点は、潮汐氾濫により、ある時間帯にアクセスできなくなる可能性がある。潮汐氾濫による洪水が定期的な発生することで、特定の地域で事業を営むことができなくなる可能性がある。影響は、隔壁が低い地区の東端で特に深刻になると予測される。

地下水位の上昇

海面上昇による地下水位の上昇は、建物や地下施設を腐食、不安定化、沈下、隆起にさらす可能性がある。

NPCCは、2050年代までに約3フィート、2100年までに6フィート以上の海面上昇を予測している。海面上昇はまた、ロウアー・マンハッタンの地下水位の上昇を引き起こし、建物と地下インフラの両方に影響を与える可能性がある。建物レベルでは、地下水位が上昇すると土壌の飽和度が高まり、インフラや建物を支える地耐力が失われる沈下や、インフラや建物の地下室が上昇圧力によって浮き上がる隆起を引き起こす可能性がある。

2100年までに、当地区の450以上の建物が地下水位の上昇にさらされる可能性がある。地下水位の上昇は、岩盤に固定されていない基礎を持つ建物を不安定化させる可能性が高い。

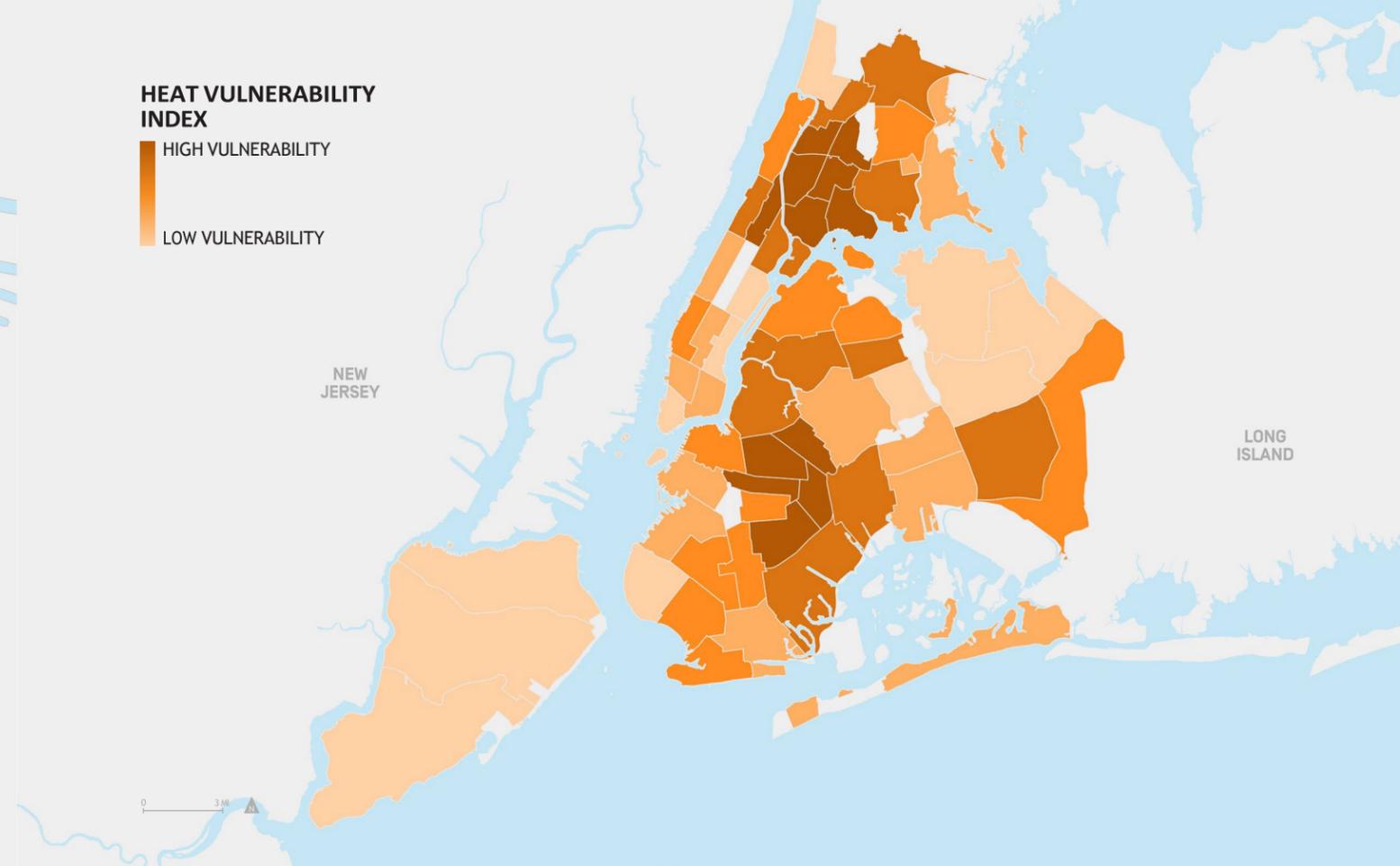
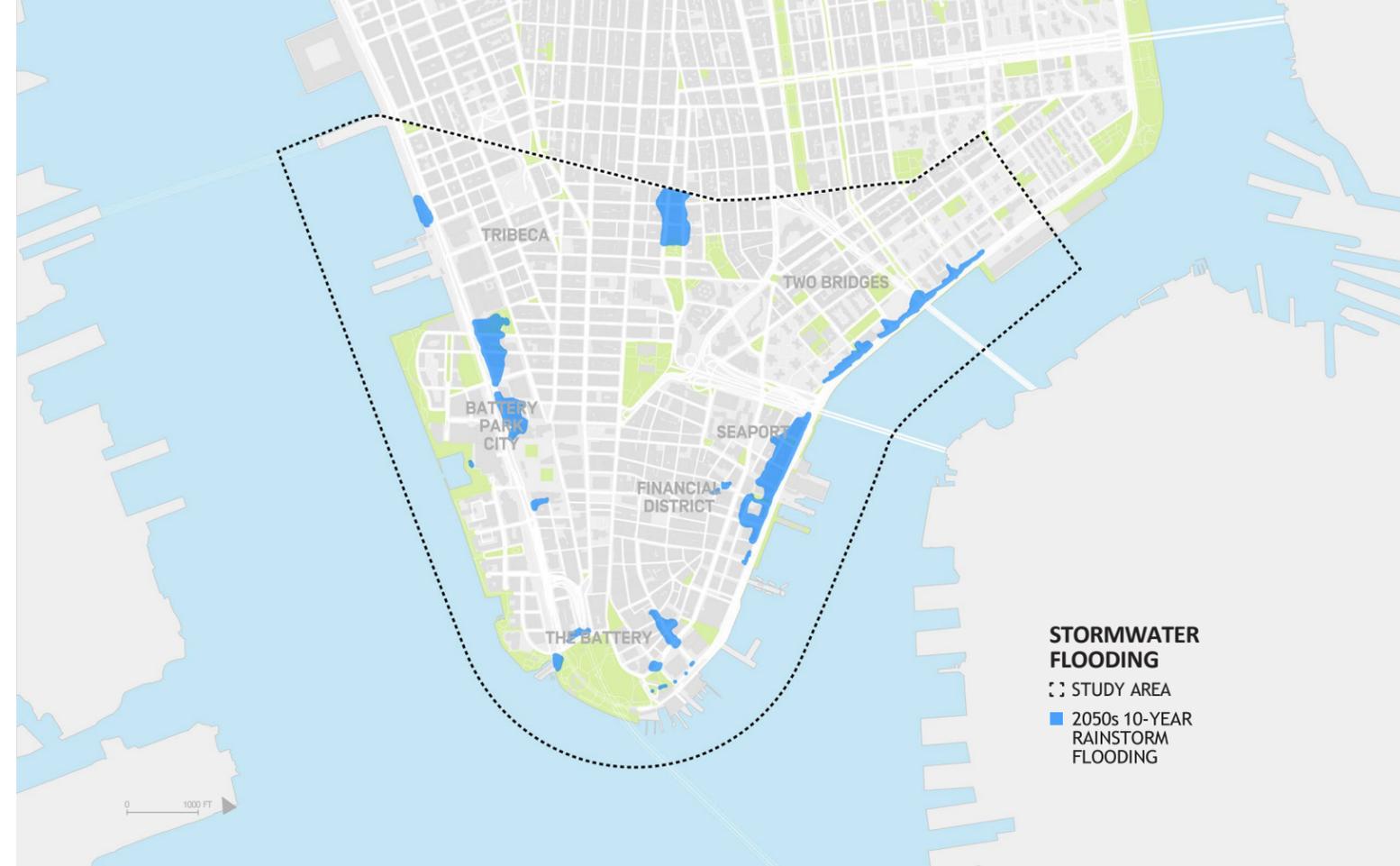
地下水位上昇の危険性がある450棟の建物のうち、150棟以上は、1938年以前に建てられた6階建て以下の建物で、岩盤に達する杭の上に建てられている可能性は低い。これらの建物は地区内の全建築物の7%を占め、特に不安定化の影響を受けやすい。

主な影響

2100年までに...

- ・ 150以上の建物(管区の建物の約7%)が老朽化と状態により不安定化のリスクにさらされる。
- ・ 道路の約40%(17マイル)が、腐食、沈下、隆起の危険にさらされている。

地下水位の上昇は、地下インフラにも損害を与える可能性がある。2100年までに、ロウアー・マンハッタンの街路のほぼ40%が、腐食、沈下、隆起、その他の水の浸入にさらされる地下公共施設やその他のインフラを有することになると予想される。このような影響により、地下の地下鉄トンネルに水が浸入しないようにポンプで水を汲み上げ、損傷に対処するためのメンテナンスがより頻繁に必要な可能性がある。



異常降雨

海面上昇と相まって、極端な降雨現象の頻度が増加し、市の雨水管理システムを圧迫し、建物への汚水の逆流や道路の冠水を引き起こす可能性がある。

NPCCは、2050年代までに、極端な降雨現象が現在より約30%多い頻度で発生すると予測している。雨水と汚水の両方を運ぶロウアー・マンハッタンの合流式下水道システムの容量を雨水が上回った場合、合流式下水道オーバーフロー

(CSO) と呼ばれる現象が発生し、過剰な流量を水域に排出することで機能する。CSO事象は、未処理の汚水が放流されるため、受け入れ水域の水質に悪影響を及ぼす可能性がある。合流式下水道システムが河川に放流できるかどうかは、河川の水位とシステム内の水位との差に左右される。海面が上昇すると、河川の水位が上昇し、潮門が長時間にわたって放流口を閉鎖することになり、その結果、この放流水の流れが減少したり、逆になったりする可能性がある。事実上、海面上昇は、異常降雨時に合流式下水道システムの容量がオーバーした場合の流下能力を損なう可能性がある。

主な影響

2050年代までに

- ・道路冠水や汚水の建物地下への逆流の頻度が増加すると予測される。
- ・海面上昇による水圧の増加により、合流式下水道システムの排水能力が低下すると予測される。

2100年までに...

- ・大規模な対策がない場合、合流式下水道システムに対する異常降雨の影響がより深刻になると予測される

システムの水路への排水能力が低下すると、道路冠水が増加し、汚水が建物の地下室に逆流する可能性がある。

この調査では、既存の合流式下水道システムによる10年降雨のモデル化を行った。海面上昇と相まって、2050年代までの10年確率豪雨現象は、現在のシステムを圧倒する危険性が高いと予想される。2100年までには、海面上昇がさらに進み、極端な豪雨がより頻繁に発生する可能性があるため、こうした傾向を遅らせるための重要な対策や雨水容量を向上させるための投資がなければ、こうした影響はさらに深刻になると予想される。

熱波

市全体の平均気温が上昇し、熱波がより長く、より頻繁に発生するようになり、当地区の住みやすさと住民の健康に影響を及ぼすと予測されている。

NPCCは、2050年代までに熱波の頻度は約250%増加し、期間は50%増加すると予測している。市全体の平均気温は最大5.7° F上昇する可能性がある。

猛暑は、脱水症状、熱疲労、熱中症、死亡率を引き起こし、生活の質と人間の健康に多大な影響を与える。ニューヨーク市では、異常気象による死因の第1位が猛暑である。現在、ニューヨーク市では平均450件の暑さによる救急外来受診、13件の熱中症による死亡、115件の猛暑によって悪化した自然死が発生している。熱波の頻度と期間が長くなればなるほど、こうした健康への影響を悪化させる可能性がある。健康リスクは、貧困率が高く、高齢で、健康状態が悪く、エアコンを利用できない地域に住むニューヨーカーに偏って負わされている。

主な影響

2050年代までに

- ・熱波の発生頻度が250%増加し、発生期間が50%長くなると予測される。
- ・都市全体の平均気温は最大5.7° F上昇すると予測される。

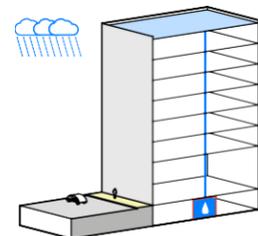
他の都市と同様、ニューヨーク市は、都市部の気温が農村部や郊外の地域よりも最大22° F 高いUHI効果により、極端な暑さと気温上昇に対してより脆弱である。市内でも、地域によっては他の地域よりもリスクが高い場合がある。ロウアー・マンハッタンは、市内の他の地域と比べて比較的风险が低い。2015年、ニューヨーク市保健精神衛生局とコロロンビア大学は、暑さリスクの社会的・物理的指標を組み合わせた暑さ脆弱性指数 (HVI) を開発した。バッテリー・パーク・シティ、金融地区、海港地区はHVIが低く、トゥーブリッジとトライベッカ地区はHVIが中程度であることがわかった。

