



欧州で進むカーボンニュートラルコンビナート —オランダ、ベルギー事例を参考にした日本での展開可能性—

2022/11

三井物産戦略研究所
産業情報部 産業企画室
本間 良宏

Summary

- 欧州各国はウクライナ危機を受け、ロシアからのエネルギー依存脱却を図りつつ、COP26で発表したNDCの達成を目指す。そのためには、コンビナート全体での二酸化炭素削減が必要となる。
- 主な取り組みとして、①水素関連、CCS (Carbon dioxide Capture and Storage) 等の脱炭素インフラの確立、②既存インフラを活用した効率的な脱炭素インフラの導入、③補助金等による企業参画の促進を行っている。
- 日本においても、コンビナートのカーボンニュートラル化が検討されている。そうした中で、アンモニア等の形態で2030年までに4メガトンの水素輸入を行うしくみを検討するロッテルダム港や二酸化炭素輸出を検討するアントワープ・ブルージュ港の事例は参考にできる。

1. コンビナート全体で脱炭素に取り組む意義

2021年10月31日～11月13日のCOP26を経て、各国はNDC（国が決定する貢献）を発表し、脱炭素目標達成に向けて取り組みを始めている。ウクライナ危機が発生し、化石燃料への回帰が進むと思われたが、ロシアにエネルギーを大きく依存していた欧州各国はリパワーEU¹に沿って、短期的には化石燃料の代替確保、省エネに取り組み、中長期的には再エネを推進する方針である。その後のG7でも2035年に電源の脱炭素化を目指す等、西側諸国を中心に脱炭素の潮流は変わっていない。世界の産業起因の二酸化炭素排出量のうち、コンビナートを構成する鉄鋼、化学、セメント等重工業産業の排出量が約4分の1を占め、目標達成のためにはコンビナート全体での二酸化炭素削減が必要である。

2. 欧州でのカーボンニュートラルコンビナートの取り組み状況

欧州でカーボンニュートラルを検討している大規模コンビナートは、主に以下のような取り組みを行っている。

(1) 水素関連、CCS等の脱炭素インフラの確立

水素は、加熱して発電や輸送用の燃料としてそのまま使用されるだけでなく、合成燃料、SAF（持続可能な航空燃料）の原料や、アンモニア、モノマー等の化学品や金属製造等、さまざまな用途に用

¹ リパワーEUとは、ウクライナ危機を受けて、2030年までにEUのロシア産化石燃料への依存状況を解消することを目指した方針。欧州委員会は3月8日に概要を、5月18日に詳細な政策文書を発表した。

いられる。水素関連インフラとしては製造、輸入、貯蔵、パイプライン設備等がある。

CCSについては、コンビナートや周辺エリアから排出された二酸化炭素を回収、貯蔵するだけでなく、それをメタノールや化学製品製造等のために利用するCCUS (Carbon dioxide Capture, Utilization and Storage) にも取り組んでいる。関連インフラとしては、輸送用パイプライン、液化貯蔵設備等がある。

(2) 既存インフラを活用した効率的な脱炭素インフラの活用導入

脱炭素化で不要となるガソリン、ディーゼルや航空燃料等の石油精製所をバイオ燃料やSAF精製所などに転換することや、天然ガス導管を水素混合導管として利用する等、既存インフラを効率的に活用している。

(3) 補助金等による企業参画の促進

EUや現地政府等が補助金を交付し、企業参画による投資と技術導入を促進している。また、水素、CCS等の脱炭素インフラの利便性を高めることで、EU-ETS (EU排出量取引制度)²等の規制を克服したい企業などを集約している。

以下に主要な取り組み事例を記述する。

2-1. ロッテルダム港 (オランダ)

欧州最大級の貨物取扱量を有するロッテルダム港は、CCS、水素等のインフラ (図表1) やバイオ素材・燃料活用等の施策で2050年の脱炭素を目指している。

主なCCSインフラとしてはポルトス³を検討している。ポルトスとは、ロッテルダム港湾局等が出資する合弁企業ポルトスが事業主体、仏エア・リキード、米エアー・プロダクツ・アンド・ケミカルズ、米エクソンモービルおよび英シェルが事業運営者となり、約20kmの北海沖合までパイプラインで二酸化炭素を輸送し、深さ3km以上の空のガス田に毎年2.5メガトン、合計で約37メガトン貯蔵するプロジェクト。2024年頃に事業を開始する予定である。なお、EUからCEF (EUの資金調達制度)⁴を利用して1.2億ユーロの補助金、オランダ政府からはSDE++ (温室効果ガス排出量削減を促進するオランダ政府の補助金制度)⁵で21億ユーロの補助金を受けている。

