

MTI 20周年記念 Monohakobi Techno Forum 2024

次の20年を見据えて ～人と技術が支える海事産業

次の20年 ～ 脱炭素が変える社会

2024年11月18日

日本郵船株式会社 技術本部 工務グループ
グリーン技術チーム/アンモニア技術チーム
チーム長 加藤 淳



目次

次の20年 ～ 脱炭素が変える社会

1. なぜ脱炭素の取り組みが必要なのか？

- 1. 気候変動の現状
- 2. 国際社会、国際海運の取り組み
- 3. なぜ脱炭素に取り組むのか？

2. 脱炭素を達成するための手段は？

- 1. 持続可能な包摂社会の実現にむけて
- 2. 新たな価値
- 3. 新たな評価軸
- 4. 新たな技術・人材

3. 日本の取り組みの方向性



加藤 淳 (KATO JUN)

1977年生まれ、大阪出身 府立天王寺高校卒

2002年 大阪大学大学院工学研究科

船舶海洋工学専攻 修士課程 修了

Jun.02.kato@nykgroup .com



※ 環境省認定制度
脱炭素アドバイザー アドバンスト
(2024年9月取得)

Strategy/Planning

2002年4月-2021年



- 日本郵船株式会社入社（陸上職技術系）
- 新造船計画・建造管理
- 保船管理（船舶管理会社出向）
- 自動車船営業（航路統轄）



2021年-2024年



- Maersk Mc-Kinney Moller Center for Zero Carbon Shipping 出向
- 企画グループ/ 脱炭素グループ
脱炭素推進チーム長



Execution

2024年10月～

- 技術本部 工務グループ
グリーン技術チーム /
アンモニア技術チーム
チーム長

NYK Group Decarbonization Story (NDS)

NYK Group Decarbonization Story



- 日本郵船グループは、持続可能な社会の実現に向けて世界の脱炭素化を牽引するとの決意の下、高い志と脱炭素化のための取り組みを積極的に推進していく姿勢を力強くグループ内外に明示するために、「**NYK Group Decarbonization Story (NDS)**」を公開。(2023年11月)
- NDS発表後 1 年経過した2024年11月、「**Progress Repot 2024**」を発表。



NYK Group Decarbonization Story

Decarbonization Group
ESG Strategy Headquarters, NYK Line

November 2023

<https://www.nyk.com/esg/envi/decarbonization/>



Progress Report 2024

Annex to the NYK Group Decarbonization Story

Decarbonization Group
ESG Strategy Headquarters, NYK Line

October 2024

https://www.nyk.com/news/2024/20241031_01.html

1. なぜ脱炭素の取り組みが必要なのか？



- 1. 気候変動の現状
- 2. 国際社会、国際海運の取り組み
- 3. なぜ脱炭素の取り組みが必要なのか？



1-1. 気候変動の現状：「地球温暖化」から「地球沸騰化」の時代に

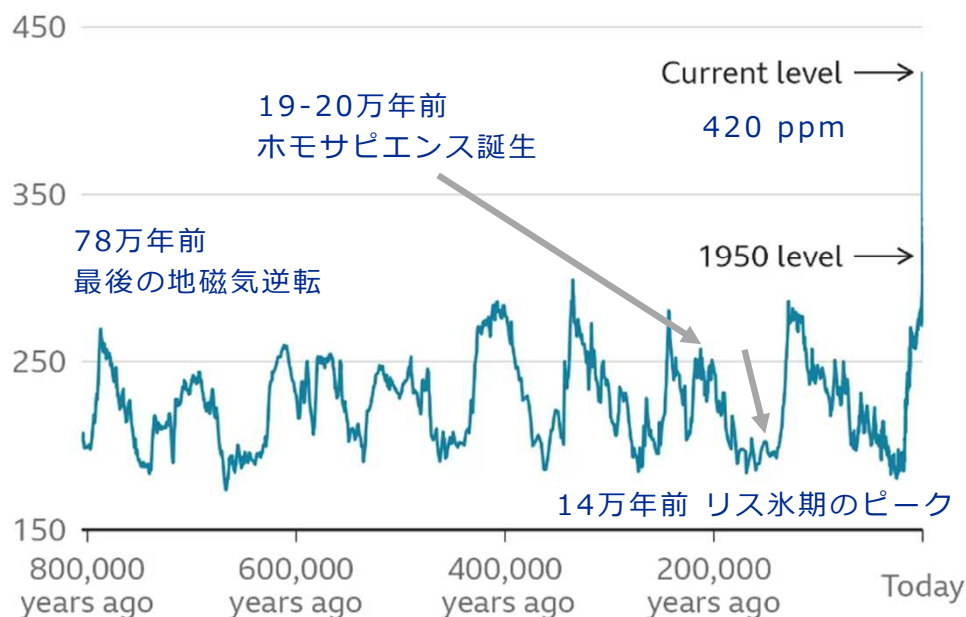
■ 大気中のCO2濃度と産業革命期 (1850-1900年平均)以降の地球平均気温の推移

- 気候変動は、短期（2021～2040年）のうちに1.5℃に達しつつあり、後戻りできない複数の危機を引き起こし、**生態系及び人間に対してリスクをもたらす**。

大気中の二酸化炭素濃度の推移

Carbon dioxide levels are higher than any time in the last 800,000 years

Atmospheric CO2 concentrations, parts per million



Source: NOAA/Bereiter et al., 2015

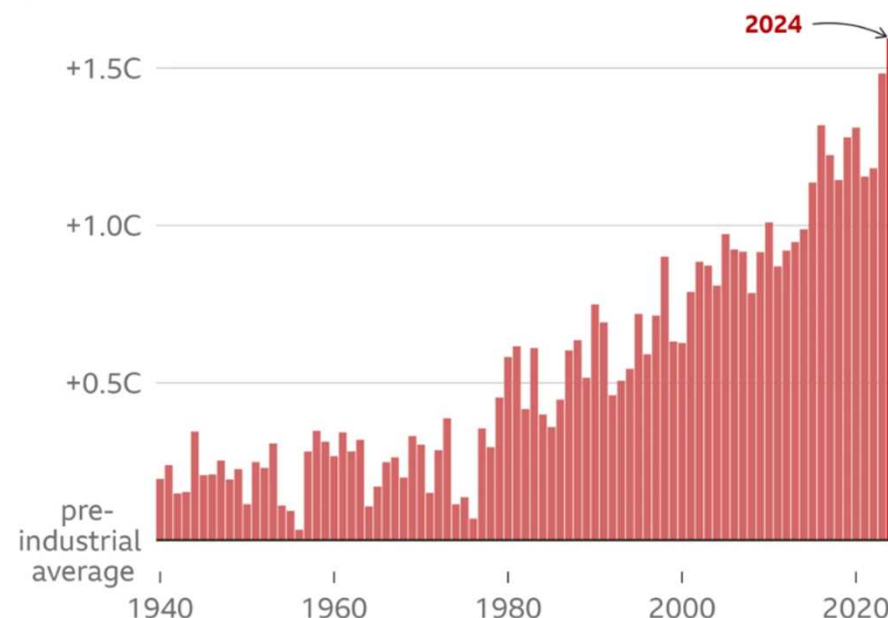
B B C

IPCCによると過去200万年で最高濃度

年次平均気温の推移

2024 set to be hottest year on record

Global average temperature by year, compared with the pre-industrial average, 1850-1900