第4章 気候適応ツールキットと 提案

気候適応ツールキット

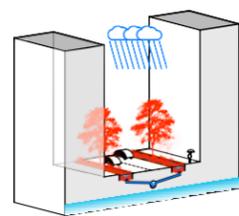
ロウアー・マンハッタンは複数の気候災害に対して脆弱であり、また地区内の近隣の状況も多様であることから、包括的な適応と防御には幅広いツールが必要である。

この研究では、高潮の増加、海面上昇（およびその影響による潮位浸水と地下水位の上昇）、降雨量の増加、熱波の長期化と頻度増加への適応について、世界的な先例やベストプラクティスを参考にした。これらの先例から、ロウアー・マンハッタンの気候変動に対するレジリエンスを高めるための適応策のツールキットを作成し、分析した。私たちは、さまざまな気候ハザードに対応し、さまざまなレベルのリスク軽減を提供する20以上の適応策（「ツール」）を調査した。ここでは、個々の建物や公共施設から、公共空間や水辺まで、実施規模別に整理した。ロウアー・マンハッタンのさまざまな物理的状況に合わせて、さまざまな選択肢を評価することができる。



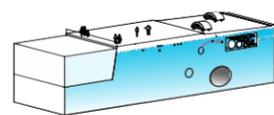
雨水の貯留と滞留

雨水を一時的に貯留し、雨水の排水を調整することで、極端な降雨量や暴風雨時の内水氾濫のリスクを軽減する。



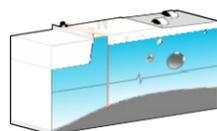
グリーンストリート

植栽されたバイオスウェールや透水性の路面が雨水を捕捉し、都市の気温を下げる。



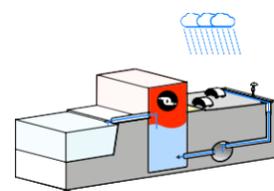
ライフラインボックス

高潮や地下水位の上昇による被害を防ぐため、道路の下を通る防水トンネル。ライフライン幹線は防御のためトンネル内に移設され、接続ルートが変更される。



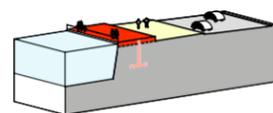
防水バリア

岩盤まで達する防水バリアで、内陸の地下水の氾濫を防止する。通常、コファダムまたはグラウト注入が用いられる。



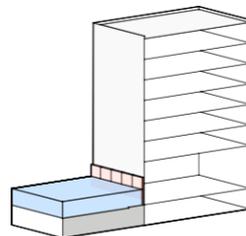
追加揚水能力

将来の高潮、異常降雨、暴風雨による内陸の雨水や洪水を除去するポンプシステム。常時揚水することで、防水バリアの背後の地下水位の上昇に対処できる。



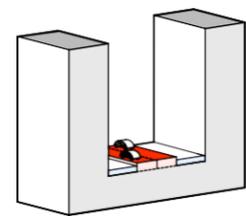
水辺の嵩上げ（海面上昇（SLR））

水辺に沿った低レベルのバリアまたは勾配を高くし、将来の高潮による内陸への浸水を防止する。



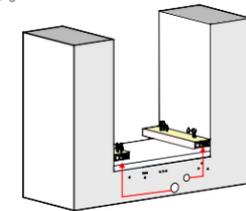
乾式耐水対策

潮汐による浸水や高潮による洪水から建物を防御するために、建物の周囲に配備されるバリア、または建物を硬化させる。地下水位上昇に対処するために地下室を防水することができる。



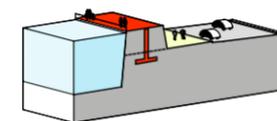
高架道路

極端な降雨や暴風雨の際にも利用しやすいように、将来の満潮時や氾濫原より高くした道路。通常、盛り土によって高架化される。



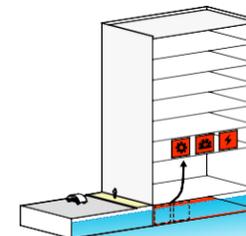
嵩上げライフライン

水害から防御するために、ライフラインを氾濫水位より高い位置に移設する。



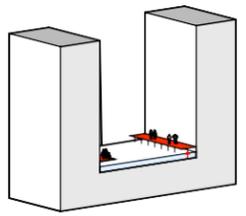
水辺の嵩上げ（海面上昇+高潮）

将来の高潮や高潮による浸水を防止する、水辺に沿った高く盛り上がったバリア。



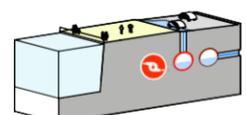
浸水式耐水対策

建物の低層部は浸水を許容するよう適合させる。ライフラインを高層に移設する。地下水位の上昇や高潮による被害は、低層部を放棄することで軽減される。



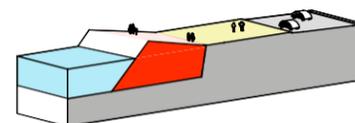
高架歩行者空間

極端な降雨や暴風雨の際の歩行者の移動を確保するため、歩道を将来の高潮や氾濫原より高くする。盛り土やデッキを使用して高くする。



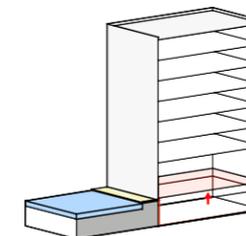
分流式下水システム

システムのバックアップを強化するため、既存の汚水・雨水の合流式下水システムに並行して新たな雨水システムを設置する。既存のシステムは切り離され、汚水のみを管理する。



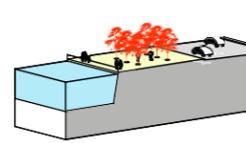
水辺延長エリアの嵩上げ（SLR+サージ）

河川内の埋立地に設けられた傾斜した高さのあるバリアで、将来の高潮や高潮による浸水を防ぐ。



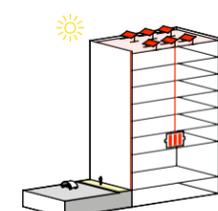
高架施設

建物全体または1階部分のみを洪水水位より高くする。将来の高潮または高潮レベルまで上昇させることができる。



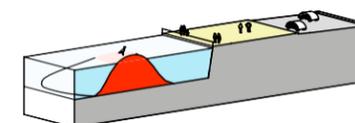
樹冠の増加

都市部の気温を下げるために樹木や緑地を増やす。



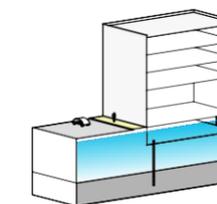
地域エネルギー保証

建物所有者による省エネ対策とエネルギー生産対策。熱波時の高需要による停電や、暴風雨などの緊急時の電気喪失のリスクを軽減する。



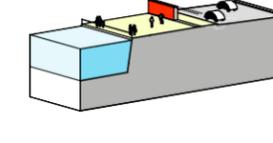
防波堤島

河川に埋め立てられた島で、高潮時の波の高さを低減するが、洪水は遮断しない。



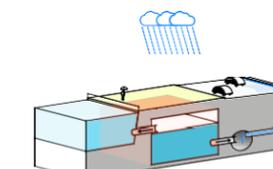
建物安定化

古い建物や、岩盤に固定する構造杭がない高層建物の地下の壁や床を補強する。



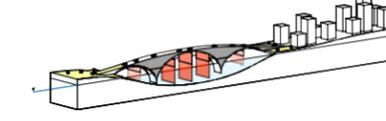
配備可能な防護

高潮が発生する前に、公共施設内に設置される操作可能なバリア。敷地内または敷地外に保管することができる。



雨水タンク

公共施設内に設置される雨水貯留タンクで、極端な降雨や暴風雨時の内水氾濫のリスクを軽減する。



高潮ゲート

高潮時に閉じる操作可能なゲートを備えた水中のバリア。

適応提案

単一のツールでは、当地区を広範な気候災害に適応させることはできないため、ツールキットのツールは、5つの異なるスケールで気候への適応をどのように達成するかを示す例示的な提案に分類した。

様々な状況における様々な気候災害への包括的な適応を達成するためには、ツールを組み合わせる必要がある。これらの適応提案は、様々なツールを実施規模に応じてグループ化することによって開発した。すべての提案は、適応に向けたさまざまな道筋を分析・評価するための概念的・例示的なものであり、実際の場所以に基づいた実際のプロジェクトではない。

ロウアー・マンハッタンには、さまざまな地区にわたって、建物の類型、地形、インフラ資産、地域社会のニーズ、その他の特徴が幅広く存在する。どの提案も、ロウアー・マンハッタン全体、あるいはどの地区にも一様に適用できるものではない。むしろ、現実のニューヨーク市の提案は、さまざまなツールの中から、それぞれの地区特有の状況に合わせたものを選ぶ必要がある。理論的な提案を評価するプロセスは、制約条件、実現可能性、文脈、規模に基づいて、現実の地域のプロジェクトを特定する次の段階への基礎を築いた。

どの提案も、高潮、高潮氾濫、地下水位の上昇、降雨による洪水という同じ気候災害から身を守るものである。しかし、各提案は、実施される規模によって、これらの気候災害からの防御を達成する方法が異なる。これらの例示的な適応提案は、個々の建物や公共空間のレベルから、地区の海岸線における様々な整備を通じた地区全体の防御まで多岐にわたる。

適応の提案は、以下の基準で評価・分析する。

・**技術的な難しさ**：建設可能性、大規模な混乱なしに段階的に実施する能力、許認可など、技術的な観点から実施する上での課題や複雑さ。

・**近隣地域への配慮**：特定の近隣に対して、その提案、あるいはその提案の中の特定の対策が、特に複雑で負担が大きいことや実行不可能となる状況。その方法が地区の評判に与える潜在的影響。

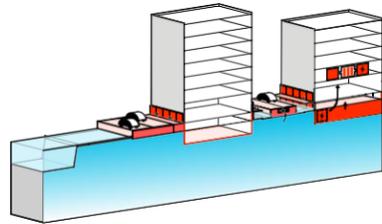
・**セクターの責任**：解決策を実施するための責任と資源を、市、州、連邦レベルのすべての政府機関として定義される公的セクターと、非政府の個人市民、企業、不動産所有者、その他の関係者として定義される民間セクターとの間で、どのように分担するか。

・**共同利益の可能性**：道路、新しいオープンスペース、新規開発、手頃な価格の住宅や経済開発などの政策目標を達成するために必要な建築環境の変化など、他の公共の便益と統合される可能性。逆に、その提案が公共の領域にどのような悪影響を与え、他の公共の便益の可能性を制限する可能性があるか。

BUILDING-LEVEL MEASURES

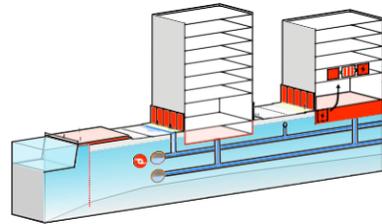
DISTRICT-WIDE MEASURES

1 建物および公共空間の提案



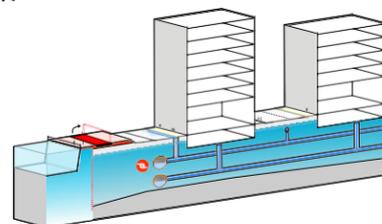
すべての水を受け入れ、道路を嵩上げし、ライフラインや建物を防水する。

2 建物および水辺の低嵩上げ・提案



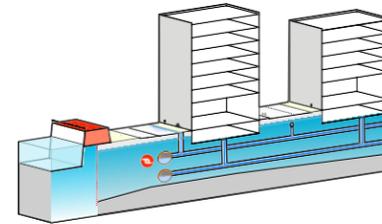
水際には、適度な嵩上げと補強により、海面上昇と地下水位の上昇を防ぐ。高潮を流入させ、建物を防水して防御するため、雨水管理システムの能力を向上させる。

3 可動式設備と水辺の低嵩上げ・提案



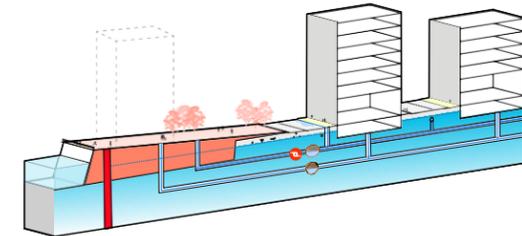
水際には、水際を適度に嵩上げし補強することで、海面上昇や地下水位の上昇から守る。高潮対策として、可動するものを使用する。異常降雨による洪水に対処するため、豪雨排水システムの能力を向上させる。

4 水辺の高嵩上げ・提案



水際には、高い物理的バリアを用いて海面上昇と高潮を防止する。水際を補強し、地下水位の上昇を防御する。極端な降雨による洪水に対処するため、豪雨排水システムの能力を向上させる。