水素インフラについては、2030年までに年間0.6メガトンの製造と4メガトンの輸入 (リパワーEUにおける2030年EU全体の輸入目標の4割水準) を行えるしくみを検討している。製造での主な取り組みとしては、

² EU-ETSとは、域内でGHG (温室効果ガス) を排出する施設に対して排出枠を設定し、その枠内にGHG排出量を抑えるか、排出枠を購入するように義務付ける制度。現行適用対象となっている分野は火力発電等の発電、鉄鋼、セメント、石油精製などのエネルギー多消費産業。毎年、排出枠上限を2.2%削減しているが、4.2%削減する方向で検討中。

³ <https://www.porthosco2.nl/en/project/>

⁴ CEF (Connecting Europe Facility) とは、欧州のインフラ投資を通じて、成長、雇用、競争力を促進するためのEUの資金調達制度。2014年1月以来、約300億ユーロの支援を行っている (内訳は運輸237億ユーロ、エネルギー46億ユーロ、通信5億ユーロ)。

⁵ SDE++ (Stimulation of Sustainable Energy Production and Climate Transition) の2022年度の予算は130億ユーロ。

化石燃料からブルー水素の製造を行うH-vision⁶と再エネから電解槽でグリーン水素製造を行うものがある（図表2）。H-visionにおいては、ロッテルダム港湾局、エア・リキード、英bp、EBN（オランダ国営石油企業）、エクソンモービル等10社以上の水素バリューチェーンに関わる関係者が、石油精製所などで回収された残留ガスをパイプライン等でプラントに集積して水素を製造、その際に発生した二酸化炭素をCCS処理やメタノールなどの基礎化学品製造に用いることで脱炭素化を図る。2027年までに750MW容量を完成させ、2032年に1500MW容量まで増やす計画である。電解槽での水素製造は、bp、シェル等が2026年頃までに850MW稼働させ、独ユニパーもIPCEI Hy2Use⁷の補助を受けて2030年までに500MWにスケールアップすること⁸を目指している。

図表1 ロッテルダム港のCCS、水素等のインフライメージ図



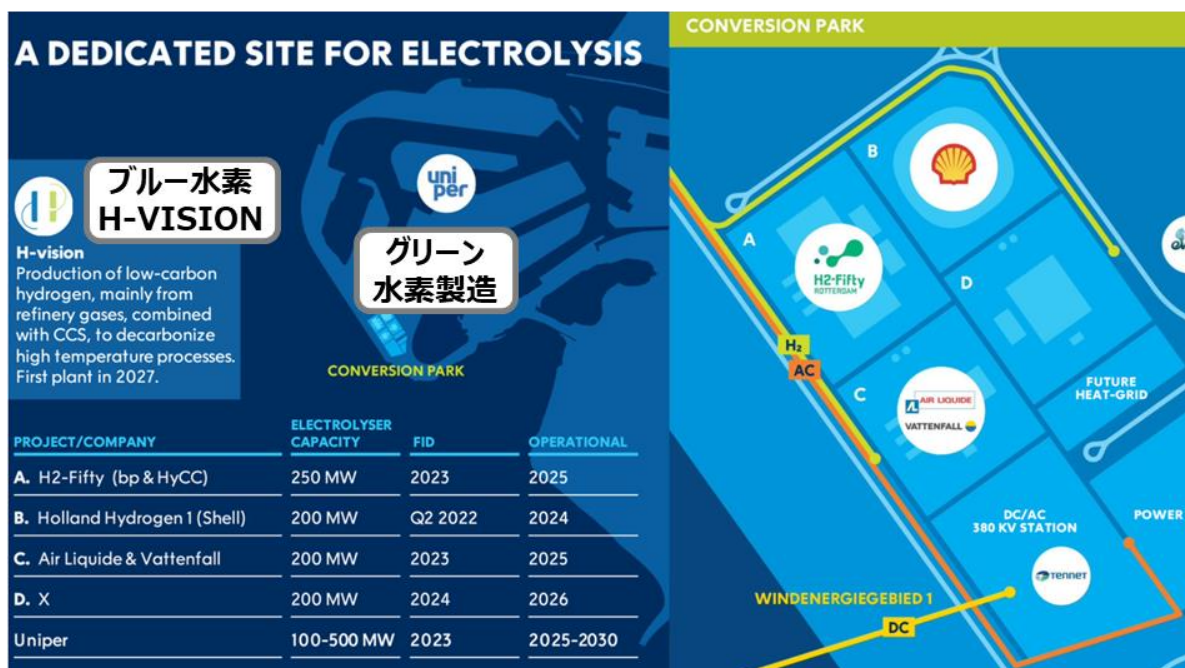
出所：Port of Rotterdam ウェブサイト“Hydrogen-economy-in-Rotterdam starts with backbone”
<https://www.portofrotterdam.com/sites/default/files/2021-06/hydrogen-economy-in-rotterdam-handout.pdf>
 (2022年10月20日参照)