Provisional estimate for 2024, based on January to October temperatures

Source: ERA5, C3S/ECMWF

B B C

2024年平均気温は産業革命期 + 1.5℃を超過する見込み

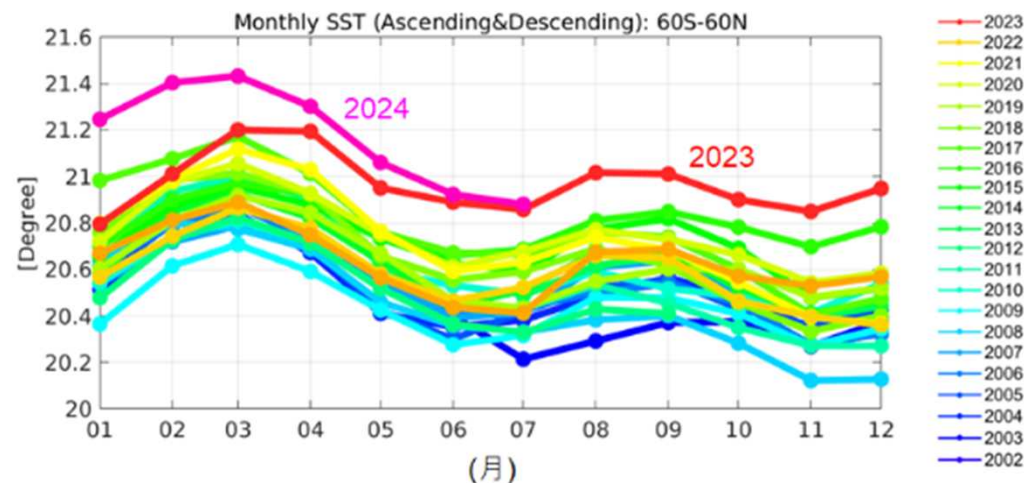
1-1. 気候変動の現状：海水温度/海洋内部熱の上昇

■ 全球海面水温の記録的な上昇

- 海洋は、大気や陸に比べひとたび温まると冷めにくい性質があり、地球温暖化によって増加した熱の貯蔵庫として機能している。
- 海水温が上昇すると二酸化炭素の吸収力が下がるため、大気中に温暖化ガスがより多く留まる。
- 氷河の溶解にもつながり、さらに海面が上昇する。

過去20年の傾向と比較しても高温傾向が顕著

■ 全球（南緯60-北緯60度）の月平均海面水温の季節変化の推移

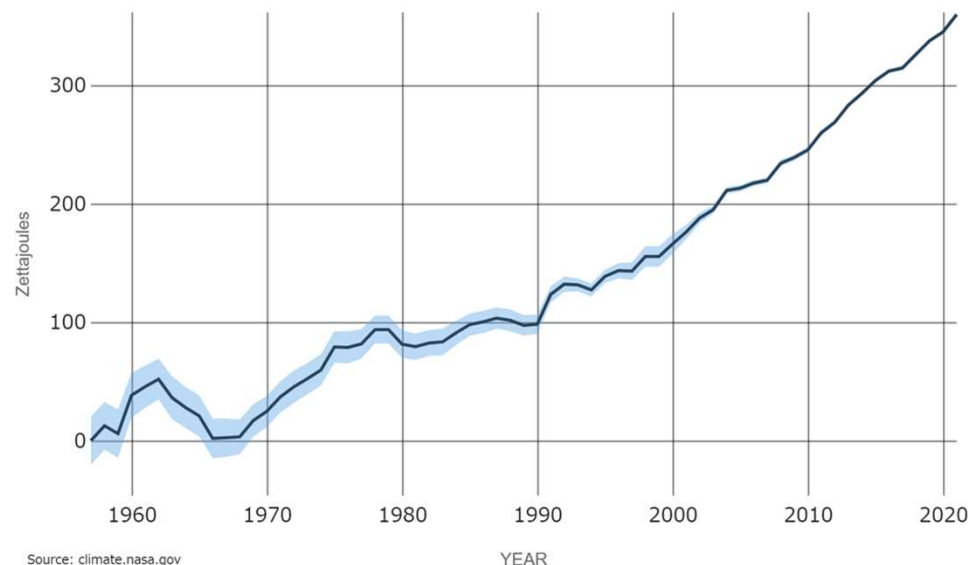


■ NASA 「海洋内部熱の上昇 360 Zettajoule」

- 海洋に蓄えられた熱により海水が膨張し、世界の海面上昇の 1/3-1/2が引き起こされる。
- 追加されたエネルギーのほとんどは、深さ 0 ~ 700 メートルの地表に蓄えられる。
- 過去 10 年間は、少なくとも 1800 年代以来、海が最も暖かい 10 年間であった。
- 2023 年は記録上海水温度が最も高い年。

海洋に蓄積される熱は年々増加

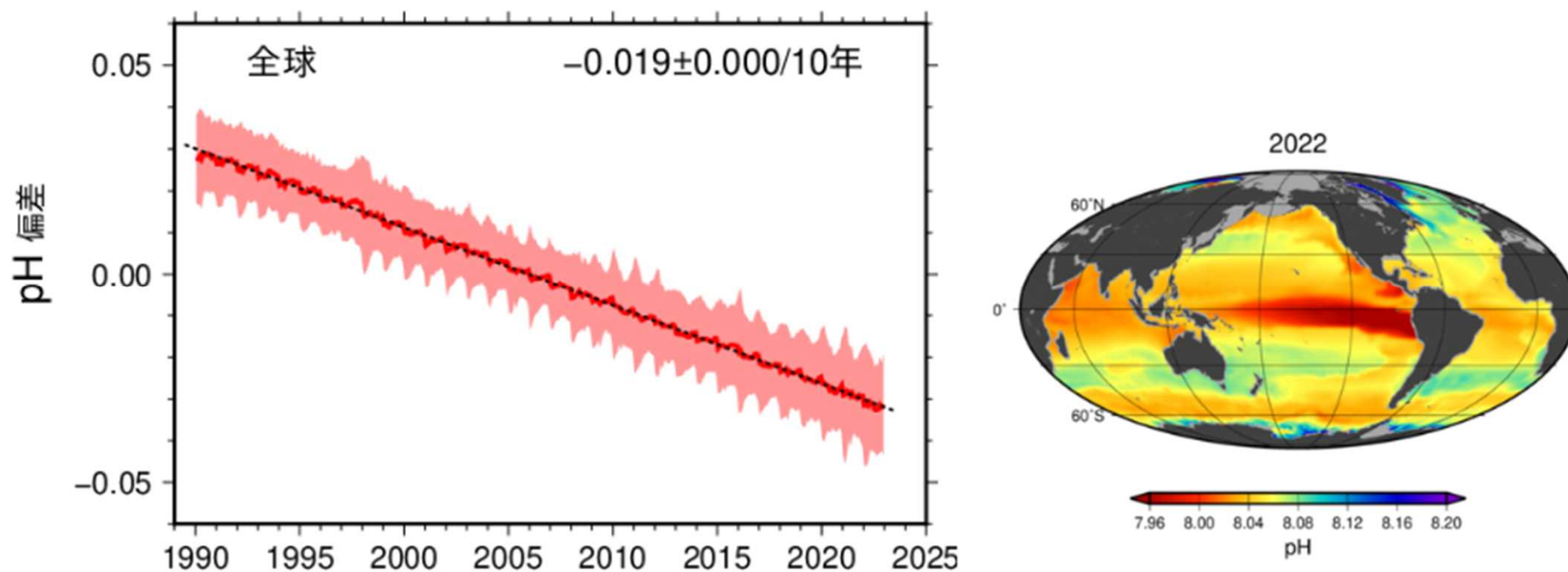
■ 海洋内部熱の推移(水面下 2000mまでの平均)



1-1. 気候変動の現状：海洋酸性化の進行

- 全球の表面海水中の水素イオン濃度指数(pH)の低下速度は10年あたり0.019、1990年以降、約0.06低下している。
 - 太平洋、大西洋、インド洋ともに、広い海域で表面海水中のpHが低下し、「**海洋酸性化**」が進行している。
 - 海洋の二酸化炭素を吸収する能力が低下すると、大気に残る二酸化炭素の割合が増えるため地球温暖化が加速される可能性がある。(IPCC, 2021)
 - 海水中の炭酸イオンの濃度低下により炭酸カルシウムの殻の形成が困難な環境になる。(生態系への影響)

海洋酸性化の進展



全球の表面海水中の水素イオン濃度指数(pH)偏差の長期変化(左図)と2022年におけるpH分布図(右図)

1-1. 気候変動の現状：失われる生物多様性 – 生態系、種、遺伝子

■ 気候変動による生物多様性の喪失

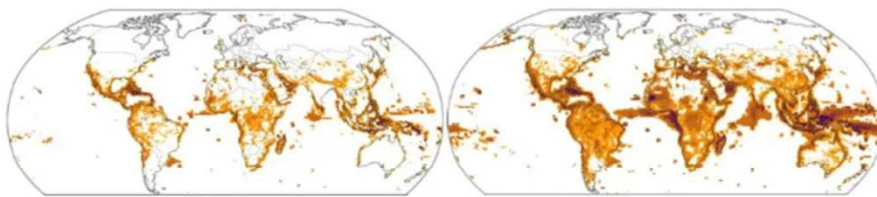
- 気候変動と「**生物多様性の損失**」はどちらも人類の活動が共通要因で、両者は複雑な相互作用がある。
- 気候変動への対策に加え、生物多様性を含む「**自然資本**」についても対策が必要