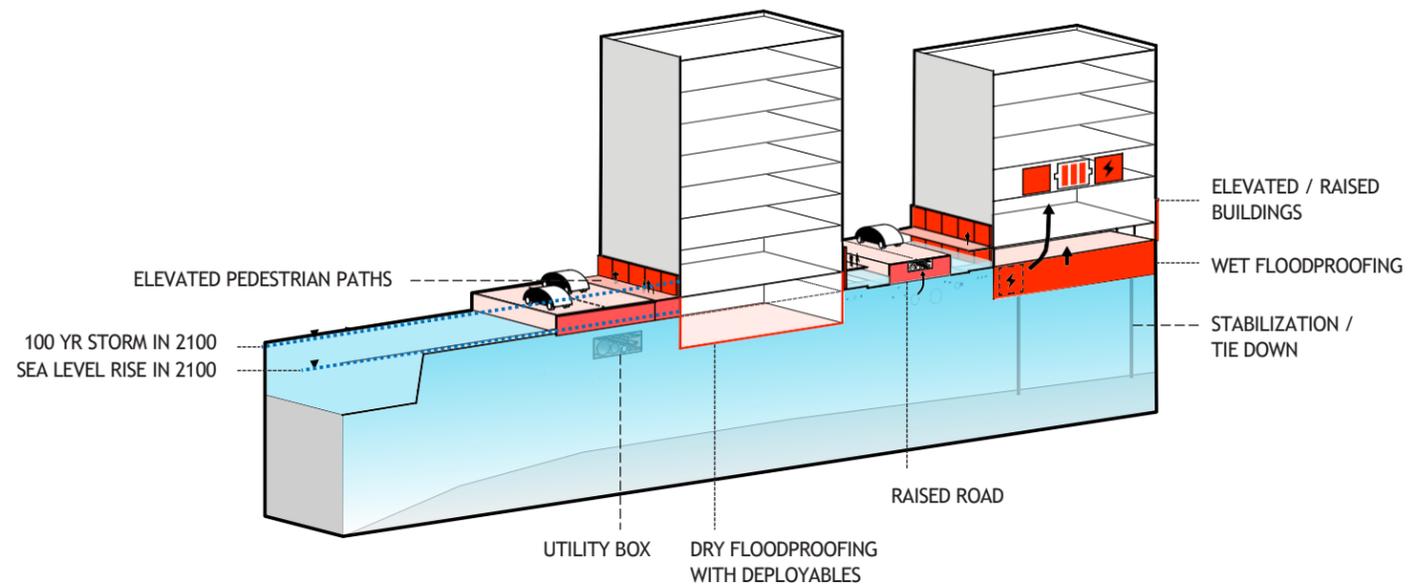
5 延長エリア・提案



土地の埋め立てにより、海面上昇、高潮、地下水位の上昇を防御する。極端な降雨による洪水に対処するため、豪雨排水システムの能力を向上させる。

提案1

建物と公共空間

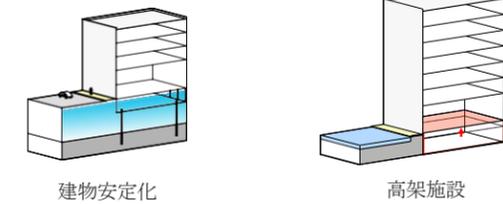
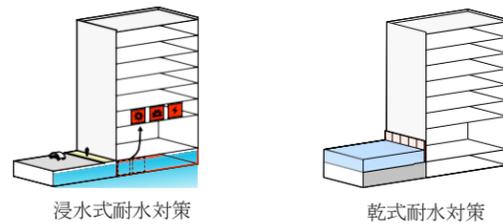


提案の概要

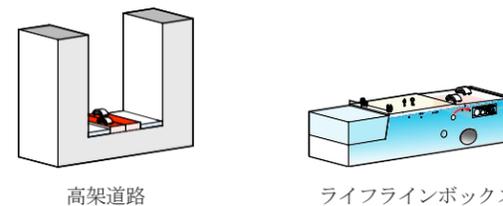
提案1は、個々の建物、道路、公共施設を被害から守りながら、すべての水を地区内に侵入させることで、気候への適応を達成するものである。高潮、地下水位の上昇、潮汐による浸水から建物を防御するため、耐水化（湿式および乾式）、より深い基礎の設置による安定化、高架化といったさまざまな対策を講じる。道路や歩道は、防御を達成するために高架化される。地下の公共施設はルートを変更し、防水性のライフライン・ボックスで囲む。

この提案は理論的には建物、道路、公共施設を防御するものだが、2100年までに予測される定期的な潮の浸水を地区内に許容することは、人々の生活や生活の質に悪影響を及ぼす可能性が高い。このことは、長期的に地区の評判、企業や住民にとっての魅力、経済活動を低下させる可能性がある。この方法では、地区内のすべての建物の防御も、すべての不動産所有者による断片的な実施に依存することになる。ロウアー・マンハッタンの一部の地域では、一部の不動産所有者がすでに独自の適応策を実施し始めているが、地区全体のすべての不動産所有者にそれを期待するのは非現実的である。また、多くの関係者がバラバラに実施することは、ビル所有者間の潜在的な対立を生み、同地区の気候への適応が完了するまでのスケジュールに不確実性をもたらすことになる。

ツール 建物



公共空間



提案評価

技術的困難性

この規模でのライフラインボックスへのライフラインの移設は、複雑な段階的作業を必要とし、地区内のビジネスに大きな混乱をもたらす。

この提案は、地区全体の防御を達成するために、個々の土地所有者による建物レベルの防御の実施に依存している。所有者によっては財政的、技術的能力が限られていることもあり、すべての所有者がこれらの対策を実施する可能性は低い。

建物全体で断片的に実施することは、個々の所有者間の対立や調整の問題を引き起こす可能性があり、気候への適応を達成するまでの期間が長くなる可能性がある。

道路や歩道の高架化は混乱を招き、安全でない、あるいは実現不可能な道路網を作り出す可能性がある。

近隣への配慮

築年数が古く、改修に必要な構造的強度がないため、古く小規模な建物は適応が難しいかもしれない。

トライベッカ地区と海港地区には、歴史的なランドマークを含む古い建物が集中している。

金融地区に集中しているような、より大規模で新しい建物の改修は、より実現可能であろう。

地形が緩やかな地区では、道路網を高架にする必要があり、この方法は実現性が低くなる。

この方法は、地区内に水を流入させる。

浸水は、個人の生活や、この地域の集団的な生活の質、長期的な評判に悪影響を及ぼす可能性がある。

セクターごとの責任

建物レベルの対策を実施するのは、主に民間部門と個々の土地所有者である。

ライフラインボックスへのライフラインの移設は、規制対象のライフライン会社が責任を負う。

公共セクターは、公共空間の高架化を実施する責任がある。

潜在的な都市共同利益

ほとんどが個人所有者による断片的な実施であるため、防御と一体化した地区全体の共同利益の可能性は限られている。

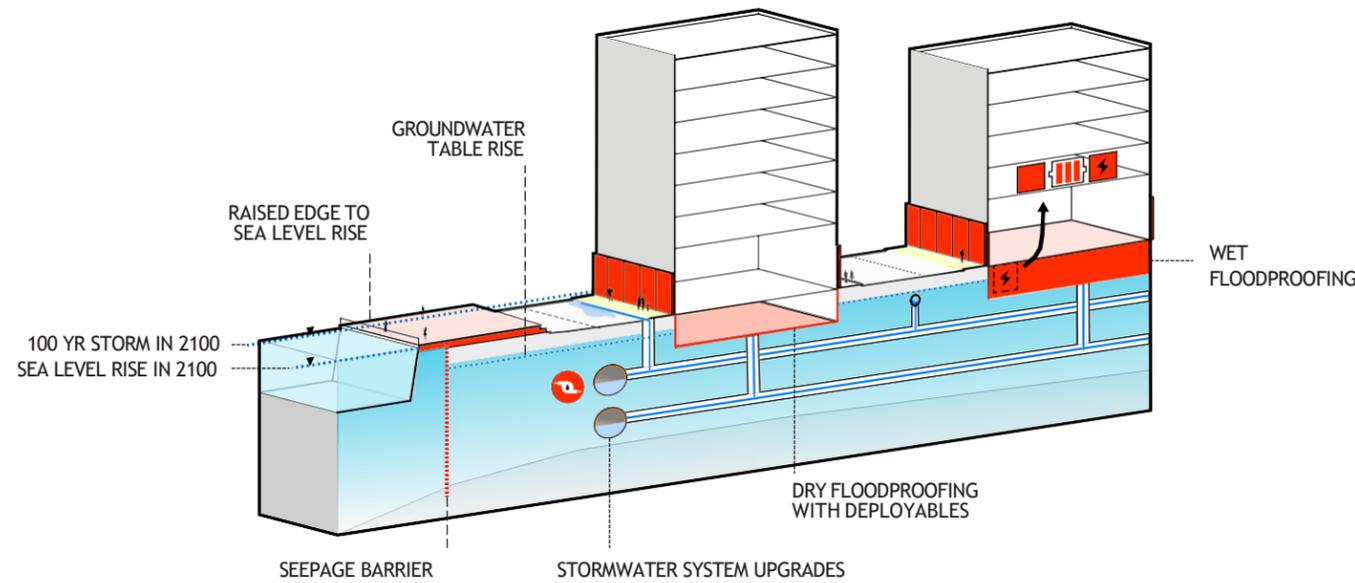
公共領域への投資は、道路や歩道の高架化と統合される可能性がある。

提案例



ロウアー・マンハッタンの建物の乾式耐水対策の例

提案2 建物および水辺の低嵩上げ

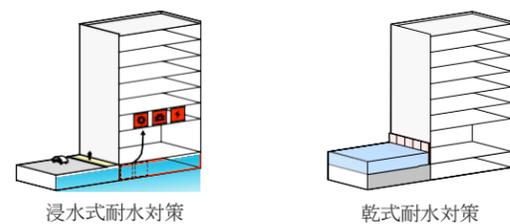


提案の概要

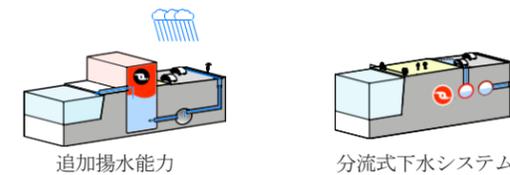
提案2は、建物レベルで高潮から防御する一方で、水辺で海面上昇の影響から防御することで、気候への適応を達成する。個々の建物は、高強度の暴風雨の影響を緩和するために、（湿式および乾式）耐水構造とする。海岸線の防水バリアと嵩上げされた水辺は、それぞれ海面上昇、地下水位上昇、通常の潮汐氾濫の影響から防御する。潮汐による氾濫は海岸水際で対処されるが、高潮と異常降雨の両方が発生した場合の洪水リスクを軽減するためには、雨水管理システムにさらなる容量が必要となる。これは、緊急ポンプ能力、分流式下水システム、またはその他の対策によって対処される。

海面上昇からの地区全体の防御を達成するために水辺を適度に高くすることは、高い海拔が実現不可能であり、高潮に適応する能力を有する建物の割合が高い地域では望ましいかもしれない。しかし、提案1と同様、この提案は、地区全体の適応を達成するために、すべての土地所有者が高潮適応策を実施することに依存する。財政的・技術的能力のレベルは様々であるため、地区全体の個々の関係者すべてがこれらの対策を実施する可能性は低い。

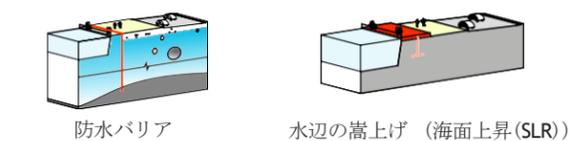
ツール 建物



雨水システム



沿岸部



提案評価

技術的困難

提案1と同様、この提案は、個々の不動産所有者による建物レベルの防御の実施に依存しており、一部の所有者の財政的・技術的能力が限られていることもあって、すべての所有者が実施するとは考えにくい。

しかし、個々の不動産所有者が実施する作業の規模は、提案1に比べて小さくなる。

提案1と同様、建物全体で断片的に実施することは、個々の所有者間の対立によって妨げられる可能性があり、気候変動への適応を達成するスケジュールに不確実性をもたらす可能性がある。

縁を高くするには、深く大きな地下基礎が必要であり、既存の地下インフラが高度に集中している地域や、海岸縁に十分な空きスペースがない地域では建設が困難である。

近隣への配慮

提案1と同様、海港地区やトライベッカ地区にあるような古い建物を適応させるのは困難である。

金融地区の新しく大きな建物であれば、建物レベルでの適応はより可能であろう。

しかし、提案1とは対照的に、対策を実施しない場合の個々の建物への影響は、強度の高い暴風雨の影響に限定される。

水際に十分なオープンスペースがある場合は、水辺の嵩上げ実施は現実的である。

セクターごとの責任

提案1と同様、建物レベルの対策を実施するのは、主に民間部門と個々の土地所有者である。

公共部門は、潮汐氾濫と地下水位の上昇に対する海岸端の適応と、雨水管理システムの改良に主に責任を負う。

潜在的な都市共同利益

この方法は、特に建物レベルの対策を断片的に実施する場合、地区全体にとって大きな共同利益の可能性はない。

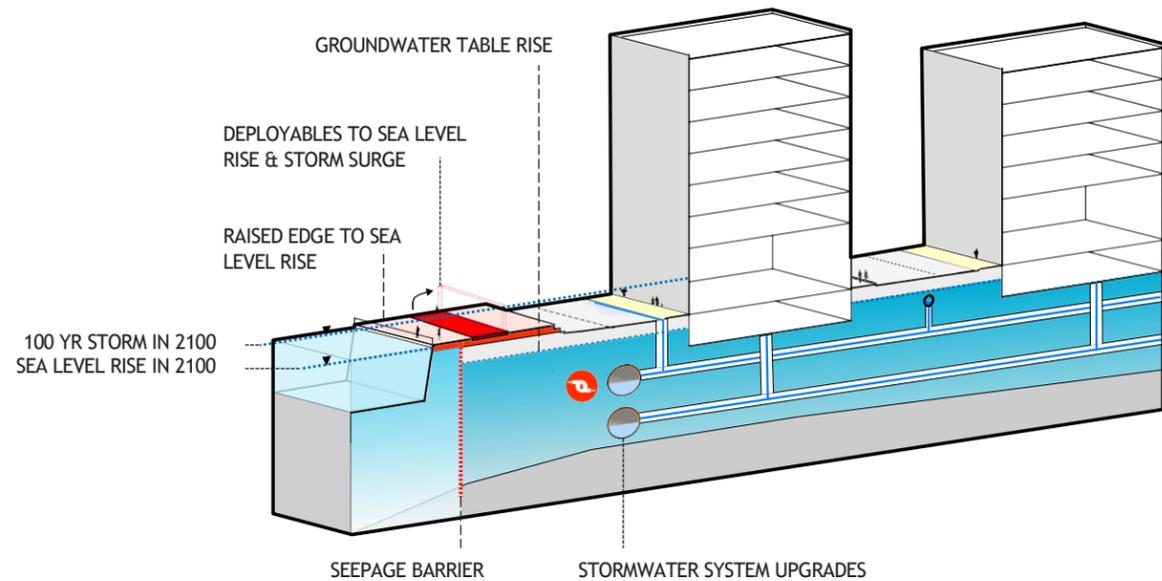
地区の縁を高くすることは、地域によっては、既存の水辺のオープンスペースのささやかな改善と組み合わせて実施することができる。