⁶ <https://www.h-vision.nl/en>

⁷ IPCEI Hy2UseとはEU加盟13カ国（オーストリア、ベルギー、デンマーク、フィンランド、フランス、ギリシャ、イタリア、オランダ、ポーランド、ポルトガル、スロバキア、スペイン、スウェーデン）が水素バリューチェーンにおける関連インフラ建設を支援するプロジェクト。13カ国は最大52億ユーロの公的資金を提供する予定。

⁸ <https://www.portofrotterdam.com/en/news-and-press-releases/uniper-contracted-technip-energies-as-feed-contractor-for-h2maasvlakte>

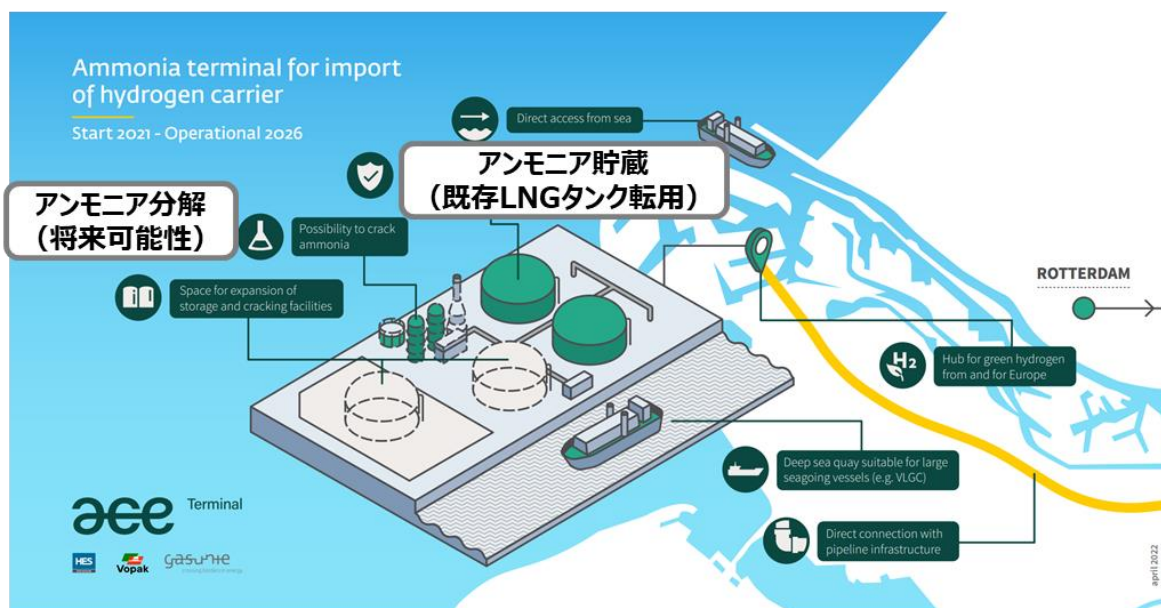
図表2 ロッテルダム港における水素製造イメージ図



出所：Port of Rotterdam ウェブサイト“*A new energy system*”
<https://www.portofrotterdam.com/en/port-future/energy-transition/a-new-energy-system>
 (2022年10月20日参照)

輸入については、ガスニー（オランダ国営ガス企業）等が、既存のLNG貯蔵タンクを水素由来化合物であるアンモニアの輸入ターミナルに2026年までに改修することを目指している（図表3）。また、蘭オーシー（肥料や化学品等の窒素製品の製造・販売企業）は、アンモニアの輸入ターミナルの取扱量を2023年に2022年比3倍の年間120万トン（日本の年間消費量相当）に拡大する計画である。

