

地域防災の視点から見た NATECH

あお き しん いち
青 木 伸 一†

地震、津波、台風、高潮などの大規模自然災害により臨海部の石油コンビナート等特別防災区域が被災し（NATECH）、その影響が2次災害として周辺地域に及ぶような状況を想定し、アンケート調査などに基づいて、地域防災の視点から、防災対策上の問題点や今後の対策の方向性について考察した。ハード防災力だけでなくソフト防災力を高めるためには、企業と住民のリスクコミュニケーションを一層進めるとともに、地域行政が積極的に両者に関わっていくことが重要であることを指摘した。

キーワード：地域防災、産業防災、NATECH、リスクコミュニケーション

1. はじめに

筆者は大学退職後、大阪府高石市に事務所を置く特定非営利活動法人「産業防災研究所」の理事長を2023年度から務めている。法人の名称からはイメージしにくいのが、今はどちらかというと地域の防災に軸足を置いて活動している小さなNPOである。高石市は市域の面積の約半分を堺泉北臨海工業地帯が占める人口5.6万人程度の小規模な沿岸都市である。臨海工業地帯には大小種々の業種の企業が混在しているが、主要部は石油精製、石油化学を中心とする石油コンビナートであり、全域が大阪府管轄の特別防災区域となっている。高石市域の工業地帯は埋立地（人工島）に位置し、住居地域とは幅200mの水路（浜寺水路）と一部は緑地（浜寺公園）でも隔てられているが、津波や高潮の自然災害を受けやすい場所（堤外地）に立地しており、背後地の住民としては自然災害に対する石油コンビナート等の安全性が気になるところである。大阪府石油コンビナート等防災本部が2016年に示した被害想定¹⁾によれば、高压ガスタンクからの放射熱については海岸線から3kmの地点まで、爆風圧については海岸線から約1.5kmの地点まで影響が及ぶとされており、まさに市街地が大きな影響を受けることになる。また、中村ら²⁾は、大阪府の津波浸水想定エリアのうち最大水位が3m以上の市区町に所在する事業所での化学物質在庫量を推計している。それによると、津波浸水想定エリアにおける化学物質在庫量は、大阪府域全体の推計在庫量の95.4%を占

めること、そのうちの半分は高石市に存在することを明らかにしている。

本稿では、住居地域に隣接する特別防災区域で発生する可能性のある大規模自然災害に起因する事故（NATECH = Natural Disaster Triggering Technological Accident）について、地域防災の視点から、現状の問題点や今後進めるべき対策の方向性などについて考えてみたい。ただし、筆者の専門は土木工学の一分野である海岸工学であり、大学在職時は津波や高潮などの沿岸域の防災に関わってきたが、企業の防災や石油化学などの知識は乏しいことを断っておかねばならない。

2. 臨海コンビナートを抱える地域の防災上の問題点

2.1 地域防災と産業防災のギャップ

図1は、大阪府石油コンビナート等防災計画³⁾に掲載されている計画の位置付けを示す図である。これによれば、特別防災区域の防災は府や市町の地域防災計画と連携して進めることになっている。

また、大阪府の地域防災計画⁴⁾および高石市の地域防災計画⁵⁾には以下のような記載があり、特別防災区域を超えて周辺住民の避難を伴うような災害が発生する可能性を指摘している。

「石油コンビナート等災害防止法に定める特別防災区域に存在する危険物タンクの火災や高压ガスタンクの爆発等により、特別防災区域を超えて、周辺住民の避難を伴う大きな被害が発生する場合に備え、大阪府石油コンビナート等防災計画との整合性を図りつつ、府、市町村、特定事業者、関係機関が連携して必要な検討を行い、周辺住民の避難対策等に取り組む。」