提案例



護岸を使用した低く盛り上がった水辺の例

提案3 可動式設備と水辺の低嵩上げ



提案の概要

提案3は、海面上昇を防ぐための受動的な整備方策と、高潮を防ぐための可動式整備方策を組み合わせることで、主に地区の水辺で気候への適応を達成するものである。提案2と同様に、海岸線の防水バリアと嵩上げされた縁は、それぞれ海面上昇、地下水位の上昇、潮汐による浸水の影響から防御する。高潮から防御するために、地区全域に可動式防護柵を嵩上げ縁の上に設置する。潮汐による浸水と高潮の両方が水辺で対策される一方で、異常降雨時の洪水のリスクを軽減するために、雨水管理システムにさらなる容量が必要となる。これは、緊急ポンプ能力、分流式下水システム、またはその他の対策によって対処されるであろう。

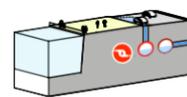
端に沿って受動的な整備方策と配備可能な整備方策を組み合わせることで、地区全体を沿岸災害から防御すると同時に、近隣の特徴、水辺へのアクセス、景観を保全することができる。

しかし、配備可能な耐水バリアは技術的に複雑であり、その実施には、公共資源だけでなく、端部に沿ってかなりの地下空間と地上部のクリアランスを必要とする。また、可動型防御には、長期にわたって運用・維持するための公的資源と計画も必要である。

ツール 雨水システム

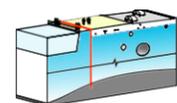


追加揚水能力

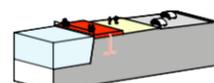


分流式下水システム

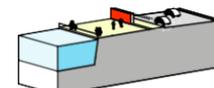
沿岸部



防水バリア



水辺の嵩上げ (海面上昇(SLR))



配備可能な防護

提案評価

技術的困難

この規模で可動型防護を実施することは、地上と地下の両方において既存のインフラとの調整が難しく、ライフラインやインフラの複雑な移設が必要となる。

配備物や水辺の嵩上げには、深く大きな地下基礎が必要であり、既存の地下インフラが高度に集中している地域や、水辺に十分な空きスペースがない地域では建設が困難である。

ロウアー・マンハッタンを守るために必要な設備の高さと数は前例がなく、配備技術の限界を超える可能性がある。

設備はまた、運用と保守のための資源、計画、調整も必要とする。

将来の気候変動リスクに対応するため、水辺に設備を設置することは困難である。

設備の高さを増すには、より深く大きな基礎が必要になる。

近隣への配慮

ツープリッジズ地区、海港地区、金融地区にあるFDRドライブの高架は、これらの地域の沿岸に沿ってかなりのスペースを占めている。

これは、設備や水辺のかさ上げの実施に大きな制約を与える。州によって3フィートのオフセットが義務付けられているため、高架橋の柱や基礎に接触することはできない。

FDRが道路レベルまで傾斜している金融街では、設備や水辺の嵩上げ高さに対して、その下のクリアランスが十分でない可能性がある。

金融街や海港地区のウォーターフロント沿いの杭支持構造物は、設備の基礎の重量を支えることができないかもしれない。

海港地区を通る地下鉄A/Cトンネルや、金融地区のFDRから車が入るバッテリートンネルのような重要なトンネルも、設備の上部の追加重量を支えることができない。

金融地区や海港地区のウォーターフロント沿いの杭支持構造物は、上部の配備可能な基礎の追加重量を支えることができないかもしれない。地形が緩やかな地域は、より背の高い可動式基礎が必要となるため、特にFDRドライブの下は、この提案の実現可能性を押し上げることになる。この方法が最も望ましいのは、地上と地下のインフラの移設が可能であり、ウォーターフロントへのアクセスや景観の保全が地域や公共の優先事項である場合である。

セクターごとの責任

このような整備の実施、および配備可能なバリアの長期的な運用と維持管理は、おそらく公共部門の責任となる。

潜在的な都市共同利益

可動式防波堤は、暴風雨時以外は視界から隠れるため、ウォーターフロントのオープンスペースや景観へのアクセスを確保しながら、地区全体を防御することができる。

しかし、フリップアップバリアや流木防止バリアを固定するための支柱を密閉するための翼壁など、可動型インフラの固定部分は、水辺のアクセスに悪影響を与える可能性がある。

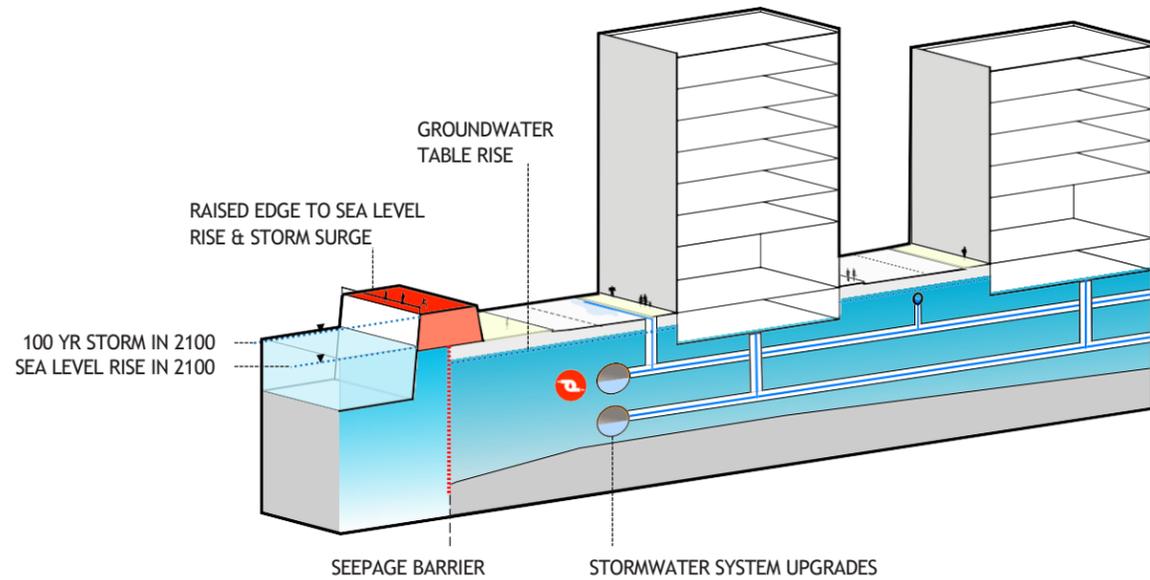
また、可動型インフラは、屋外の公共施設や水辺のレクリエーション用途と統合される可能性もある。

提案例



上昇式バリアの形式による小規模可動式防御の例。通常の状態では、上昇式バリアは下に跳ね返されて隠れます

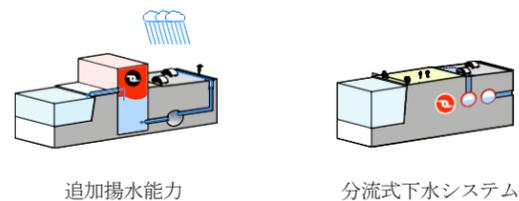
提案4 水辺の高嵩上げ



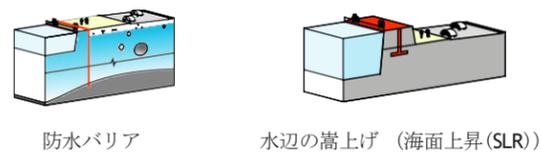
提案の概要

提案4は、当地区の水辺を完全に受動的かつ恒久的に防御することで、気候への適応を実現するものである。海岸は、潮の浸水と高潮の両方から防御できる高さまで恒久的に高くする。この高さは、透水性の高い造園か、海岸に沿った不透水性の高い防潮堤によって達成される。海岸に沿った防水バリアは、地下水位上昇の影響から防御する。海岸では、潮汐による浸水と高潮の両方に対処することになるが、異常降雨時の洪水のリスクを軽減するために、雨水管理システムにさらなる容量が必要となる。これは、緊急ポンプ能力、分流式下水システム、または他の対策によって対処される。海岸端部を受動的にこのような高さまで高くすることは、人々が水辺にアクセスし、水辺を見ることを制限する可能性が高い。水辺に沿って受動的な防御が可能十分なスペースがある地域では、この高さを緩やかな勾配にし、オープンスペースと一体化させることで、公共空間への悪影響を緩和できる。この緩やかな勾配を取り入れるためには、提案3で必要とされる以上の物理的空間が既存の土地や公共資源に必要となる。

ツール 雨水システム



沿岸部



提案評価

技術的困難

このような高さで嵩上げされた水辺を整備するには、深い基礎と、海岸の交通網や公共施設などの地上・地下両方のインフラの大幅な移転が必要となる。将来の気候リスクへの適応は、提案3よりもこの提案の方が実現可能性が高い。水辺を高くすることで、将来、受動的または可動式整備方策を補強できる可能性がある。

近隣への配慮

地区の東側、特に金融地区と海港地区では、地上と地下の両方に重要なインフラが集中しているため、実施スペースが限られている。このインフラには、FDRドライブの高架、A/C地下鉄トンネル、コン・エジソン変電所とライフライン通路、バッテリートンネルなどが含まれる。ツープリッジズ地区、海港地区、金融地区のFDRドライブの高架は、この提案を実施する上で大きな制約となる。FDRが道路の高さまで傾斜している地域では、高潮から防御するのに十分な高さの縁石を設置するための十分なスペースが確保できない可能性がある。この方法は、バッテリー地区やバッテリー・パーク・シティのように、ウォーターフロントに沿って十分なオープンスペースがある地域で実施するのがより現実的である。船のアクセスを妨げるような高さまで水辺を高くすると、水辺の資産やフェリーに影響が出る可能性がある。

セクターごとの責任

これらの整備方策の実施と、高くなった水辺の長期的な維持管理は、おそらく公共部門の責任となる。

潜在的な都市共同利益

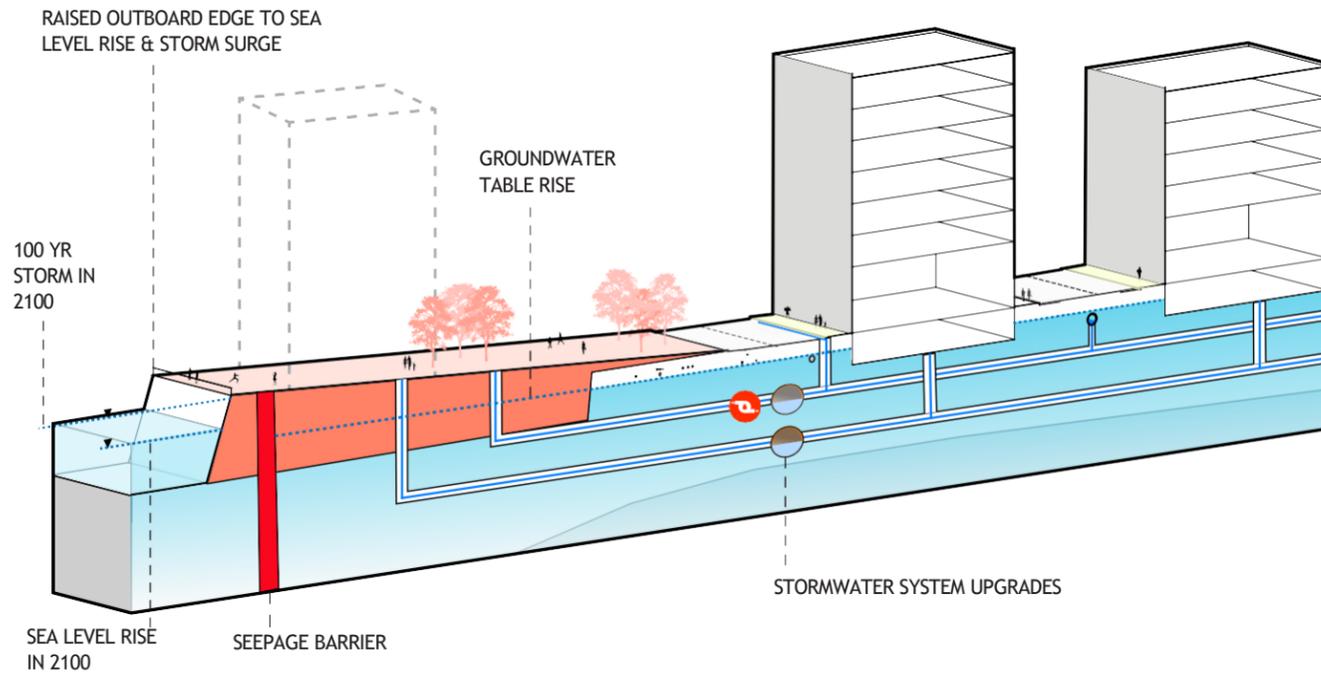
盛り上がった水辺をオープンスペースと統合することで、共同利益の限定的な好機がもたらされる。高い水辺は、屋外の公共施設や水辺のレクリエーション用途と統合される可能性がある。この提案は、特に利用可能なスペースが限られており、水辺を急傾斜で高くする必要がある地域では、景観、既存のオープンスペース、水辺へのアクセスに悪影響を与える可能性がある。提案3が、暴風雨の際に一時的に水辺へのアクセスや景観を阻害するだけの防御を提供するのに対して、この提案における高い水辺は、恒久的な影響を持つことになる。しかし、実施に十分なスペースがある地域では、より緩やかな傾斜で高い水辺を実現することができ、公共空間への影響を緩和することができる。