人々へ便益をもたらす再生可能および非再生可能な天然資源
(例：植物、動物、空気、水、土、鉱物)

気候変動が生物多様性に与えるリスク

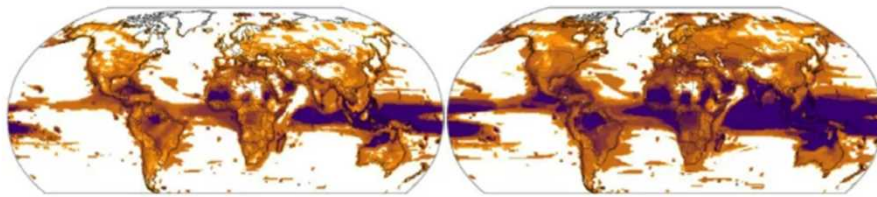
Risk of species loss depends on how far global temperatures rise

Percentage of species exposed to potentially dangerous temperature conditions



1.5C

2.0C



3.0C

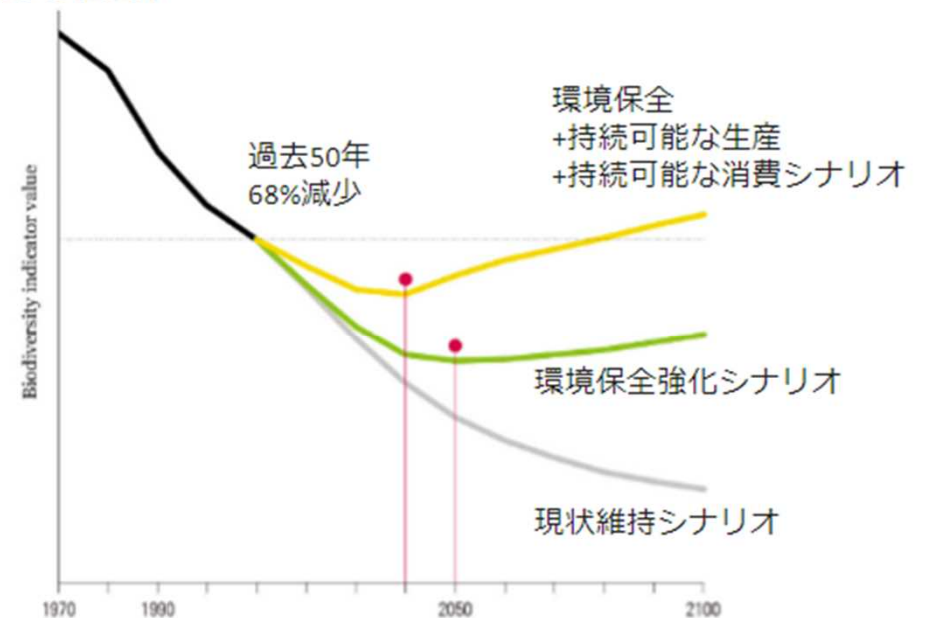
4.0C

Includes birds, mammals, reptiles, amphibians, fish, invertebrates, corals and seagrasses

Source: IPCC, 2023

BBC

生物多様性指標



図：生物多様性の損失曲線 出典 IISA 2020/WWF等

オーストラリア国際応用システム分析研究所(IISA)
2020年 科学誌ネイチャーでの発表

- ・ 減少速度を緩めるだけでは不十分、逆転させるような野心的な目標設定が必要
- ・ 大胆な保全回復の努力と食料システムの転換

- 国内海運 → 日本国政府～UNFCCC



1-2. 国際社会、国際海運における脱炭素の動き (2/4)

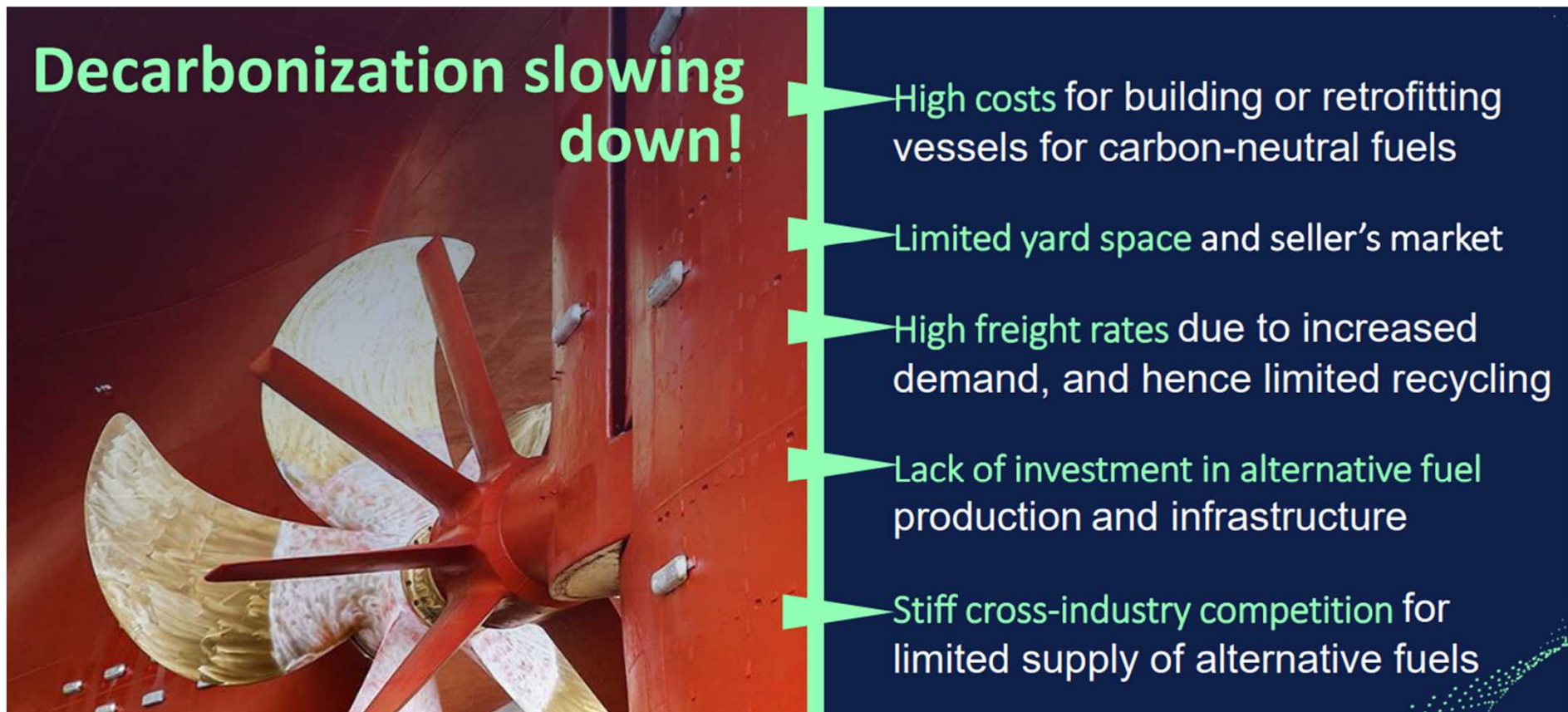
■ 脱炭素のモーメンタムを失いつつある世界

食料・エネルギー価格高騰

国際協調から分断社会への流れ

など

国際海運においても例外なく世界情勢の影響を受けて、



Decarbonization slowing down!