図表3 アンモニア輸入ターミナル（ACEターミナル）イメージ図



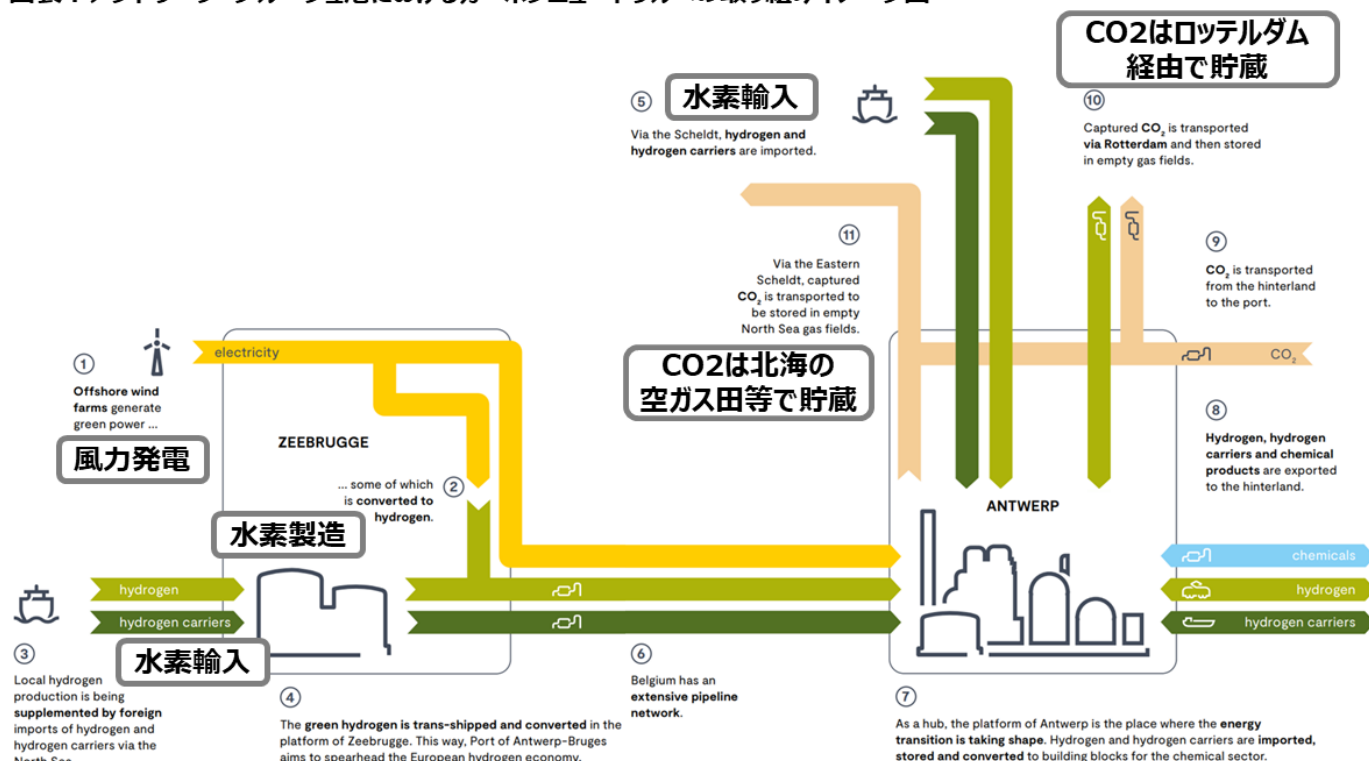
出所：Port of Rotterdam ウェブサイト“*Development of import terminal for hydrogen carrier in port of Rotterdam*”
<https://www.portofrotterdam.com/en/news-and-press-releases/development-of-import-terminal-for-hydrogen-carrier-in-port-of-rotterdam>
 (2022年10月20日参照)

バイオ素材・燃料活用については、シェルが、旧ペルニス製油所を年間82万トンのSAFとリニューアブルディーゼル等のバイオ燃料施設に転換することを2021年に発表した。排出する二酸化炭素はCCSを用いて処理する。また、フィンランドのエネルギー企業ネステは、現在、欧州最大のリニューアブル製品の生産能力を持つが、2026年までに約2倍の年間270万トンに引き上げる計画。120万トンのSAFの他、再生可能ディーゼル、ポリマー、化学品用の再生可能原料を生産する。