提案例



2050年代の高潮から守るために高架化されるイースト川沿いの復元力のある公園、イーストサイド コースタル レジリエンス プロジェクトの完成予想図

提案5 拡張エリア



提案の概要

提案5は、既存の土地とは対照的に、埋め立て地で潮の浸水や高潮から守るために水辺を高くすることによって、気候への適応を達成するものである。埋立地を利用した新しい土地造成は、水辺を水中に拡張し、潮の浸水と高潮の両方から防御できる高さまで緩やかな勾配で嵩上げする。

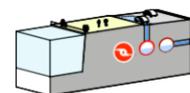
新しい水辺に沿った防水バリアは、地下水位上昇の影響から防御する。潮汐による浸水と高潮の両方が新しい水辺によって対処される一方で、異常降雨時の洪水リスクを軽減するために、雨水管理システムにさらなる容量が必要となる。これは、緊急ポンプ能力、分流式下水システム、または他の対策によって対処される。追加のポンプ能力は、埋立地に設置される可能性がある。

水辺に沿った拡張エリア（水中）防御を実施するには、非常に複雑な許認可と公的調整のプロセスが必要となる。新しい土地の造成や潜在的な新開発を、インフラ、建築環境、近隣の状況を含む既存の水辺の構造と統合するためには、包括的で複雑な計画が必要となる。この提案は、既存の土地のスペースが非常に限られており、他の適応策が非常に制約され、望ましくない結果を招くような地域でふさわしい。5つの提案の中で、この提案は、開発用地の造成による部分的な資金調達メカニズムの可能性を持つ唯一の提案である。また、拡張エリアの防御は、様々な都市の共同利益と統合することができ、住宅、雇用の拡大、オープンスペースなどの追加的な政策目標を達成することができる。

ツール 雨水システム

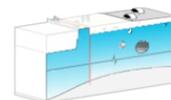


追加揚水能力

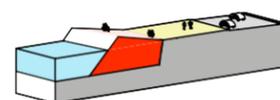


分流式下水システム

沿岸部



防水バリア



水辺延長エリアの嵩上げ (SLR+サージ)

提案評価

技術的困難

新たな土地造成のための許認可や規制の承認プロセスは、調査した他のどの提案よりも複雑になる。州政府や連邦政府からの承認が必要となる可能性がある。

新しい土地造成と既存の下水道、排水、交通インフラとの調整は複雑で困難である。

建設の段階的変更も非常に複雑で、この方法を実施するために必要なスケジュールは、他の方法よりも長くなる可能性が高い。

近隣への配慮

拡張エリア・提案は、多くの物理的制約がある近隣地域の気候変動による危険に包括的に対処することができる。土地の埋め立ては、他の整備方策を実施するための利用可能なスペースや既存の土地がない地区の防御を提供する。

航行可能な水域をめぐる許認可や問題が、拡張エリア活動の範囲を決めることになるが、これは地域によって大きく異なるだろう。

様々な状況下でこの提案を実施する好機と限界を理解するためには、包括的で集中的な計画が必要である。ロウアー・マンハッタンでは、この提案は、いくつかの地域の歴史的なウォーターフロントの性質やアイデンティティに影響を与え、変えてしまうだろう。

また、新たな土地造成を既存の地域と適切に統合するための包括的な計画も必要となる。

セクターごとの責任

この手法の実施には、複数の政府レベルにまたがる資源の統合と調整が必要となる。

この方法は、埋立地の潜在的な開発用地からの収益による部分的な資金調達メカニズムの可能性を提供する、評価された唯一の方法である。開発用地の組み入れは、実施に先立ち、それぞれの状況に応じて評価・検討する必要がある。また、埋立地での開発が、この手法に関連するインフラ整備の資金調達にどの程度役立つかについても検討する必要がある。

潜在的な都市共同利益

この手法は、評価した手法の中で、共同利益と統合される可能性が最も高い。

土地の再生は、新たなオープンスペース、交通の接続性、開発、手頃な価格の住宅、雇用創出など、多種多様な公共施設や便益と統合される可能性があるが、これらに限定されるものではない。

提案例



拡張エリアの先例～バッテリーパークシティ(1973年)の土地埋め立て～。当時はレジリエントのある設計が組み込まれていなかった。

第5章
ロウアー・マンハッタンの
気候レジリエンス戦略

ロウアー・マンハッタンの気候レジリエンス戦略

ロウアー・マンハッタン気候レジリエンス調査は、気候変動の影響にロウアー・マンハッタンを適応させるための短期および長期の投資と計画努力の基礎を築くものである。

四方を水に囲まれたロウアー・マンハッタンは、市内でも重要かつ脆弱な地区のひとつである。この調査では、気候変動がロウアー・マンハッタンにもたらす複雑かつ存亡に関わる脅威について検討した。市はすでに、気候変動の将来的な影響を評価するだけでなく、それに対する積極的な計画策定に向けて前進している。この調査の結果を受けて、市はロウアー・マンハッタン全体の気候レジリエンス戦略を進めている。この戦略は、短期的に気候変動リスクに適応するために必要な行動と、ニューヨーク市の長期的な将来にわたって気候変動に備え続けるために必要な革新性と柔軟性を統合したものである。

市のレジリエンス戦略には、ロウアー・マンハッタンの主要地区、ツープリッジズ地区、バッテリー地区、バッテリー・パーク・シティ、海港地区に、近い将来、気候変動への大幅な適応を実現する、的を絞った野心的な投資が組み込まれている。これらのプロジェクトは、気候変動による危険から身を守ることを最優先とし、同時に公共の場への悪影響を緩和し、ロウアー・マンハッタンの住民と労働者のための共同利益を統合するものである。さらに市は、金融地区と海港地区を対象に、より従来型の適応策を実施することが、この2つの地区の物理的な背景によって極めて制約される、さらなる計画を実施する予定である。

米国陸軍工兵隊は、ニューヨーク・ニュージャージー海港地区・支流調査 (NYNJHATS) と呼ばれる、海港地区に関する独自の包括的な地域調査を実施している。NYNJHATS調査の一環として、トライベッカ地区の海岸線に基づくレジリエンス対策をさらに検討している。同市の戦略では、気候変動へのレジリエンスと同地区の将来のために、総額約5億ドルの投資を行うとしている。市は、この調査で特定された危険に対応するため、ツープリッジズ地区、バッテリー地区、バッテリー・パーク・シティ、海港地区でいくつかの海岸適応プロジェクトを進めている。これらのプロジェクトは、気候適応ツールキットや提案と連動して特定し開発され、技術的实现可能性、実施上の配慮事項、潜在的な共同利益の分析によって形作られた。プロジェクトのコンセプトは、ツールキットと適応提案を考慮に入れ、利用可能な予算や建築環境など、それぞれの地域の複雑な現実と制約に合致させた。このような近隣に特化した提案は、既存の文脈の中で統合され、可能な限り共同利益を最大化するように設計されている。

これらの投資は、気候変動への適応に対する市のコミットメントを示すものであり、ロウアー・マンハッタンが将来にわたって地区として繁栄し続けるための道筋を示すものである。

レジリエンス戦略プロジェクト

ツープリッジズ地区沿岸のレジリエンス



提案3の要素を活用し、このプロジェクトは、恒久的な移設式洪水防御と固定式洪水防御を組み合わせたものとなる。2050年代の100年高潮から近隣地域を守るため、80マイルに及ぶ水辺を防御する。このプロジェクトは、手頃な価格の住宅に住む多くの住民を含む数千人の住民を防御すると同時に、水辺のオープンスペースへのアクセスを継続的に促進する。移設式洪水壁は、眺望と水辺へのアクセスを確保するため、近隣の多くの眺望回廊の端に最大限に配置される。これらの配備型洪水壁は、恒久的な地下インフラとし、暴風雨の際に反転させるまで見えないようにする。洪水壁と支柱の位置は、地下のインフラとの衝突を最小限に抑え、オープンエアの座席、フィットネス、アスレチックコートなど、既存のウォーターフロント利用との統合を最大化するように決定された。

気候災害：2050年代の100年高潮、極端な降雨量
 ツール：可動式防御（上昇式バリア）、分流式下水システム
 現状：EDCが最終設計を行い、DDCが建設を行う

バッテリー地区沿岸のレジリエンス



バッテリー地区では、33マイルのウォーターフロントの遊歩道を再構築し、このニューヨークの象徴的な公園を2100年の地下水位の上昇と海面上昇に適応できる高さまで引き上げる。提案4の要素を用い、このプロジェクトは、遊歩道の修復と補強が急務であることと、公園内の十分なオープンスペースを気候適応のために活用する。また、2050年代の100年高潮から近隣を守るため、バッテリー・パーク・シティから公園への途切れのない防御ラインを作り、その奥に整備するよう、バッテリー・パーク・シティ当局と調整する。この設計コンセプトは、気候への適応と、公園の歴史的特性や活潑なウォーターフロント利用の保全を統合するものである。

気候災害：2050年代の100年高潮、潮の浸水、地下水位の上昇
 ツール：水辺の高嵩上げ-海面上昇（高架遊歩道）、水辺の高嵩上げ-高潮（フラッドウォールまたはその他の整備）、防水バリア
 現状EDCはDPRと連携して遊歩道の設計・建設を行う

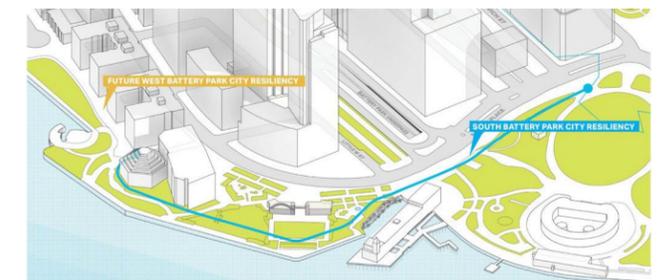
暫定洪水防御対策 (IFPM)



ニューヨーク市緊急事態管理局 (NYCEM) は、海港地区、金融地区、ツープリッジズ地区で実施されるIFPMを計画している。これらの一時的な対策には、暴風雨の際に設置されるジャスト・イン・タイムの調整池 (タイガー・ダム) と、あらかじめ整備された土堤・土塁 (HESCOバリア) が含まれる。これらの対策は、1マイル強の線形に沿って整備され、10年洪水を防ぐ。

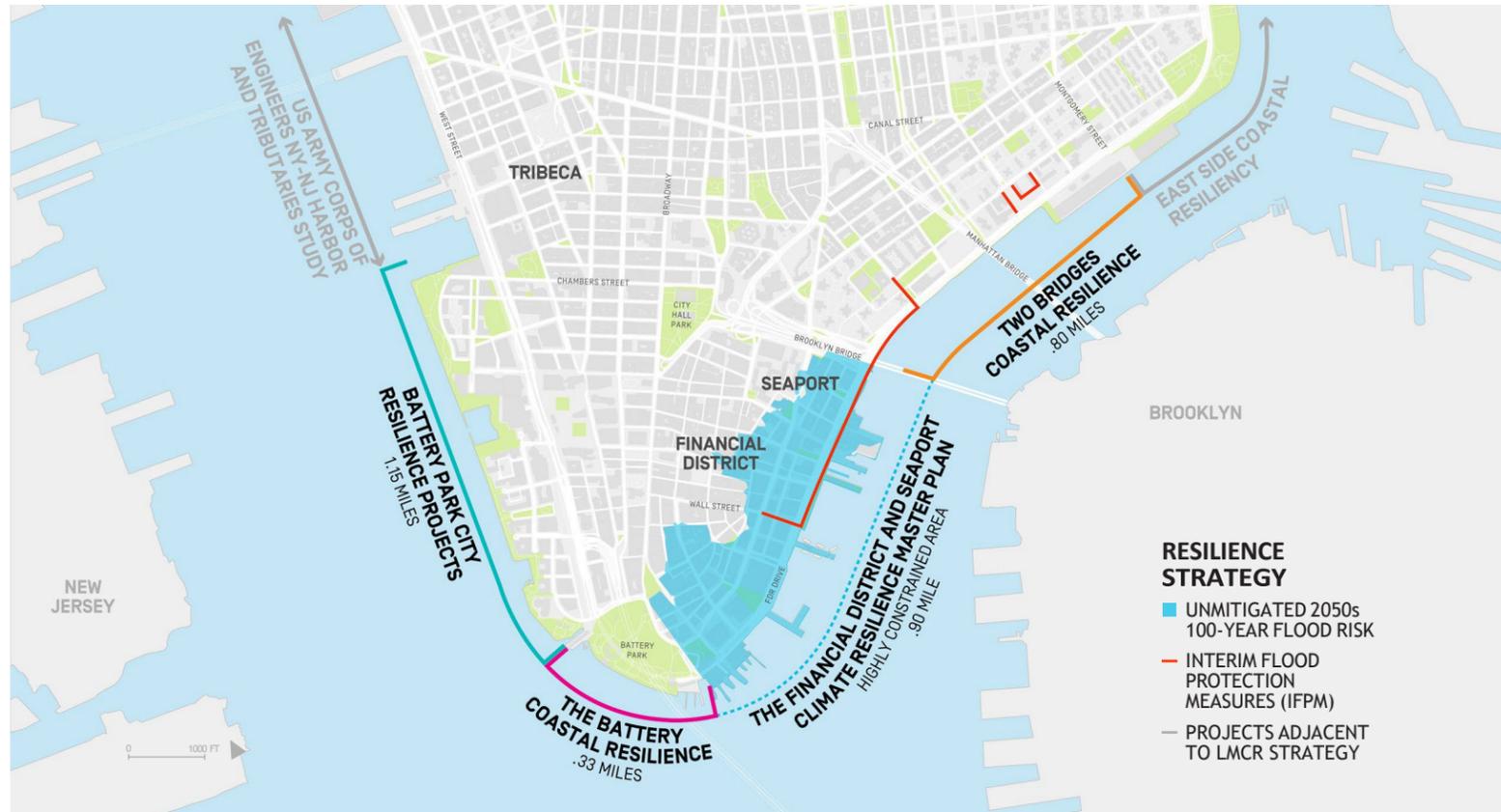
気候災害：現在の10年高潮
 ツール：可動式防御 (HESCOバリア、タイガーダム、その他の「ジャスト・イン・タイム」可動式のもの)
 現状：NYCEMが設計と実施を行う