† 特定非営利活動法人 産業防災研究所：〒592-0003 大阪府高石市東羽衣1-5-21
E-mail：aoki_tut@mac.com

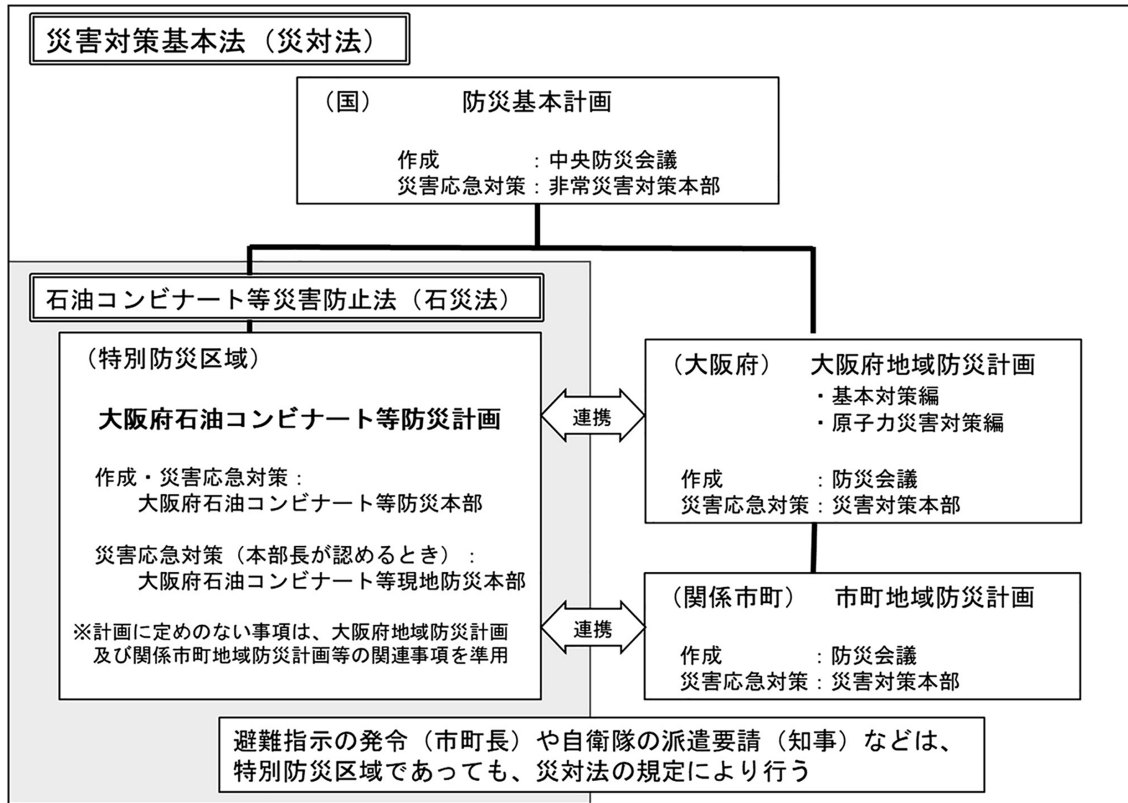


図1 石油コンビナート等防災計画の位置付け³⁾

しかしながら、少なくとも堺泉北地域については、地域防災に大阪府石油コンビナート等防災計画が具体的に反映されておらず、両者の連携は十分とは言えない。確かに地域防災計画には「石油コンビナート等災害予防対策」が項目の一つとして挙げられているが、法律に基づく事業者への規制や指導の記述に留まっており、具体的な住民の避難対策にまでは言及されておらず、高石市で各戸に配布される総合防災マップにも、臨海工業地帯から発災する可能性については一切触れていない。上述した大阪府の被害想定¹⁾には以下の記述があり、高石市の地域防災計画にも以下の行動例の記載はあるが、これらの住民への周知や避難訓練に反映するなどの具体的な取り組みは現在のところ行われていない。

「防災関係機関は連携して、住民等が適切な回避行動をとれるよう、あらかじめ注意喚起の周知徹底を図り、安心・安全の確保に努める。」
 「市民に対しては情報を正確に伝えた上で、大地震・津波に伴う適切な避難行動の一環として、啓発・訓練などを実施しておくことが望ましい。」

(行動例)

- ・津波避難などで、屋外に出る場合には、「できるだけ肌の露出をなくす」

- ・屋外にいて熱を感じた場合には、「頭部等を物で覆う」、「木陰や建築物等の物陰に隠れる」
- ・屋内にいる場合には、「窓ガラスの破片により負傷しないよう、窓際を避ける」