- High costs for building or retrofitting vessels for carbon-neutral fuels
- Limited yard space and seller's market
- High freight rates due to increased demand, and hence limited recycling
- Lack of investment in alternative fuel production and infrastructure
- Stiff cross-industry competition for limited supply of alternative fuels

1-2. 国際社会、国際海運における脱炭素の動き (3/4)

■ WBCSD(持続可能な開発のための世界経済人会議) ※

- 1995年創設、各産業分野における民間企業のCEOによる連合体、世界約200社が加盟
- Business Breakthrough Barometer – セクター別ネットゼロ移行ペースのスナップショット

<https://www.wbcsd.org/actions/business-breakthrough-barometer/>

Confidence in a Paris-aligned transition for shipping is the lowest across sectors, but optimism has improved the past three years on policy action

海運業界は、全てのセクターの中でパリ協定に沿った移行を達成する自信が最も低いが、過去3年で脱炭素政策に対する期待が高まっている



69%

69% thought the sector was “not on track” for a Paris aligned transition

69%の業界回答はパリ協定に沿った移行に向けての軌道に乗っていない。

43%

43% of business respond that their confidence increased in government support past 3 years

Source: Business Breakthrough Barometer Sector Survey (N=250)



Copyright 2024

調査母数 250社/組織

29 October, 2024

4

1-2. 国際社会、国際海運における脱炭素の動き (4/4)



■ 先行き不透明な時代におけるリーダーの役割

DNV: Energy Transition Outlook 2024 - MARITIME FORECAST TO 2050



CONTENTS FOREWORD EXECUTIVE SUMMARY INTRODUCTION REGULATIONS FOR DECARBONIZATION SHIP TECHNOLOGIES AND FUELS FUEL PRODUCTION AND DEMAND TECHNOLOGIES REDUCING FUEL DEMAND CASE STUDY: POOLING DECARBONIZATION PATHWAYS

FOREWORD

Maritime decarbonization is the greatest challenge of our time but our industry's ingenuity and innovation can carry us forward.

The stage is set. Driven by regulations, the IMO's decarbonization goals, pressure from cargo owners, financing terms, and societal trends, shipping's historic voyage towards full decarbonization is underway.

IMO targets are clear: full-scale decarbonization by or around 2050, a 20% emissions reduction by 2030, and a 70% reduction by 2040.

The question now is, how do we get there?

Many in the industry are still waiting to see what happens but now is the time for leaders across the industry to step up. This means making smart decisions now which can accelerate the maritime green transition.

Full decarbonization will require large-scale transition to carbon-neutral fuels and the industry is continuing to embrace diverse fuel technologies like LNG, LPG, methanol, and ammonia. Production of green fuels is also underway but large-scale supply remains elusive and today's reality is that 93% of the world fleet is still running on conventional fossil fuels.

In this latest edition of the Maritime Forecast to 2050, we explore how this can be turned around through pathways involving operational and technological solutions. We examine how shipowners and other stakeholders can

The question now is, how do we get there?

Many in the industry are still waiting to see what happens but now is the time for leaders across the industry to step up. This means making smart decisions now which can accelerate the maritime green transition.

efficiency measures can reduce fuel consumption by 4% to 16% by 2030. Some can be achieved quite easily through encouraging operational efficiencies which can minimize fuel consumption and emissions. Achieving more requires a range of technological solutions: onboard carbon capture and storage, fuel cells, wind-assisted propulsion, and waste-heat recovery systems are among technologies already proven to deliver considerable emissions reductions.

Furthermore, energy efficiency is being significantly enhanced by digitalization. The Maritime Forecast to

2050 shows how this can help to unlock operational efficiencies, while also enabling smooth and reliable emis-

Changes to the technological and regulatory landscape are reflected through significant updates to this year's GHG Pathway Model. Examples include GHG fuel intensity regulation requirements with or without ship pooling, well-to-wake emission factors, FuelEU Maritime, onboard carbon capture, liquid organic hydrogen carriers, and nuclear propulsion.

We explore scenarios for achieving decarbonization (biofuels and onboard carbon capture, methanol, ammonia, and hydrogen), investigating conditions under which uptake

of fuel types or technologies will accelerate by 2050. In all scenarios, onboard carbon capture emerges as an

ingenuity, bravery, and innovation, and a spirit of collaboration, both within and beyond the industry, we can steer towards our goals with confidence.