バッテリー・パーク・シティのレジリエンス・プロジェクト



BPCAは、2050年代の100年高潮に近隣とその背後の地域を適応させるため、3つの総合的なレジリエンス・プロジェクトの設計を進めている。市は、南バッテリー・パーク・シティのレジリエンス・プロジェクトの設計と建設、西と北バッテリー・レジリエンス・プロジェクトプロジェクトの設計のための債券融資を承認した。これらの資本事業は、ロウアー・マンハッタン全体の戦略の一環として、バッテリー・コースト・レジリエンスと調整される。

気候災害：2050年代の100年高潮
 ツール：可動式防御；水辺の高嵩上げ；構造物の硬化
 現状：BPCAが設計と建設を行う。



金融地区と海港地区の気候復元マスタープラン

ロウアー・マンハッタンが繁栄を続けるためには、気候適応に対する市の提案は、物理的に制約のある地区が様々な気候リスクに脅かされているという複雑な現実に対処する必要がある。ツープリッジズ地区、バッテリー地区、バッテリー・パーク・シティへの短期的な整備はロウアー・マンハッタンの将来にとって重要であるが、金融地区と海港地区では、地区全体としての適応にギャップが残っている。海港地区と金融地区の一部では、短期的な洪水対策が進んでいるが、これら2つの地区は依然として、さまざまな気候災害のリスクにさらされている。このギャップを埋め、この地域を防御するため、市は今後2年間で金融地区と海港地区の気候レジリエンス・マスタープランを完成させ、この地域の海岸線拡張の包括的な設計を策定し、その資金調達、建設、管理を行う公益法人を設立する。

今回のロウアー・マンハッタン気候レジリエンス調査により、高い気候リスクと適応策の選択肢が少ない金融地区と海港地区において、特に複雑な制約と脆弱性が明らかになった。両地区とも地形が低地であり、平均標高はバッテリー・パーク・シティの13フィートに対して8フィートである。低地の地形は、より多くのスペースを必要とし、既存の適応手段の技術的実現可能性を押し上げる、より標高の高い整備を必要とする。この2つの地区では、重要な地上・地下インフラがウォーターフロントに集中しているため、既存の土地の物理的スペースは限られている。このような物理的な背景は、これらの地域のウォーターフロントでの活発な混在した利用に必要な流通によってさらに複雑になっている。建物と水辺の間にあるオープンスペースの幅は、金融地区と海港地区全体を通して10フィート以下であり（バッテリー・パーク・シティ、バッテリー地区、ロウアー・イーストサイドでは300フィート以上）、このスペースの多くは居住者、観光客、労働者で埋まっていることが多い。雨水の排水戦略も、既存の合流式下水道システムの容量と、システムのアップグレードに利用できる不動産の不足によって制限されている。この調査では、このような状況において多くの土地ベースの提案は実行不可能であり、公共の領域とウォーターフロントに対して非常に悪影響を及ぼすことがわかった。

2014年、市はロウアー・マンハッタンの東側における拡張エリア防潮堤の実現可能性を調査した「マンハッタン南部防潮堤調査」（別名「多目的堤防調査」）を発表した。それ以来、気候科学の分野は発展し、気候変動による深刻な影響は、以前考えられていたよりも早く、また地球の気温上昇の温度が低い段階で感じられる可能性があることが示されている。ハリケーン・サンディ以降、市の気候科学に対する理解も進化し、慢性的な気候リスクと気候変動に関連する極端な事象の両方について、より詳細かつ最新の理解が得られるようになった。市はまた、海岸線拡張の解決策を開発する重大な必要性を特定する前に、金融地区と海港地区という制約のある現実の中で、あらゆる土地ベースの選択肢を研究・評価してきた。

海港地区における既存の制約



海港地区の地形は低地で、隔壁が老朽化しているため、特に洪水の影響を受けやすい。ロウアー・マンハッタンの他の地域とは異なり、海港地区は高台の内側に比べて縁が比較的高く、地区内に流入した水が滞留する貯留効果を生み出している。このため、内部排水に課題があり、沿岸適応プロジェクトでは、2~4ブロック内陸に伸びる複雑な高架式の連絡が必要となる。海港地区の道路網は密集して狭いため、大規模な整備の調整をさらに複雑にしている。

海港地区には、地上と地下に重要なインフラや公共施設が集中しており、レジリエンス対策のための物理的スペースは限られている。公共施設が集中しているのはサウス・ストリート沿いで、高架のFDRドライブや、近隣の北端にあるブルックリン橋もそのひとつである。州運輸省は、インフラの構造的完全性を防御し、メンテナンスや修理のためのスペースを確保するため、FDRドライブの柱とフーチングの周囲に3フィートの余裕を設けることを義務付けている。将来的な防御のために必要とされる高さの洪水壁は、FDRの下に収まるには高すぎるし、大きすぎるかもしれない。コン・エジソン変電所と地下鉄サウス・ストリートの近辺にあり、深い基礎を持つ洪水防止インフラを上構築できない可能性が高い。場合によっては、海港地区のウォーターフロントにある杭の上に建てられた老朽化した構造物も、洪水防止インフラの重量を支えることができないかもしれない。

また、海港地区には歴史地区があり、同地区の古い建物のかなりの部分が、建物レベルの対策を困難にしている2つの要因がある。高さが6階未満で、市が初めて近代的な建築基準を導入した1938年以前に建てられた建物は、特に不安定化に対して脆弱である。基礎が浅く、築年数が経過しているこれらの建物は、洪水リスクへの適応をより困難にしている可能性がある。また、建物に恒久的な適応設備を設ける場合には、歴史地区の規制も考慮しなければならない。

最後に、海港地区には、ウォーターフロントの居住者、労働者、観光客のために、既存の建造物、商業施設、レクリエーション施設が活気に満ちて混在している。どのようなレジリエンス対策も、このような建設と協調し、この活発なウォーターフロントが必要とする複雑な流通とアクセス通路とを一体化させなければならない。

金融地区における既存の制約



海港地区と同様、金融地区の道路網は密集して狭いが、大規模な商業オフィスビルが密集している。適応策を実施するためのオープンスペースや利用可能な不動産は、この地区では特に限られている。埠頭11の南側では、ウォーターフロントの遊歩道が狭くなり、高架のFDRドライブが街路の勾配まで傾斜するため、金融地区区はさらに制約を受ける。さらに南に進むと、FDRドライブは地下のバッテリーパーク地下道トンネルとなる。このトンネルは、海港地区の地下鉄のように、深い基礎の上にインフラを構築することはできない。

このような複雑な車両交通網に加えて、金融地区には2つの重要なフェリーターミナルと交通ハブがある。スタテン島フェリーが発着するホワイトホール・ターミナルと、ガバナーズ島フェリーが発着するバッテリー・マリタイム・ビルディングだ。特に、バッテリーパーク地下道への入り口とバッテリー・マリタイム・ビルディングへの歩行者アクセスが交差する海岸沿いは複雑である。このようなフェリーターミナルが必要とする、水辺へのアクセスや車と人の複雑な循環パターンと、気候変動に強いプロジェクトを統合する必要がある。

制約のある陸上適応

これらの複雑な制約の中で、このエリアにおける陸上適応プロジェクトの多くは、公共領域に悪影響を及ぼすか、実現不可能である。

道路の嵩上げ



高さ5フィート以上の道路を嵩上げすることは非常に困難で、嵩上げされた道路沿いの多くの建物がアクセスしにくくなり、歩行者に不便になる。

洪水壁



低地の地形では、15フィートを超える高さの洪水壁が必要であり、これは、FDRドライブが道路の勾配まで下がるところをかすめるか、あるいは衝突することになる。

恒久的な上昇式可動ゲートは、壁の高さと地下の基礎に対応するための地下インフラとの衝突に加え、同様の課題に直面することになる。

流木防止柱対策



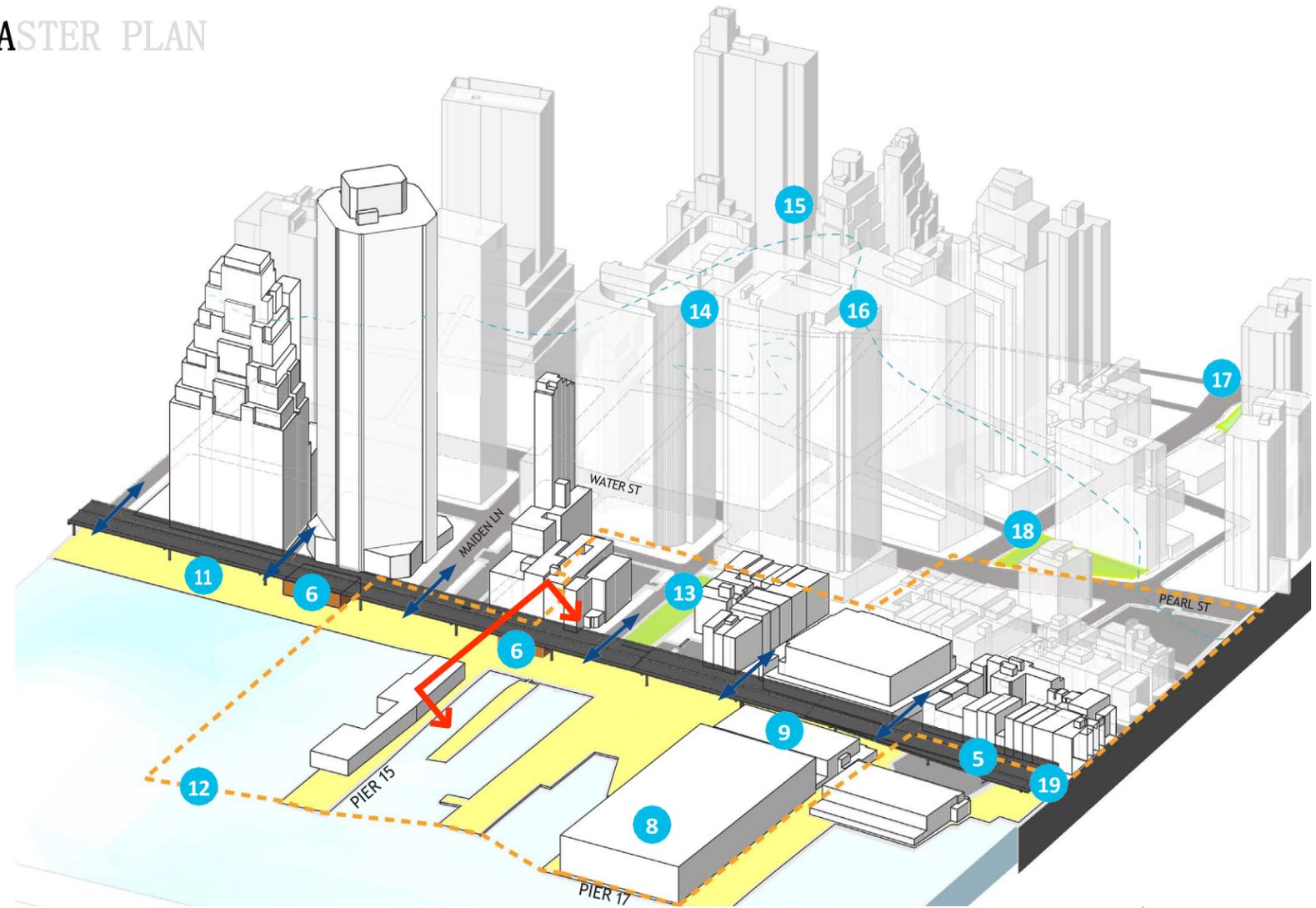
高さ最大12フィートの流木防止柱対策は、ウォーターフロント沿いの商業施設付近の歩行者に不快感を与えるだけで、公共の利益をもたらさない。