一方、企業から住民への働きかけは、レスポンシブル・ケアという形で個別に行われてはいるものの広報に限界があり、限られた住民のみが参加しているのが実情である。さらに、沿岸部の多くの住民はコンビナート地区の防災に対する意識が高いとは言えず、企業の説明会などに出席して積極的に情報を得ようとする動きはあまり見られない。このように、行政は災害想定を行って防災・減災を推進しようとしてはいるものの、法体系の異なる特別防災区域の防災と地域防災の間には依然として大きなギャップが存在するよう思える。

2.2 ソフト防災とリスクコミュニケーション

東日本大震災を契機に、地震、津波、台風、高潮などの自然災害に対する防災の考え方が大きく変化した。すなわち、ハザードのレベルによって対応を変える2段階の防災対策が採られるようになった。100年～150年の再現期間に対応するレベル1のハザードに対しては防災インフラで防護(ハード防災)することを原則とし、安全な避難につなげるソフト防災については、考えられる最大規模のハザードを対象として考

えようというものである。すなわちソフト防災は、防災インフラの強靱化に関わらず、ハード防災が破綻するような非常に大きな災害を想定して、自助・共助として地域で備えておかなければならない課題となっている。その意味では、産業施設の防災対策が破綻して区域外にも影響が及ぶ可能性がある地域の住民は、そのような場合を想定して自ら対応を考えておかなければならない。しかしながら、産業施設にどのようなリスクがあり、区域外に影響が及んだ場合にどのようなことが起こり、住民はどのように対応すべきなのかについての情報がほとんど得られないため、行政の指示に従うしかなく、自主的な対策の取りようがない。ガス・石油や化学物質の漏えいを伴う産業災害では一般的な災害情報や避難情報の提供に留まらず、より詳細な情報提供と的確な判断が求められる。そのためには、行政、企業、地域住民の間のより緊密なリスクコミュニケーションが必要になると思われる。危険物を取り扱う産業施設は、地域の消防とは密接に連携しているようであるが、行政は産業施設からの2次災害についても、もっと住民の自助・共助を促すような取り組みを推進すべきである。

2.3 事業所へのアンケート調査

筆者は2020年度に学生の卒業研究⁶⁾の一環として堺泉北臨海地区の泉北1区に立地する中小企業に対して防災対策に関するアンケート調査を実施した。堺泉北臨海地区は、石油コンビナートを形成する大規模な特定事業所だけでなく数多くの中小企業の事業所（特別防災区域内のその他事業所に該当）が混在する点が特徴的である。アンケートの対象とした泉北1区には、125の中小企業の事業所が集積しており、その業種は製造業（機械、金属、化学、繊維など）が多く、運輸業、建設業なども含まれる。アンケートの回答を得たのは39事業所であった。ただし、単一の事業所以外にいくつかの事業所がまとまった事業組合からの回答は1事業所としてカウントした。なお、事業所の従業員数は10人以下から200人以上まで様々であった。アンケートでは事業所の防災対策に関する一般的な質問に加えて、他の事業所（特定事業所も含む）から被る可能性のある2次被害に関する防災上の連携についていくつかの質問を行った。図2および図3は回答結果の一例である。図2は、他事業所からの2次被害をどのように考えて対処しているかとの質問に対する回答であるが、「危険は感じるものの特に何もしていない」との回答の割合が全体の60%以上であった。また、他事業所と連携して取り組む可能性に関する質問に対しては、図3に示すように、「必要性は感じるが実際には難しい」との回答の割合が全体の

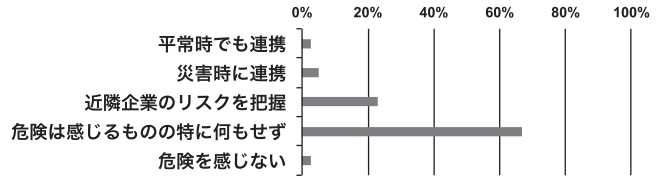


図2 他事業所からの2次被害への備え（中小企業）

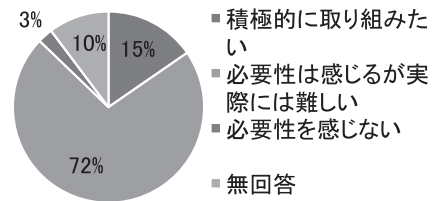


図3 他事業所との連携の可能性（中小企業）

70%以上を占めており、防災対策における事業所間の連携は実際には非常に難しいことが伺えた。アンケート結果を受けて数社にヒアリング調査を実施したが、他の事業所のリスクについてはほとんど把握できておらず、企業間の連携も同業種の組合内に限られているようであり、行政が中心となって協力体制を築いてほしいとの要望もあった。本アンケートは、当初、地域住民とコンビナートの特定事業所との連携のあり方を特別防災区域内の企業間連携を参考に考えようという目的で行ったものであったが、中小企業については、特別防災区域内にある事業者間であっても防災上の連携はほとんど進んでいないことがわかった。