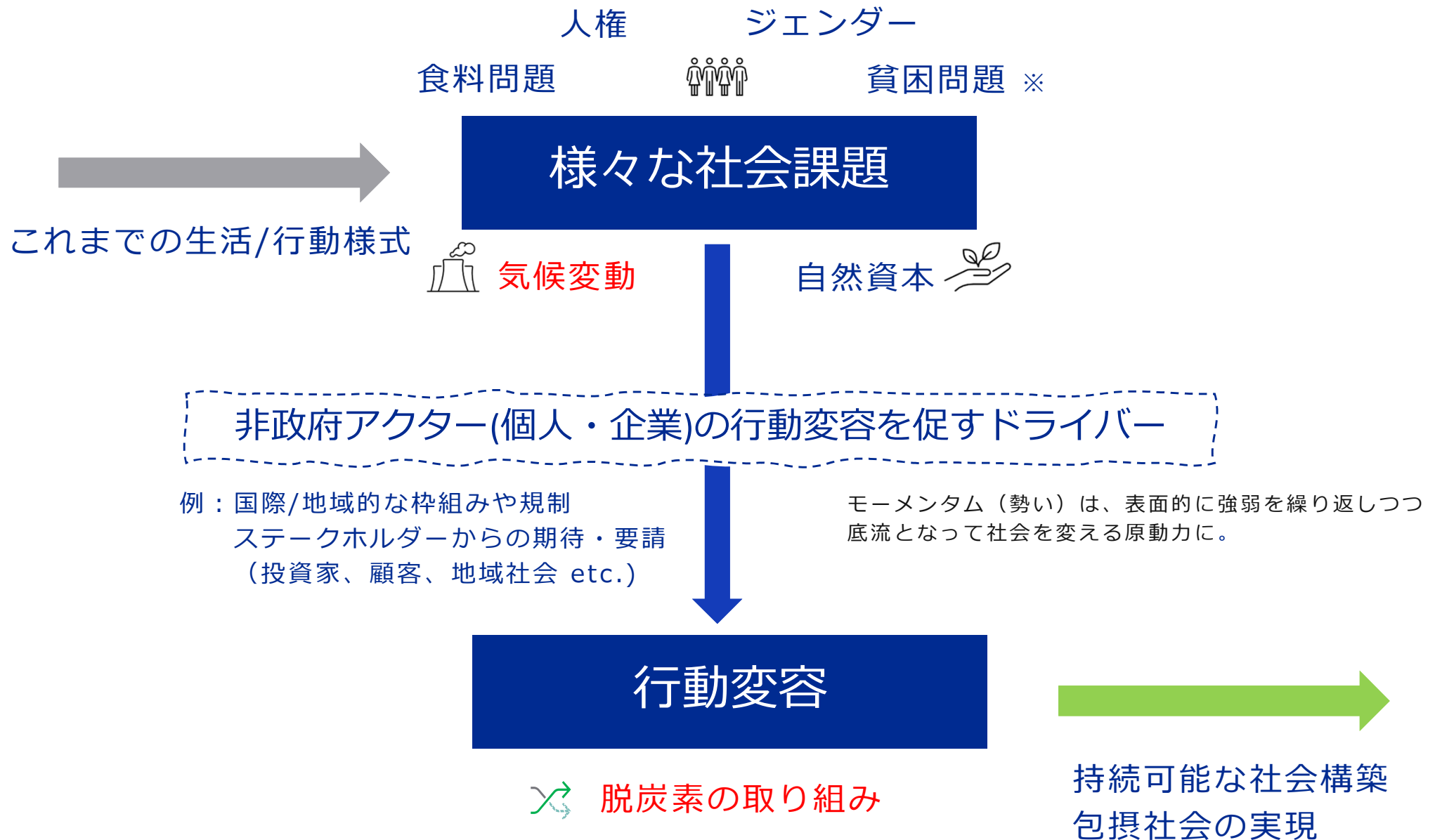


Knut Ørbeck-Nilssen
Knut Ørbeck-Nilssen
CEO Maritime
DNV

DNV Maritime Forecast to 2050

2

1-3. なぜ脱炭素の取り組みが必要なのか？



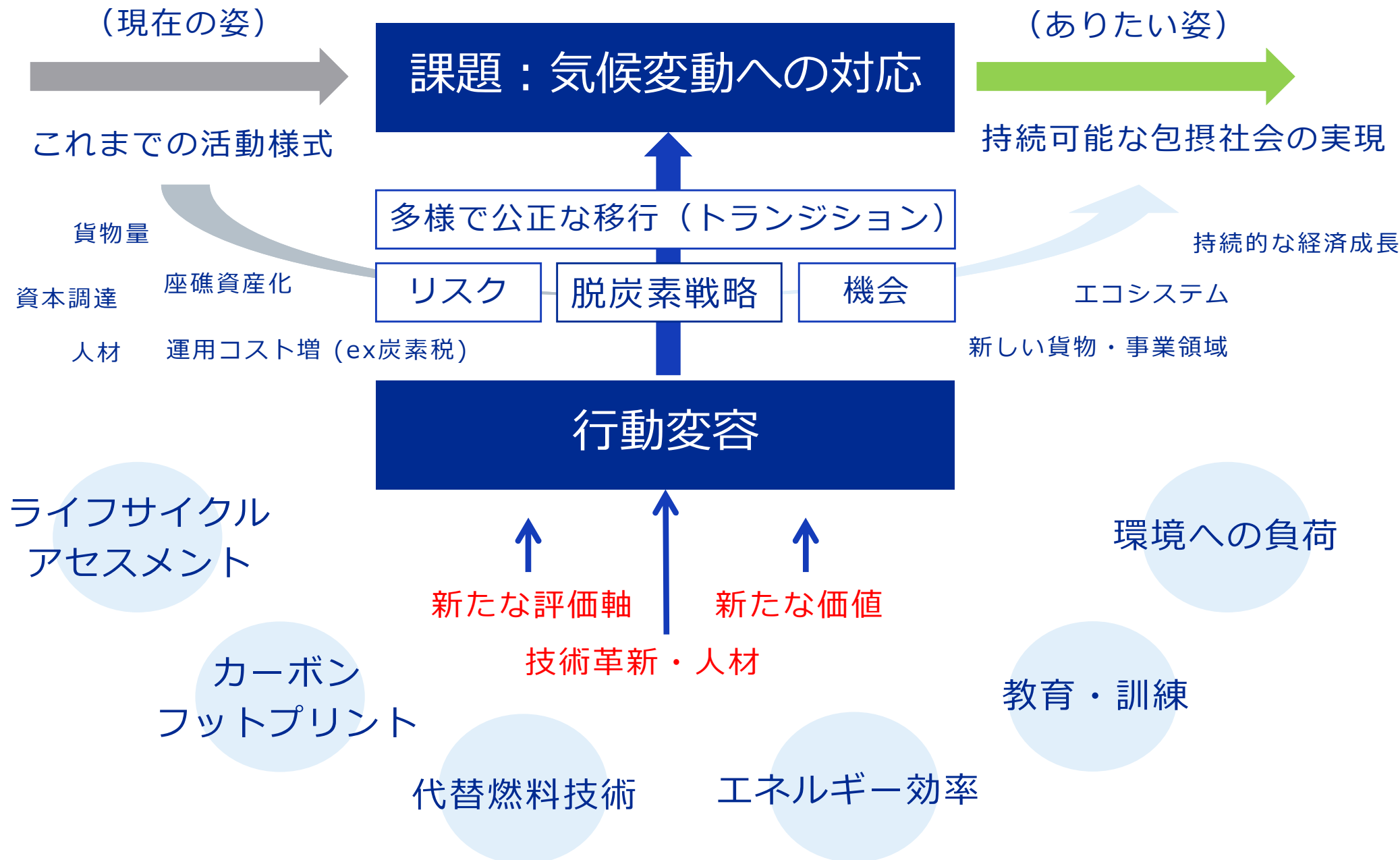
2. 脱炭素を達成するための手段は？



- 1. 持続可能な包摂社会の実現にむけて
- 2. 新たな価値
- 3. 新たな評価軸
- 4. 技術革新
- 5. 変革を支える人材

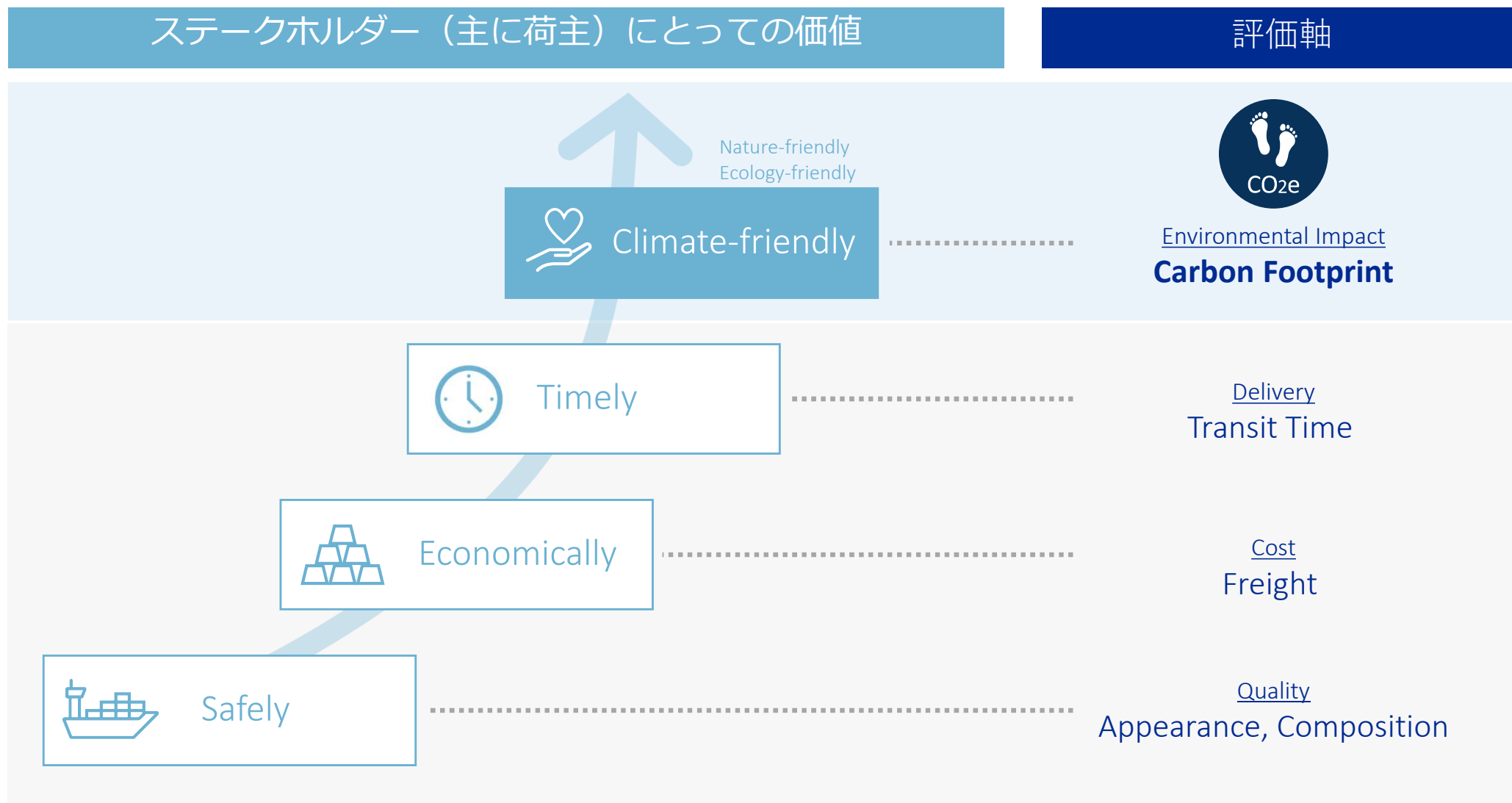


2-1. 持続可能な包摂社会の実現に向けて



2-2. 新たな価値：環境への負荷 (1/2)