THE FINANCIAL DISTRICT AND SEAPORT CLIMATE RESILIENCE MASTER PLAN

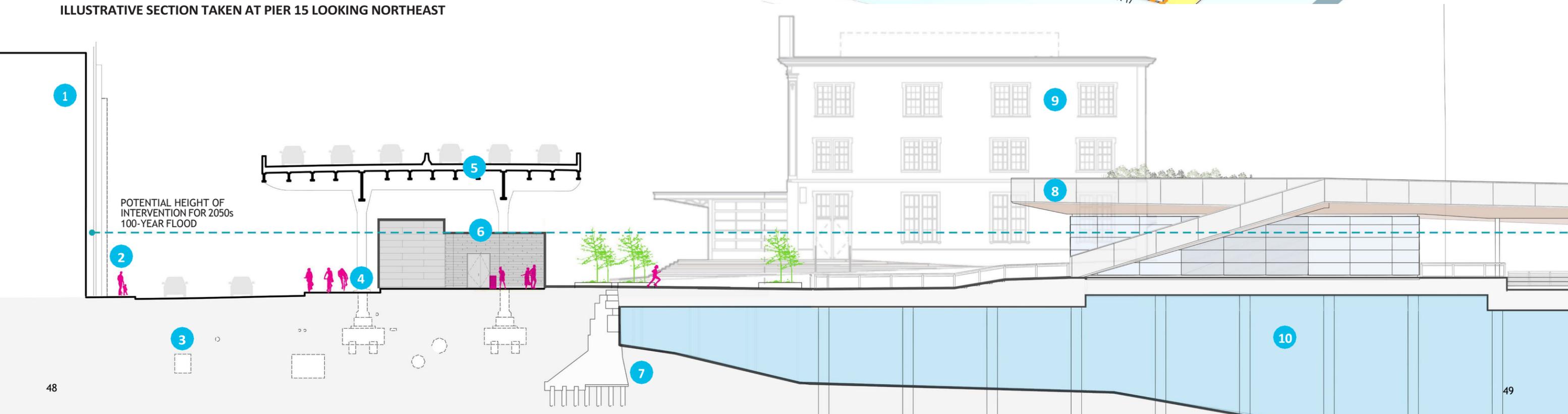
EXISTING CONSTRAINTS IN THE SEAPORT

- 1 HISTORIC BUILDINGS LESS THAN 6 STORIES TALL
- 2 ACTIVE WATERFRONT ACCESS AND PEDESTRIAN CIRCULATION
- 3 EXISTING UTILITIES AND CRITICAL SUBSURFACE INFRASTRUCTURE
- 4 3' OFFSET REQUIRED AROUND FDR COLUMNS AND FOOTINGS
- 5 ELEVATED FDR DRIVE
- 6 EXISTING STRUCTURES
- 7 VARYING BULKHEAD AND SUBSURFACE CONDITIONS
- 8 ACTIVE WATERFRONT COMMERCIAL AND RECREATIONAL USES
- 9 ONGOING CONSTRUCTION
- 10 PILE-SUPPORTED PIER
- 11 PILE-SUPPORTED STRUCTURES
- 12 HISTORIC DISTRICT BOUNDARY
- 13 WATERFRONT ACCESS AND VIEW CORRIDORS
- 14 LOW LYING TOPOGRAPHY
- 15 LARGE OFFICE BUILDINGS IN DENSE NETWORK OF NARROW STREETS
- 16 2050s 100-YEAR FLOODPLAIN
- 17 FULTON STREET STATION (ONE BLOCK NORTH)
- 18 A/C SUBWAY TUNNEL
- 19 CONCENTRATION OF UTILITIES ON SOUTH STREET

- SECTION CUT
- 2050s 100-YEAR FLOOD
- ESPLANADE
- PARK
- HISTORIC DISTRICT
- EXISTING STRUCTURES
- WATERFRONT CONNECTION



ILLUSTRATIVE SECTION TAKEN AT PIER 15 LOOKING NORTHEAST



THE FINANCIAL DISTRICT AND SEAPORT CLIMATE RESILIENCE MASTER PLAN

EXISTING CONSTRAINTS IN THE FINANCIAL DISTRICT

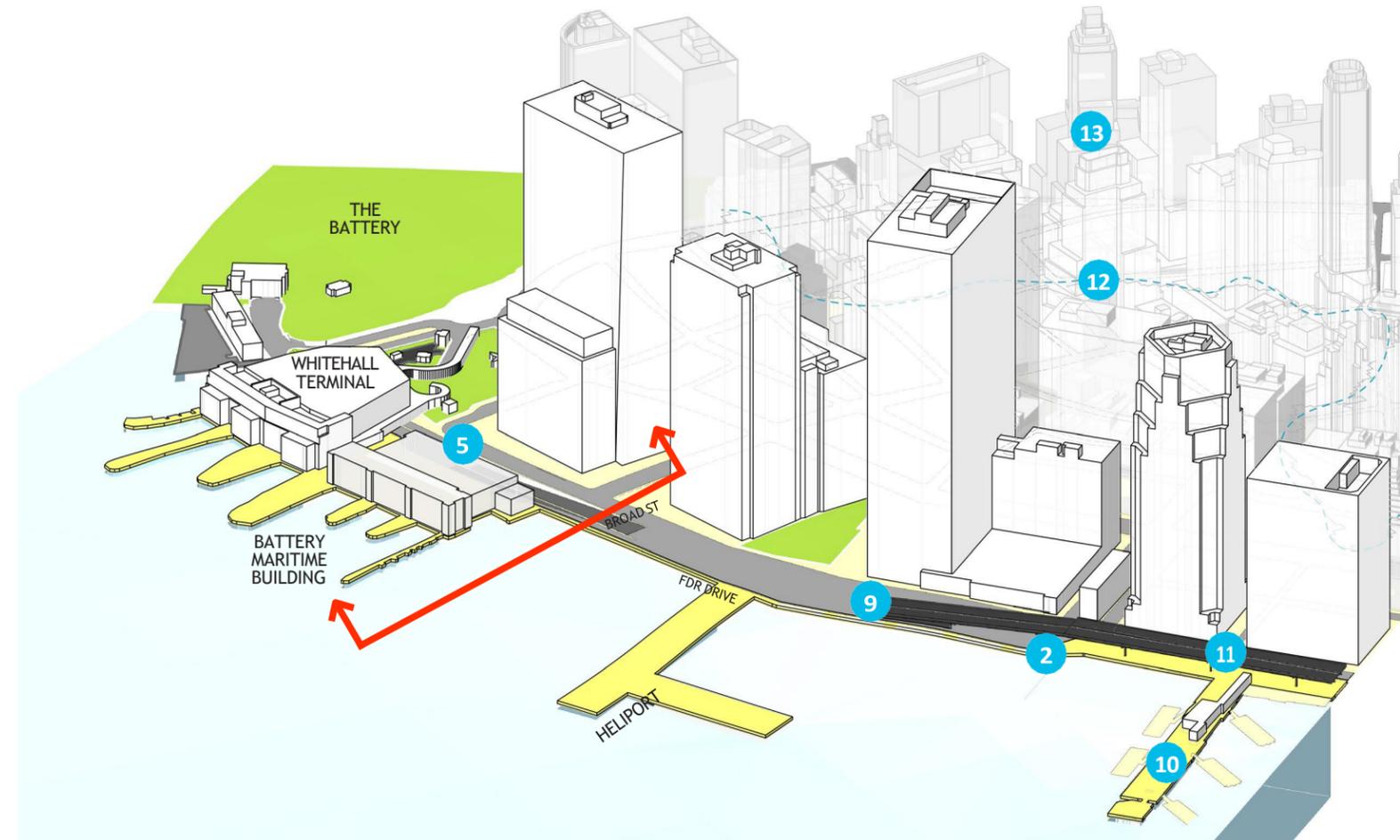
- 1 BATTERY MARITIME BUILDING ACCESS
- 2 ESPLANADE NARROWING SOUTH OF PIER 11
- 3 PEDESTRIAN CIRCULATION
- 4 WHITEHALL AND BATTERY MARITIME BUILDING VEHICLE ACCESS LOOP
- 5 BATTERY PARK UNDERPASS
- 6 WHITEHALL FERRY TERMINAL PEDESTRIAN ACCESS
- 7 PARKING LANE
- 8 CRITICAL UTILITIES AND SUBSURFACE INFRASTRUCTURE
- 9 FDR GOING DOWN TO GRADE
- 10 PILE SUPPORTED STRUCTURES
- 11 ELEVATED FDR DRIVE
- 12 2050s 100-YEAR FLOODPLAIN
- 13 LARGE OFFICE BUILDINGS IN DENSE NETWORK OF NARROW STREETS

↑↑ SECTION CUT

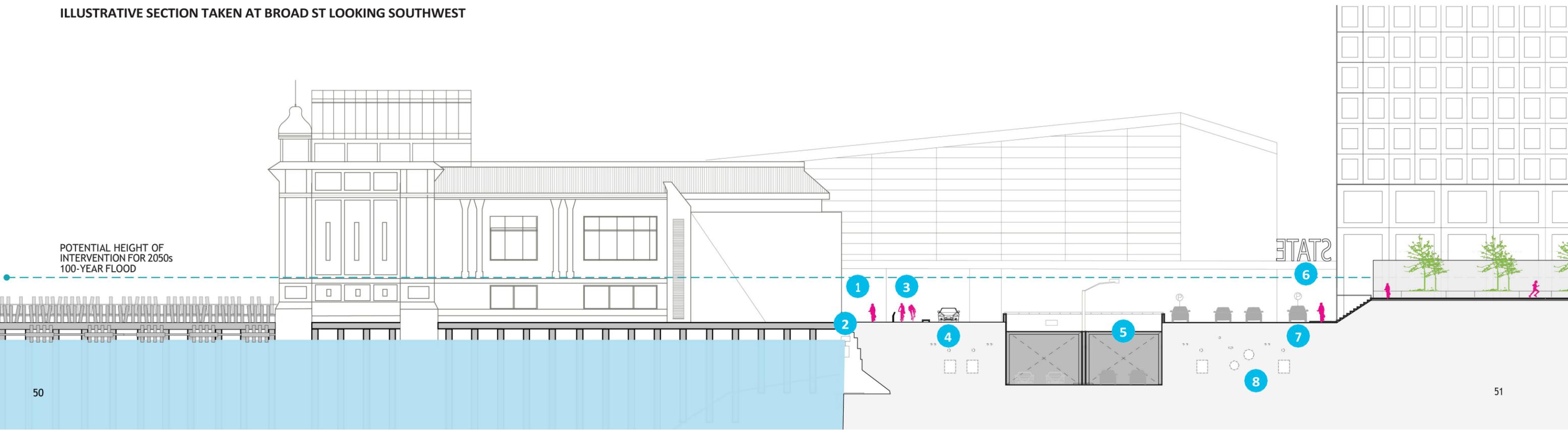
— 2050s 100-YEAR FLOOD

■ ESPLANADE

■ PARK



ILLUSTRATIVE SECTION TAKEN AT BROAD ST LOOKING SOUTHWEST



金融地区と海港地区の気候レジリエンス・マスタープラン 次のステップ

金融地区と海港地区は、都市にとって脆弱かつ貴重な場所であり、あらゆる気候災害や慢性的なストレスから防御するために、より集中的な計画が必要である。ロウアー・マンハッタン全体の戦略の一環として、金融地区と海港地区の気候レジリエンス・マスタープランは、この2つの地域に焦点を当て、同地区の気候防御におけるギャップを埋める。マスタープランでは、既存の都市構造の厳しい制約の中で革新的な解決策を見出すため、すでに調査済みの内容をより詳細で集中的な計画に落とし込む。

こうした制約の中で気候変動に適応するためには、市は拡張エリア開発、つまり新しい土地の造成を引き続き研究し、そのツールキットに含める必要がある。拡張エリア・提案は、既存の土地で他の適応策を実施することが不可能な地域において、海面上昇、高潮、地下水位の上昇、定期的な潮位の氾濫、その他の気候の影響に包括的に対処する可能性を秘めている。新たな土地の利用可能性は、開発によって部分的に資金を調達できる可能性も生み出し、官民の資源を最大限に統合し、実施に不可欠な資金源を提供する。開発用地を組み込むことの妥当性は、それぞれの特定の場所や近隣の状況に応じて慎重に評価する必要がある。物理的なスペースが限られているため、他の適応手段が公共の場に悪影響を及ぼす可能性がある場合、この方法を用いることで、住宅、オープンスペース、雇用の拡大など、地区全体にとっての共同利益との統合を図ることができる。

このレジリエンス計画プロセスでは、これら2つの地区のマスタープランを完成させることを優先する。マスタープランでは、様々な拡張エリアの選択肢を検討し、拡張エリアソリューションの設計を策定し、排水管理やその他のインフラについてより深い調査を行い、資金調達とガバナンス戦略を特定し、実施すべき第一段階のプロジェクトを決定する。市は、革新的で画期的なアイデアや技術を模索し、長期的な将来に向けた創造的で実行可能なビジョンを策定する。マスタープランは、プロジェクトの実施を監督するために重要な統治機構を確立するための計画も概説する。

市は、トゥブリッジズ地区、バッテリー地区、バッテリー・パーク・シティにおける暫定洪水防御対策や個々の資本プロジェクトの設計プロセスを進めるにあたり、コミュニティや利害関係者の意見を引き続き求めていく。この調査は、ロウアー・マンハッタンの多くのコミュニティ関係者や気候変動への適応について深い知識と専門性を持つリーダーたちが、革新的な解決策と地区全体の気候変動へのレジリエンスへの継続的な投資を提唱してくれたからこそ完成した。ロウアー・マンハッタンにおけるレジリエンス投資と海岸線拡張のための長期的な連合を構築し、維持することは、この脆弱かつ重要な地区で世代を超えたプロジェクトを実現するために不可欠である。市は、全体的な戦略を実施する中で、気候変動へのレジリエンスを達成するための基盤として、ロウアー・マンハッタンの地域社会との関与と提携を継続していく。