上記のアンケートの翌年、堺泉北臨海地区の48の特定事業所に対してもアンケート調査を実施した⁷⁾。17事業所のみからの回答しか得られなかったが、図4に示すように、多くの特定事業所では大規模災害を想定した防災対策に事業所が連携して取り組んでいることがわかった。これは、特定事業所間ではすでに企業連絡会などが存在し、防災対策についても合同避難訓練の実施など、日頃から連携が行われているためであろう。図5は、近隣住民と行なっている防災対策についての質問に対する回答であるが、ほとんど実施

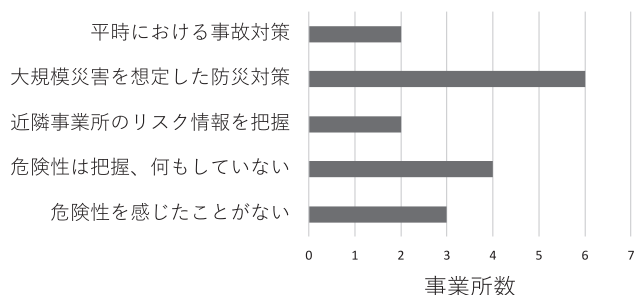


図4 近隣事業所と連携した防災対策（特定事業所）

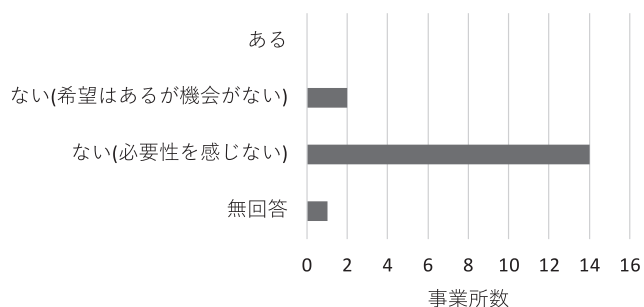


図5 近隣住民と行なっている防災対策（特定事業所）

されていないだけでなく、その必要性も感じていないことがわかる。アンケート後に1社からヒアリングできたが、レスポンスブル・ケアとして実施している住民への説明会は、自社の安全性をアピールする場になりがちであり、事業所のリスクを開示して共有するような場にはなっていないとのことであった。本調査は数少ない回答数ではあったが、特定事業所間の連携は進んでいるものの、地域住民とのリスクコミュニケーションの面では、住民の避難行動に役立つような情報交換を行うまでには至っていないことがわかった。

3. 地域と連携した産業防災の推進に向けて

3.1 連携のメリット

川崎市では、「神奈川県石油コンビナート等防災計画」及び「川崎市地域防災計画」を受け、臨海部の災害の未然防止及び発生した災害の拡大を防止するための運用計画として、臨海部に特化した防災計画である「川崎市臨海部防災対策計画」を2013年に策定している⁸⁾。避難対策にあたっては、可燃性ガスや有毒性ガスの漏えいを想定して行うものとなっており、特別防災区域からの発災が具体的に組み込まれている。さらに、コンビナート地区を意識した防災対策のパンフレットを作成するなど、特定事業所を含めた総合的な防災に対する積極的な姿勢が見られ、先進的な取り組

みとなっている。このような計画を実効のあるものにするためには、企業側の協力が必要であるが、隣接する企業や地域住民に対して自社のリスクをどこまで開示できるかがポイントとなる。近年、産業防災（企業防災）において、事業継続計画（BCP: Business Continuity Plan）の重要性が指摘され、多くの企業がすでにBCPを作成している。しかしながら、防護レベルを超えるような災害で企業単独では対応が難しい場合は、企業群として連携した防災が必要となり、さらには従業員の避難場所を周辺地域へ求めなければならないような場合も考えられる。このように、災害の規模によっては連携を企業群から周辺地域にまで拡大して考えておく必要があり、地域との防災上の連携（地域連携BCP）は企業側にとってもメリットが大きいと思われる。一方、住民側にとっても企業の防災活動から学ぶことは多であろう。企業責任のみを主張するのではなく、企業のリスクを受け入れて自助・共助に活かすことにより、実質的な連携が実現することを認識しておく必要がある。