- 人々・組織の行動変容を加速させる新たな価値が芽生えつつある。



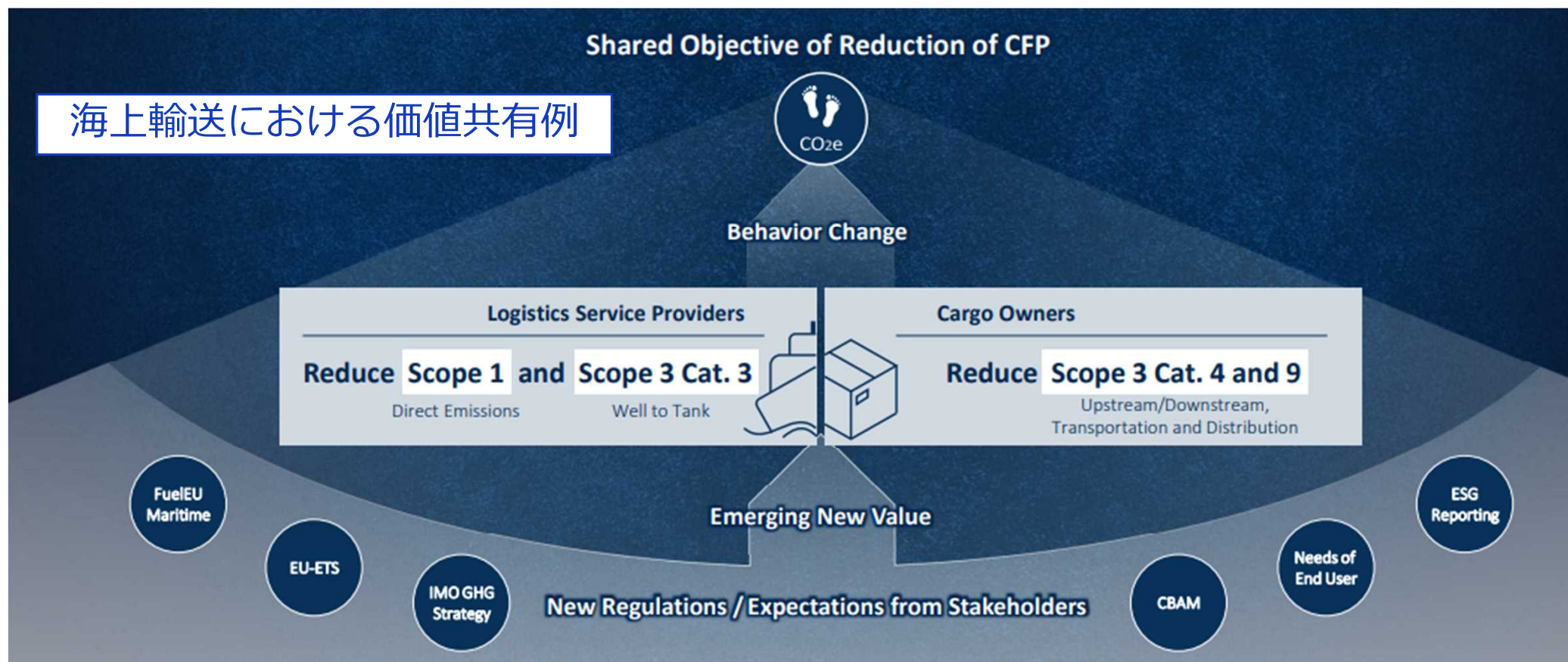
2-2. 新たな価値：環境への負荷 (2/2)

■ 脱炭素は人類共通の課題。理念を共有するパートナーとの共通目標が重要 → 「共創」

- GHG Scope 1 (自社の排出) と Scope 3 (他社の排出) の壁を超える。

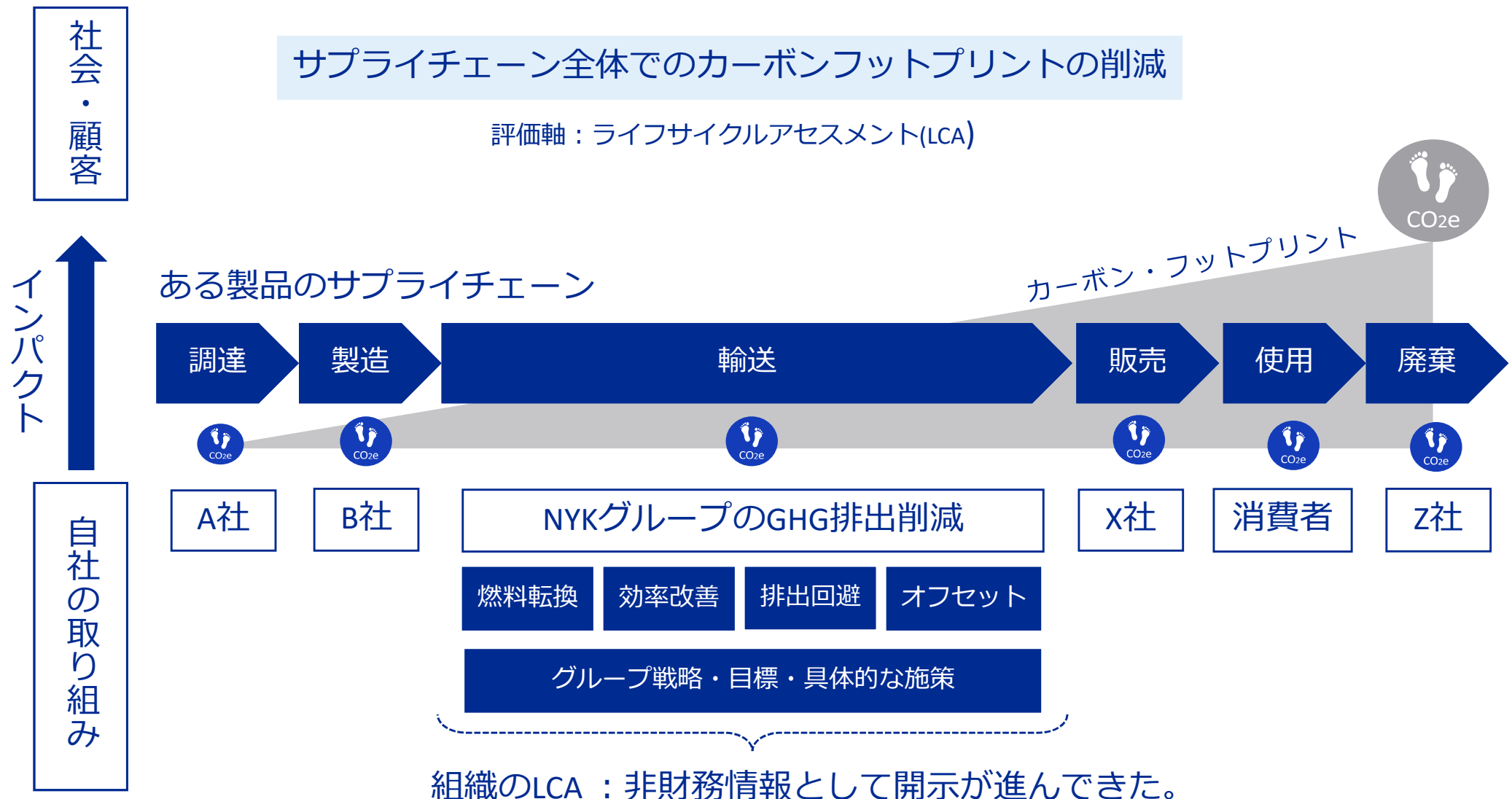


例：トヨタ 2023年度 Scope 3 Category 11（当年度に販売された新車の走行による排出）：4.3億トン



2-3. 新たな評価軸：「LCA」と「CFS/CFP」(1/2)

- 脱炭素を達成するためには、サプライチェーン全体での排出削減を進める必要がある。
その基盤として製品・サービス単位のカーボンフットプリントを見える化する仕組みが不可欠。