用語集

100年暴風雨 (100-YEAR STORM)	任意の年に 1% の確率で発生する暴風雨。
10年豪雨 (10-YEAR RAIN EVENT)	ある年に 10% の確率で発生する非常に激しい雨のこと。
2050年代予測 (2050S PROJECTIONS)	2050 年から 2060 年の間に発生する気候の影響に関する予測。
2100年予測 (2100 PROJECTIONS)	利用可能な気候科学で最も遠い 2100 年に発生する気候の影響に関する予測。
岩盤 (BEDROCK)	地表に近いところにある緩い堆積土の下にある、地下深くにある固い岩石。
破堤点 (BREACH POINT)	海拔が低い、またはインフラが老朽化しているために、水が容易に内陸に浸水する水辺に沿った地域。
バルクヘッド (BULKHEAD)	水辺に沿った擁壁。
気候変動 (CLIMATE CHANGE)	気候変動とは、気象の平均状態または変動性のいずれかにおける変化から特定できる、気候の状態における著しい変化をいう。気象の平均状態または変動性のいずれかの変化から特定することができ、通常数十年、数百年、またはそれ以上の長期にわたって持続する、気候の状態の重大な変化を指す。
気候の脆弱性 (CLIMATE VULNERABILITY)	システムや集団が悪影響を受ける程度。気候脆弱性は、あるシステムがさらされる気候変動や気候変動の特徴、大きさ、速度、感度と適応能力の関数である。能力の関数である。
共同利益 (CO-BENEFITS)	気候変動への適応策によってもたらされる、公共領域での便益。地域の経済的競争力を向上させる。
合流式下水道オーバーフロー (COMBINED SEWER OVERFLOW)	過剰な雨水と未処理の汚水が合流して水域（河川、河口、沿岸水域）に排出されること。
合流式下水道 (COMBINED SEWER SYSTEM)	合流式下水道システムとは、雨水の流出、生活排水、および産業排水を同じ管内に集めるように設計された下水道のことである。
可動式 (DEPLOYABLE)	沿岸の暴風雨を予測して設置し、その後撤去できる一時的な耐水バリア。
乾式耐水対策 (DRY FLOODPROOFING)	非住宅用の建物において、壁面が実質的に洪水流を通さない状態で、洪水流の浸入に耐えるようにする洪水軽減技術である。壁が実質的に水を通さず、構造部材が所定の荷重に抵抗する能力を有する。
極端な事象 (EXTREME EVENT)	過去または将来の予測分布と比較して、予期しない、異常な、または予測不可能な天候または洪水。異常気象には、例えば、熱波、寒波、豪雨、干ばつ、洪水、および激しい暴風雨が含まれる。
地下水位の上昇 (GROUNDWATER TABLE RISE)	海面上昇による影響。地下水位の上昇とは、国土の地下にある地下水の水位が上昇することを指す。地下水位が上昇し、常に変動することで、建物の基礎が不安定化し、圧力が上昇し、地下施設に塩水が浸透する可能性がある。また、建物や地下埋設物の隆起の原因となる。
熱波 (HEAT WAVE)	気温が 90° F 以上に上昇する 3 日間連続の期間。

静水圧 (HYDROSTATIC PRESSURE)	重力によって流体が受ける圧力。静水圧は、上方から下向きの力を及ぼす流体の重量が増加するため、地表から測定した深さに比例して増加する。静水圧は、地表から測った深さに比例して増加する。
ライフライン (UTILITY)	〔電気・ガス・水道などの〕公共施設、ライフライン
タイガーダム (Tiger Dam)	水のう型の簡易膨張ダムシステム
干拓 (LAND RECLAMATION)	通常は海底、河床、または湖底の土砂である浸透性の盛土から、水域に新しい土地を造成するプロセス。
平均高潮水位 (MEAN HIGHER HIGH WATER)	潮位基準。全国潮位基準エポックで観測された各潮汐日の高潮の高さの平均値。
気候変動に関するニューヨーク市パネル (NEW YORK CITY PANEL ON CLIMATE CHANGE)	主要な気候・社会科学者で構成され、ニューヨーク都市圏の気候変動予測を行う。
拡張エリア・プロテクション (OUTBOARD PROTECTION)	既存の土地を越えて、または既存の土地の拡張線上に設置される防御対策。
固定（受動）式整備 (PASSIVE INTERVENTION)	設置後には、適切に機能するために人が直接関与する必要のない防御対策。
パイル（杭） (PILES)	安定性のために土壌または岩盤に深く打ち込まれる、建物基礎の垂直構造要素。
レジリエンス (RESILIENCE)	変化や逆境から立ち直る能力。困難な状況に備え、対応し、そこから回復する能力。システムおよびその構成部品が、危険な事象の影響を予期し、吸収し、対応し、適時かつ効率的に回復する能力。効率的な方法をいう。
海面上昇 (SEA LEVEL RISE)	気温の上昇、氷河化（氷河が溶けて氷河に覆われた陸地が露出すること）による世界の海の体積の変化によって引き起こされる海面の上昇。氷河の融解による氷河化した土地の露出)、および氷の融解による世界の海洋の体積変化によって引き起こされる海面の上昇。
防水バリア (SEEPAGE BARRIER)	液体の浸透を防ぐために作られる防水バリア。この研究では、地下水位上昇の影響から防御するために地下に設置される深い壁のことを指す。上昇から防御するために地下に設置される深い壁のことである。
高潮 (STORM SURGE)	極端な気象条件（低気圧および／または強風）により、特定の地域で一時的に海面が上昇すること。強風）により、特定の地域で一時的に増加する海面高をいう。高潮は、その時、その場所における潮位変動のみから予想される水位を超えるものとして定義される。
雨水貯留システム/保持システム (STORMWATER DETENTION/RETENTION SYSTEM)	蓄積した雨水流出水を貯留し、限られた容量の認可された流出下水システムに、制御された放流速度で放流するよう設計された構造物。
雨水管理システム (STORMWATER MANAGEMENT SYSTEM)	雨水を収集、運搬、貯留、保持するために使用される一連の慣行およびインフラ。
潮汐氾濫 (TIDAL INUNDATION)	海面上昇による影響。潮汐による氾濫とは、高潮が沿岸地域に及ぼす定期的かつ持続的な影響を指す。
都市ヒートアイランド現象 (URBAN HEAT ISLAND EFFECT)	建物やアスファルトによって吸収・放出される熱の結果、都市部では気温が上昇し、周辺の郊外やアスファルトよりも都市が暖くなる傾向がある。都市を周辺の郊外や農村地域よりも暖かくする傾向がある。
浸水式耐水対策 (WET FLOODPROOFING)	静水圧を均等化し、洪水被害に強い材料を使用することによって、構造物の一部が意図的に浸水することを許容するように設計された洪水軽減技術。洪水被害に強い材料を使用する。この技法では、浸水するように設計された建物の部分は、駐車場、倉庫、建物へのアクセス、または床下の空間としてのみ使用される。

あとがき

2012年10月29日にハリケーン・サンディがニューヨーク市を直撃し大水害をもたらしました。市の17%が浸水し、44人の命が奪われ、190億ドルの損害と経済活動の停止による損失がありました。高潮はニューヨーク港で記録的な高さ14 フィートに達し、ハリケーンは市内全域で停電を引き起こし、200 万人以上のニューヨーカーに影響を与えました。ロウアー・マンハッタン地域では、ハリケーン・サンディの影響は甚大で、2人の死者を出し、数千戸の家屋に影響を与えています。(参考文献①②)

この災害後2回にわたって、日本から調査団が派遣されました(参考文献③)。その成果の一つが、タイムラインで、我が国でも台風や豪雨が予想されると、電車・バスなどの交通機関の計画運休が行われるようになりました。最近では、コロナ禍の経験もあり、不要不急の外出を避けるよう報道されます。

ニューヨーク市沿岸の気候変動による沿岸対策の検討の一つに国際コンペを行った Rebuild by Designがあります。応募は世界15か国から148件、2013年7月25日には10チームが選定され、それぞれに10万ドルを配布。選定された10チームは、RBD事務局から3カ月以内に3から4件の具体案を出すことを求められ、10月には10チームから41の提案が出され、RBD事務局が10案を選定。各案のブラッシュアップ費用として、1案あたり10万ドルが配布され、翌2014年には10案から7案への絞り込みが行われました。その中の一つがコペンハーゲンとニューヨークに拠点を置く建築家が率いるBIG(ビャルク・インゲルス・グループ)によるBIG-Uでした。(参考文献④)

その後、サンディ災害後の連邦政府の支出を通じてニューヨーク市とニューヨーク州の両方から資金提供され、市長直属復興・強靱化局 (ORR) とニューヨーク市経済開発公社 (NYCEDC) が主導してロウアー・マンハッタン気候レジリエンス (LMCR) 調査(参考文献①②)が行われています。この調査では、2050年にはロウアー・マンハッタンの不動産の37パーセントが高潮の危険にさらされます。2100年には、海面上昇が6 フィートを超え、不動産のほぼ50パーセントが高潮の危険にさらされ、通りの20パーセントが毎日高潮の浸水にさらされます。地下水面上昇で、建物の7パーセントが不安定になり、地下施設のある道路の39パーセントが腐食や浸水すると予測されています。それに対する数十の適応策と、ロウアー・マンハッタン地区のレジリエンスのために一連の戦略を提案しています。

LMCR調査に基づき、ニューヨーク市は一連のプロジェクトを特定しました。(参考文献⑤)。LMCRプロジェクトはロウアー・マンハッタン沿岸の広い範囲で、ウォーターフロントへのアクセスを維持し、公共スペースと統合しながら、レジリエンスを高めることを目指しています。低地で制約の多い海港地区と金融地区を防御するため、マンハッタン沿岸をイースト川に埋め立て拡張する計画策定も含まれています。2021年12月29日、ニューヨーク市は金融地区と海港地区の気候レジリエンス・マスタープラン(参考文献⑥)を発表しました。さらに市は、ロウアー・マンハッタンの沿岸地域を強化する5つのインフラプロジェクトに9億ドルを用意し、2022年に着工しました。

東京湾沿岸海岸保全基本計画 [東京都区間] (令和5(2023)年3月)には諸機関との連携の基本方針の中で、(1)住民・NPOなどとの連携、(2)海岸の管理における連携、(3)事業者との連携(水際背後において再開発事業等まちづくり事業が実施される際には、民間等事業者の連携・協力を得て、まちづくりに合わせた護岸整備等の促進を図る。)(4)事業の必要性のPR、(5)他の施策との連携(海域の水質改善や海岸へのアクセス確保など、海岸事業だけでは解決できない問題もある。これらについては、関連

計画などと整合を図り、相互の一層の連携を図っていく。) 、を進めるとあります(参考文献⑦)。このような観点、特に民間等事業者と連携・協力すべき項目が、LMCR調査のツールキットで具体的に述べられています。また、LMCRプロジェクトではすでに事業化されており、金融・海港地区の気候レジリエンス・マスタープランも発表されています。これらは東京湾岸等のまちづくり事業に参考となる ところが多いとの思いから取り組んだものです。

この度、LMCR調査を実直に翻訳してみました。ハードな対策を多く提案しており、南海トラフ地震や近年激甚化している台風による、津波・高潮に対しての総合的な対策に、とても参考になるのではとの思いからです。2020年10月に増水した多摩川の泥水が下水道管を逆流し、武蔵小杉駅周辺を水浸し、タワーマンションが被害を受けています。日本においても公共と民間、土木と建築の協力が大災害に備えるうえでますます必要になっていると考えます。流域治水の施策も生まれています。

翻訳を通じて、興味深い言葉にもであいました。Tiger Dam (水のう型簡易膨張ダムシステム)、DEPLOYABLE (可動式あるいは移設式)、日本語でのライフラインは英語ではUTILITY (ユーティリティ) です。合流式下水道を、雨水管を増設することにより、分流式にすることも提案されています。Exposure は災害原論では暴露と訳していますが一般には分かりにくいので「危険にさらされていること」にしました。

参考文献

- ① : Lower Manhattan Climate Resilience Study, March 2019
<https://www.nyc.gov/site/lmcr/background/lower-manhattan-climate-resilience-study.page>
- ② : Lower Manhattan Climate Resilience Study, March 2019の翻訳 (本資料)
- ③ : 米国ハリケーン・サンディに関する現地調査 報告書 (第二版) — 先進国の大都市を初めて襲ったニューヨーク都市圏大水害からの教訓 —平成 25 年 7 月
https://www.mlit.go.jp/river/kokusai/disaster/america/america_hurricane_201307.pdf
- ④ : 三菱総合研究所編著、「共領域」からの新戦略、ダイヤモンド社、2021.11.30
- ⑤ : Lower Manhattan Coastal Resiliency Project
<https://www.nyc.gov/site/lmcr/index.page>
- ⑥ : The Financial District and Seaport Climate Resilience Master Plan
<https://fidiseaportclimate.nyc/>
- ⑦ : 東京湾沿岸海岸保全基本計画 [東京都区間] (令和5年3月)
<https://www.kouwan.metro.tokyo.lg.jp/jigyo/plan/kaigan-plan/tokyo-bay/all-area/tokyo-area.html>

2023年10月 インフラストラクチャー研究所副所長 加本実