3.2 リスク想定における技術的な課題

地域防災と産業防災を連続的につなぐ必要性と、それを実現する上での問題点について述べてきたが、解決しなければならない技術的な課題も多い。臨海部に位置する石油コンビナート等における危険物を取り扱う施設が大規模地震・津波あるいは高潮・高波を伴う大型台風の来襲を受けた場合、どのようなメカニズムで被害が発生し、それがどのようなプロセスで周辺地域に伝播するのかを、具体的・定量的に示すことができなければ、避難に活かすことができない。それが可能になれば、産業施設から発災後にその影響が伝播する過程において、被害の拡大防止に資する新たな防災・減災技術を提案・開発することも可能になるであろう。具体的には、施設に対する外力の評価、石油タンク等から油をはじめとする種々の化学物質が流出するメカニズム、流出油等に起因する火災の発生と拡

堤防なし条件

Time : 21600

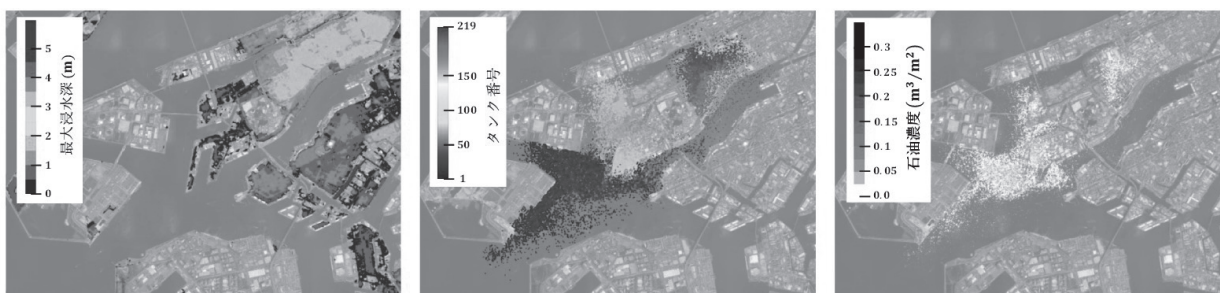


図6 貯蔵タンクごとに番号付けされた石油粒子の拡散状況

大、貯蔵タンクの爆発とその影響などについて、産業施設およびそれを取り巻く地域全体を含めた統合型のシミュレーションモデルの開発が必要であろう。この分野の研究例はあまり多くないが、堤ら^{9),10)}は、円筒形貯蔵タンクに作用する津波流体力について、従来の消防庁の算定式よりも精度の高い算定式を提案するとともに、これを津波伝播および漏油拡散モデルに組み込んだ数値シミュレーションを実施し、津波によるタンクの破壊と石油の漏出・拡散過程をシミュレーションしている（図6）。今後さらに多くの被災要因を組み込んだ統合型のシミュレーションモデルの開発が進めば、より正確なリスク評価につながるであろうし、また種々の対策を講じる上でも有用であると思われる。

3.3 リスクコミュニケーションを一層進めるために

大阪府は、2005年度から9年（3期）かけて進めてきた重点項目対策を踏まえて、「大阪府石油コンビナート等特別防災区域における防災対策ガイドライン」を2024年3月に公開している。特定事業所が今後取り組むべき内容の柱として、(1)重点項目の継続実施とフォローアップ、(2)防災教育と防災訓練の実施、(3)取り組み内容のPRと地域連携、を挙げており、特に(3)については、地域と協力した取り組みを推奨している。毎年11月には各自治体で避難訓練が行われることが多いが、特別防災区域を含めた合同避難訓練を実施するなど、地域の実情に合わせた訓練が望まれる。

NPO法人産業防災研究所では、2023年12月に、京都大学防災研究所・災害リスクマネジメント研究室（Cruz研究室）が開発した産業防災に関わるロールプレイングゲーム（EGNARIA¹¹⁾）を用いたゲーム型ワークショップを京大防災研の指導のもと開催した（写真