2-2. アントワープ・ブリュージュ港（ベルギー）

ベルギーでは、欧州最大級の石油化学クラスターを形成するアントワープ港と欧州最大級の完成車取扱港であるゼーブリュージュ港が合併（2022年）した「アントワープ・ブルージュ港」が、カーボンニュートラルに取り組んでいる（図表4）。主な取り組みとしては、水素、CCS、CCUS、再エネ等のインフラ導入がある。

図表4 アントワープ・ブルージュ港におけるカーボンニュートラルへの取り組みイメージ図



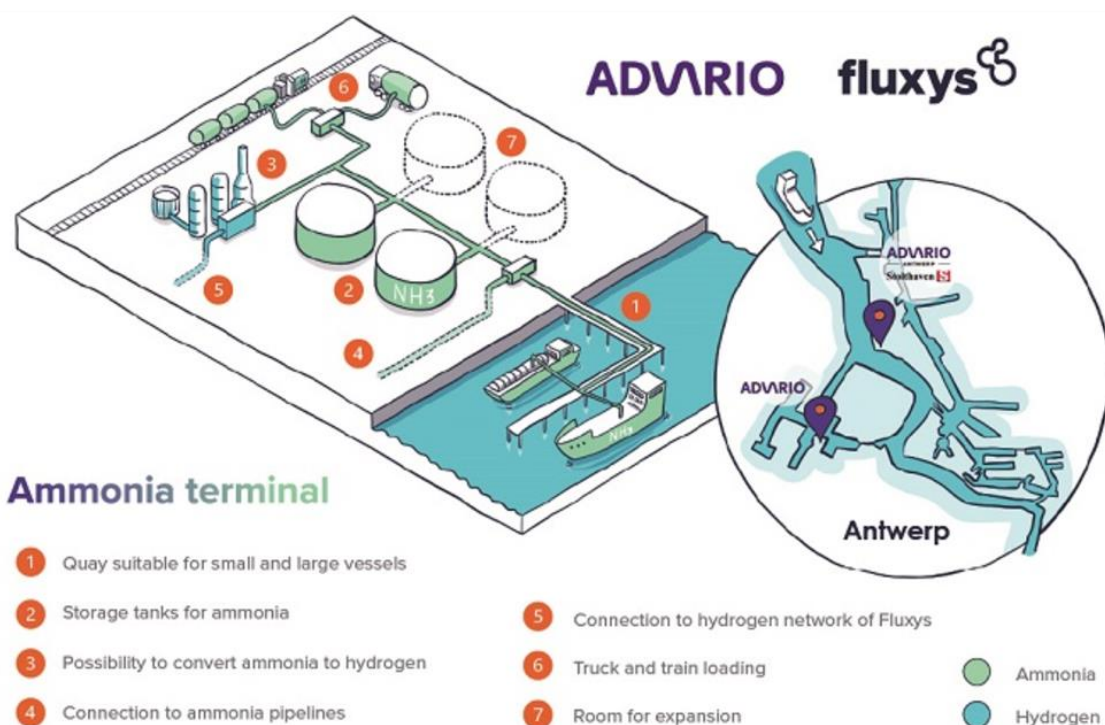
出所：Port-of-Antwerp-Brugesウェブサイト“*The green home port of Europe*”
https://media.portofantwerpbruges.com/m/122baaae59492c7f/original/Port-of-Antwerp-Bruges.pdf?_gl=1*kkkop0*_ga*MTE0MzEzNDIwMy45NDM1ODg5NjAw*_ga_DTC7EP43ET*MTY2NDc2NTYwOS41LjEuMTY2NDc2NTkwNy45LjAuMA. (2022年10月20日参照)

同港は、水素については地域内製造では十分な量を賄うことができないと予測し、チリ、カナダとグリーン水素調達に向けた覚書の締結を行っている。さらに、VLAIO（フランダース地域での起業家支援や成長と革新を促す組織）⁹からの補助金を受けて、旧アントワープ港、旧ゼーブリュージュ港と主要な産業プレ

⁹ Flanders Innovation & Entrepreneurship, <https://www.vlaio.be/en/about-us/let-us-introduce-ourselves>