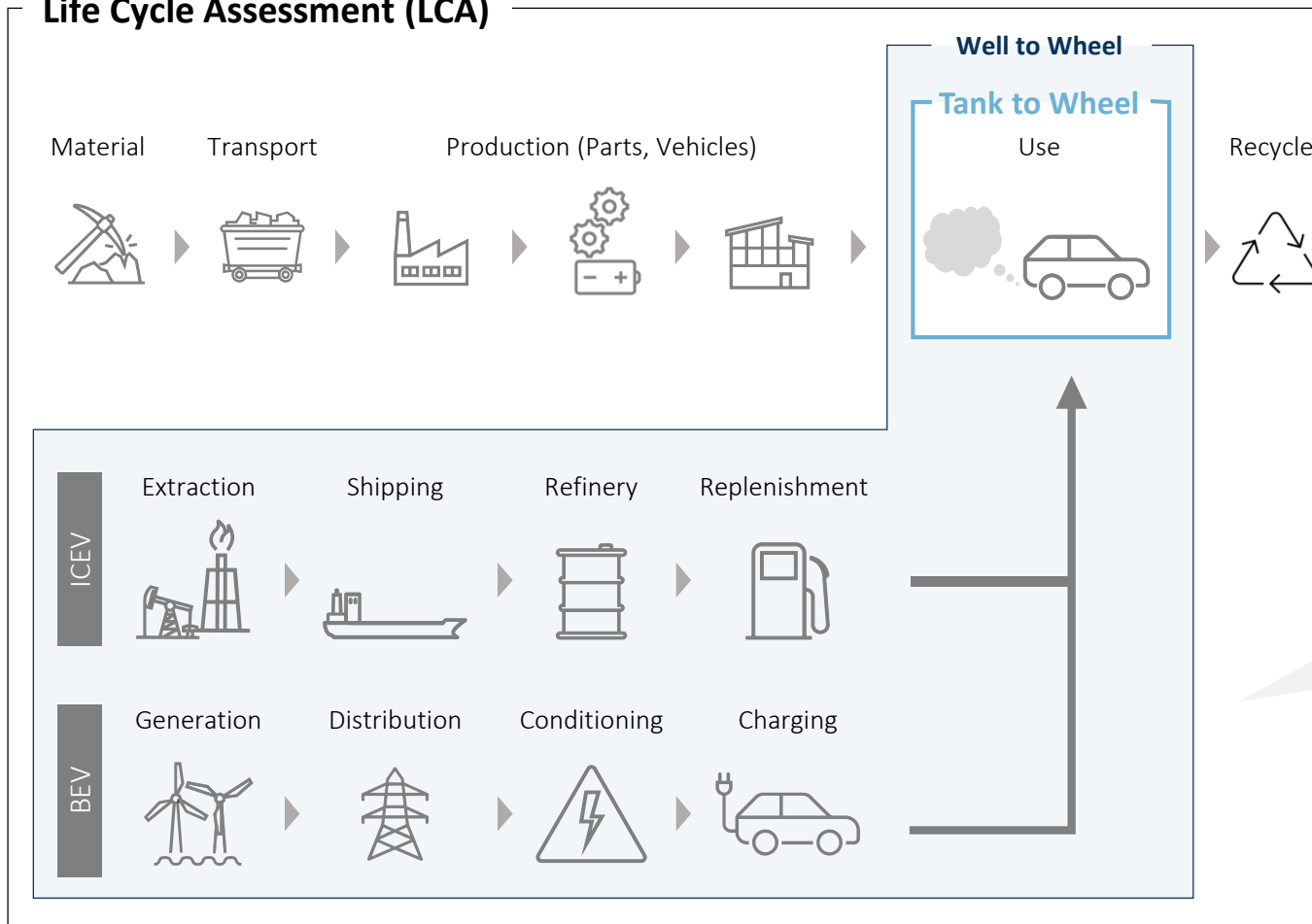


2-3. 新たな評価軸：「LCA」と「CFS/CFP」(2/2)

■ サプライチェーン排出量の把握分析における課題

- 現状：データ収集体制整備段階が多い。業界平均値や統計値を用いた把握（二次データ）
 - 課題点：排出削減努力が反映されない。リサイクルの重要性に気づくもアクションの遅れ。
- あるべき姿：個別の実測値に基づく排出量把握と信頼性のあるデータの流通（一次データ）
 - 課題点：データの品質管理、客観的・中立的なトレーサブルデータ※での検証

Life Cycle Assessment (LCA)

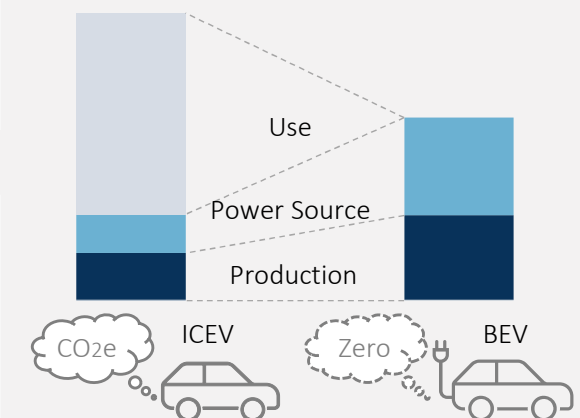


Responsible Recycling

- Environment Protection
- Circular Economy
- Carbon Footprint of Product

LCA Comparison (ICEV vs. BEV)

- Electricity supply based on EU standards
- 150,000 km total distance
- Unit: kg-CO₂e



2-4. 技術革新：脱炭素を達成するための技術的手法(1/2)

- 多様なトランジション・パスウェイ：船種特性、運航海域、燃料入手性などの課題に加え、非連続な技術革新への期待を含め、脱炭素を達成するための解は一つではないという考え方。

Emissions
[ton-CO₂e*]
*CO₂e: CO₂ equivalent

Business Activities
[ton-cargo x mile]

活動量



Efficiency
[ton-fuel / (ton-cargo x mile)]



Intensity
[ton-CO₂e/ton-fuel]

Technical Assessment

- GHG Reduction Measures

Economical Assessment

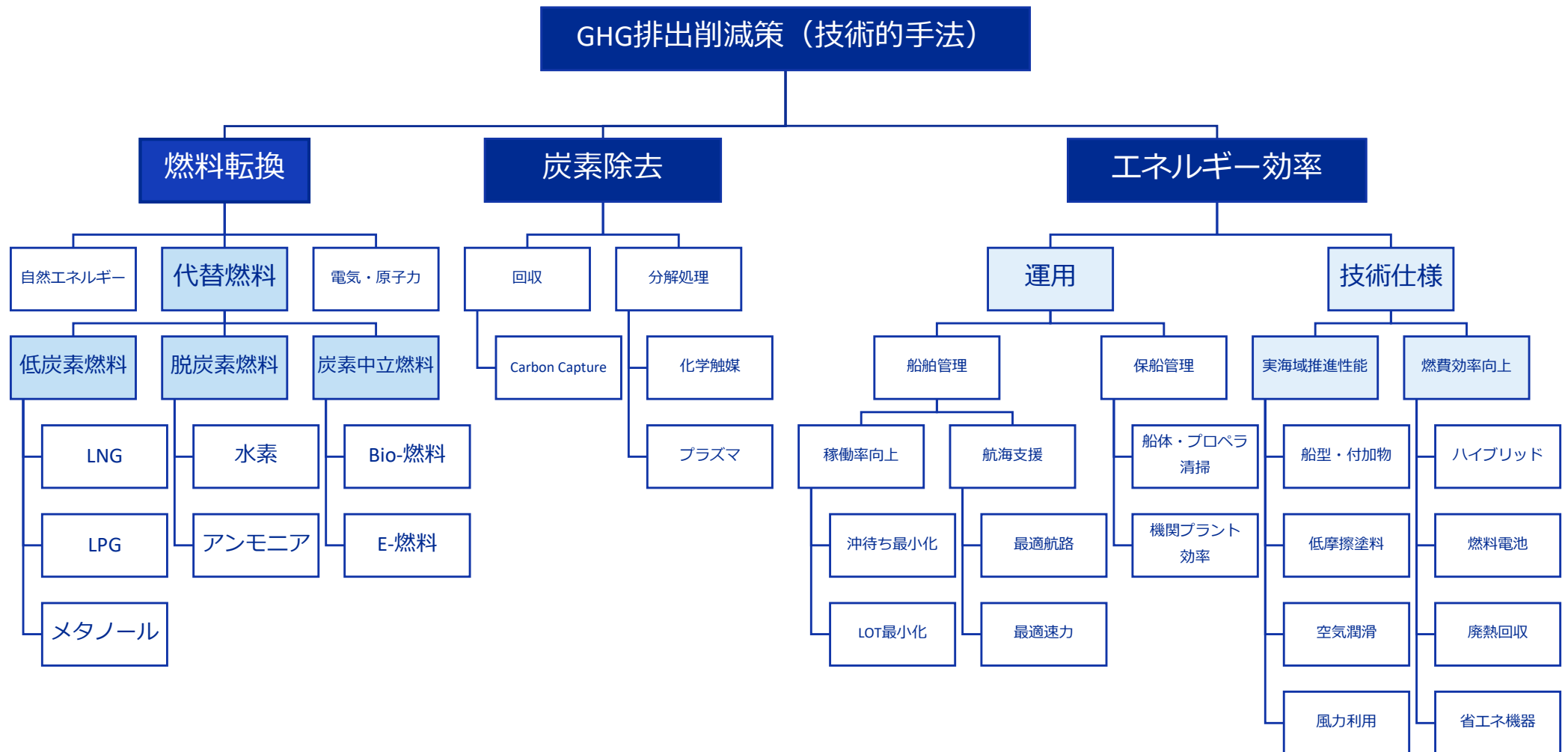
- GHG Abatement Cost

効率

炭素強度

2-4. 技術革新：脱炭素を達成するための技術的手法(2/2)