写真1 ワークショップの様子

1). 本ワークショップは、10名程度の参加者が危険物を扱う企業、地域行政、地域住民の3者に分かれ、それぞれの立場から投資や防災対策を行うロールプレイング型のシミュレーションゲームを行うものであり、確率的に発生する災害に応じて資産を増減させるゲームである。防災対策には資産の一部を使用することになるが、防災レベルが低いと大災害発生時に多くの資産を失うことになる。このゲームを通して、それぞれのステークホルダーの立場での防災対策の重要性を理解することができる。また、ゲーム中の対話を通して、それぞれの立場に対する理解も深まるという優れたゲームである。ゲーム実施後にアンケートやヒアリングにより防災意識の変化を確認したところ、参加者からは、コンビナートに隣接する地域における防災のあり方に対して非常に理解が高まったとの感想を得るなど、大変好評であった。残念ながら今回は企業からの参加は得られなかったが、このような場に企業の方も参加してもらえるようになれば、相互理解が深まり、連携を前に進めることが可能かもしれない。

4. おわりに

2017年に有田市で発生した製油所火災では、有田市災害対策本部が製油所に隣接する地域に避難指示を発令した¹²⁾。日頃の製油所と消防との連携や市の確かな判断により、この火災による周辺地域への被害は免れたが、このような事例から学ぶ点は多いと思われる。コンビナート地区を有する地域においては、企業と住民のリスクコミュニケーションを一層進めるとともに、地域行政が積極的に両者に関わっていくことが重要である。レベル2のハザードが引き起こす企業側の責任については明確でなく、危険性をあえて公開することは企業としてはしたくない事情もあろう。想定外の災害に対しては、行政側は法律の範囲内で対応するだけでなく、積極的にリスク開示する企業については何らかのインセンティブを与えるような方策も考えられるのではないかと。

謝辞

本稿を執筆するにあたり、安全工学会・産業防災研究会の皆様から多くのことをご教示賜りました。特に石丸裕大阪大学特任教授には本稿の執筆を薦めていただき感謝申し上げます。京都大学防災研究所 Cruz 研究室の皆様にはワークショップを主導していただきました。また、大阪大学の堤雄大君には研究成果を提供いただきました。ここに記して謝意を表します。

参 考 文 献

- 1) 大阪府石油コンビナート等防災本部 地震・津波被害想定等検討部会, 地震・津波被害想定等検討部会報告 (第二次) (2016)
- 2) 中村智, 矢吹芳教, 野呂和嗣, 南海トラフ巨大地震津波浸水想定エリアにおける化学物質在庫量の推計, 環境化学物質3学会合同大会 (2022)
- 3) 大阪府石油コンビナート等防災本部, 大阪府石油コンビナート等防災計画 (2024)
- 4) 大阪府地域防災計画 基本対策編, 大阪府防災会議 (2022)
- 5) 高石市防災会議, 高石市地域防災計画 (2021)
- 6) 堤雄大, 石油コンビナートに隣接する小規模事業所の防災対策に関する研究, 大阪大学工学部地球総合工学科卒業研究 (2021)
- 7) 関川朋弥, 石油コンビナート等における大規模自然災害に対する災害リスクの低減に関する研究, 大阪大学工学部地球総合工学科卒業研究 (2022)
- 8) 川崎市, 川崎市臨海部防災対策計画について, 川崎市ホームページ, <https://www.city.kawasaki.jp/bousai/category/292-4-1-7-0-0-0-0-0-0.html> (2024年11月参照)
- 9) 堤雄大, 青木伸一, 荒木進歩: 円筒貯蔵タンクに作用する津波波力の新たな算定式の提案, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), vol.78, No. 2, pp. I_643-I_648 (2022)
- 10) 堤雄大, 青木伸一, 荒木進歩, 津波による石油貯蔵タンクの被災に伴う石油拡散シミュレーションモデルの開発, 土木学会論文集, Vol. 80, No. 17 (2024)
- 11) TZIOUTZIOS, Dimitrios, Exploring Natech Risk Communication for Participatory Risk Management: Understanding citizens' communicative behaviour through a comparative study and a serious game, Ph.D. Dissertation, Kyoto University (2022)
- 12) 嶋田博之, 製油所火災における住民避難について, 安全工学, 第59巻, 2号 (2020)