一ヤーが、豪州、南米、中東、南欧等からの水素の輸入方法を研究している¹⁰。この研究では、液体水素、水素由来化合物（メタン、メタノール、アンモニア）、液体有機水素キャリア（ジベンジルトルエン）それぞれの形態での現時点で確立している輸送技術を比較し、中長距離では水素由来化合物での輸送がコスト的に優れていることが示された。その後、フリュクシス（ベルギーのエネルギーインフラ企業）と Advario（オランダのエネルギーインフラ企業）はグリーンアンモニア輸入ターミナル（図表5）を同港に建設する計画を2022年8月に発表。2027年に稼働を開始し、輸入したアンモニアを肥料の原料や、海運業界で燃料として使用する予定である。

図表5 アントワープ・ブルージュ港 アンモニア輸入ターミナル イメージ図



出所：fluxysプレスリリース“Driving Europe’s hydrogen strategy: Fluxys and Advario join forces to develop a green ammonia import terminal at the Port of Antwerp-Bruges”
https://www.fluxys.com/en/press-releases/fluxys-group/2022/220831_press_fluxys_advatio_green_ammonia（2022年10月20日参照）

CCS、CCUSについては、二酸化炭素を貯蔵するAntwerp@Cプロジェクト¹¹と、二酸化炭素から低炭素燃料であるメタノールを製造するPower to Methanol Antwerpプロジェクト¹²がある。Antwerp@Cプロジェクトについては、EUからCEFで約9百万ユーロの補助金を受け、当該港湾局の他、エア・リキード、独BASF、エクソ

¹⁰ <https://flux50.com/news-events/news/the-hydrogen-import-coalition-is-ready-to-take-the-next-step-towards-the-belgian-hydrogen-economy>

¹¹ <https://newsroom.portofantwerpbruges.com/the-antwerp-c-project-takes-a-major-next-step-towards-halving-co2-footprint>

¹² <https://powertomethanolantwerp.com/>

ンモービル、仏トタルエナジーズ等が共同で実現可能性調査を行っている。ロッテルダムのパルトスと違い、周辺にCCS設備がないため、二酸化炭素の液化貯蔵設備を作り、船でノルウェーやイギリスへ輸送したり、パイプラインでロッテルダムなどに陸送したりする計画である。

Power to Methanol Antwerpプロジェクトについては、当該港湾局と主要な産業プレーヤーが参画、共同で検討を行っている。グリーン水素とCCSで貯蔵された二酸化炭素からメタノールを製造する計画で、このメタノールはコンビナート内での輸送船の燃料等として使用することも検討している。

3. 日本への展開可能性

日本においては、鹿島、千葉、川崎、四日市、堺、水島、周南、大分等主要なコンビナートでカーボンニュートラル化の検討が行われている。それぞれ大型タンカーが接岸可能な港湾を有し、コンビナート内にはLNGパイプライン、LNG貯蔵所や石油精製所があり、既存設備の転用が期待できる。ただし、現時点では水素製造とCCSの経済性に課題がある。そのため、アンモニア等の形態で2030年までに4メガトンの水素輸入を行うしくみを検討するロッテルダム港や二酸化炭素輸出を検討するアントワープ・ブリュージュ港の事例は参考にできる。

今後、アンモニア輸入関連設備の拡大、二酸化炭素パイプライン、液化・貯蔵設備、輸送設備など関連事業でのビジネス創出が見込まれる。将来的には、ターコイズ水素¹³など天然ガスを用いても二酸化炭素が発生しない新たな水素製造プロセスや、経済性のある浮体式洋上風力発電、核融合発電等の新たな技術でのカーボンニュートラル化に期待したい。

¹³ ターコイズ水素とは、LNGの主成分であるメタンを熱分解して得られる炭素と水素のこと。この製法は二酸化炭素を発生させないため、脱炭素に有効な水素製造技術として最近注目されている。

当レポートに掲載されているあらゆる内容は無断転載・複製を禁じます。当レポートは信頼できると思われる情報ソースから入手した情報・データに基づき作成していますが、当社はその正確性、完全性、信頼性等を保証するものではありません。当レポートは執筆者の見解に基づき作成されたものであり、当社及び三井物産グループの統一した見解を示すものではありません。また、当レポートのご利用により、直接的あるいは間接的な不利益・損害が発生したとしても、当社及び三井物産グループは一切責任を負いません。レポートに掲載された内容は予告なしに変更することがあります。