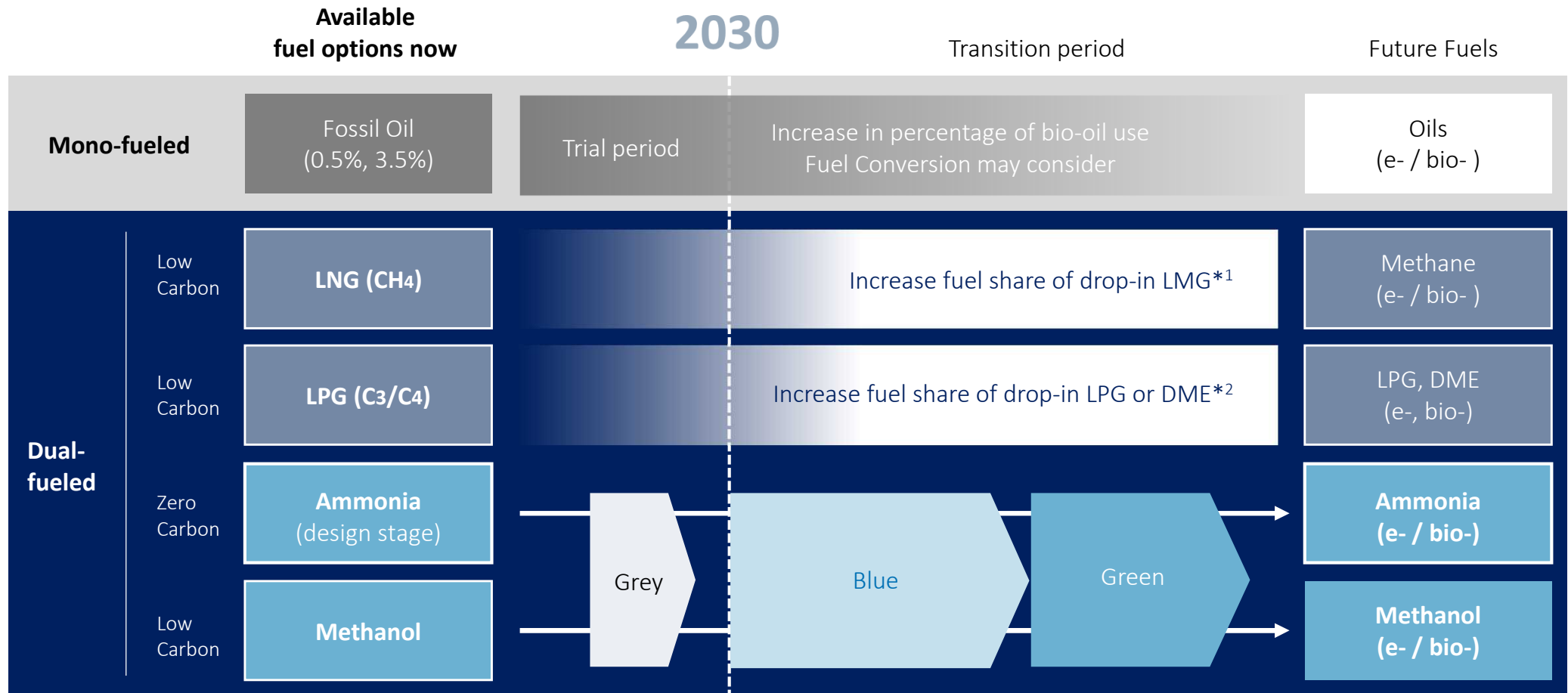
■ 技術的手法の体系



サイバー・フィジカル・システムズによるリスク管理、最適化、将来予測

2-4. 技術革新：燃料転換

- 燃料転換においては、段階的な移行と将来の不確実性を織り込んだリスク最小化のアプローチ
 - ドロップイン燃料の役割：大きな設備投資なく混合率に応じて所要の削減量を達成することができる。
 - 不確実性：燃料インフラストラクチャーの整備と価格帯 → 技術・経済成熟度の高い燃料から取り組む。
 - 船員に対する教育訓練 液体燃料からガス燃料の取り扱い技術、燃料特性に合わせた対応



For simplicity, the secondary fuel like MDO/MGO is omitted.

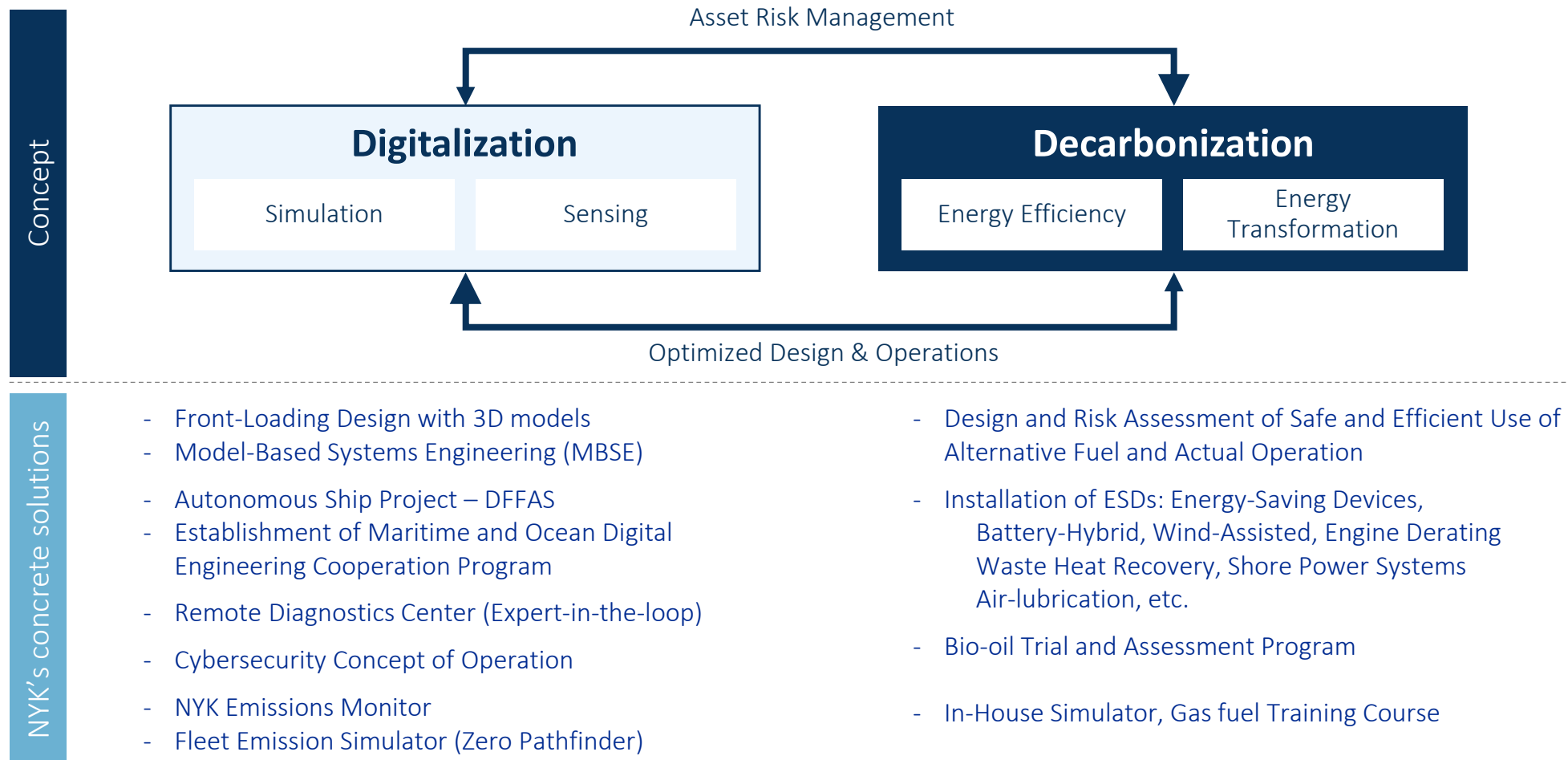
*1 LMG: Liquefied renewable Methane Gas

*2 DME: Dimethyl ether

2-4. 技術革新：エネルギー効率

■ エネルギー効率の改善 ～ デジタルの力をフル活用

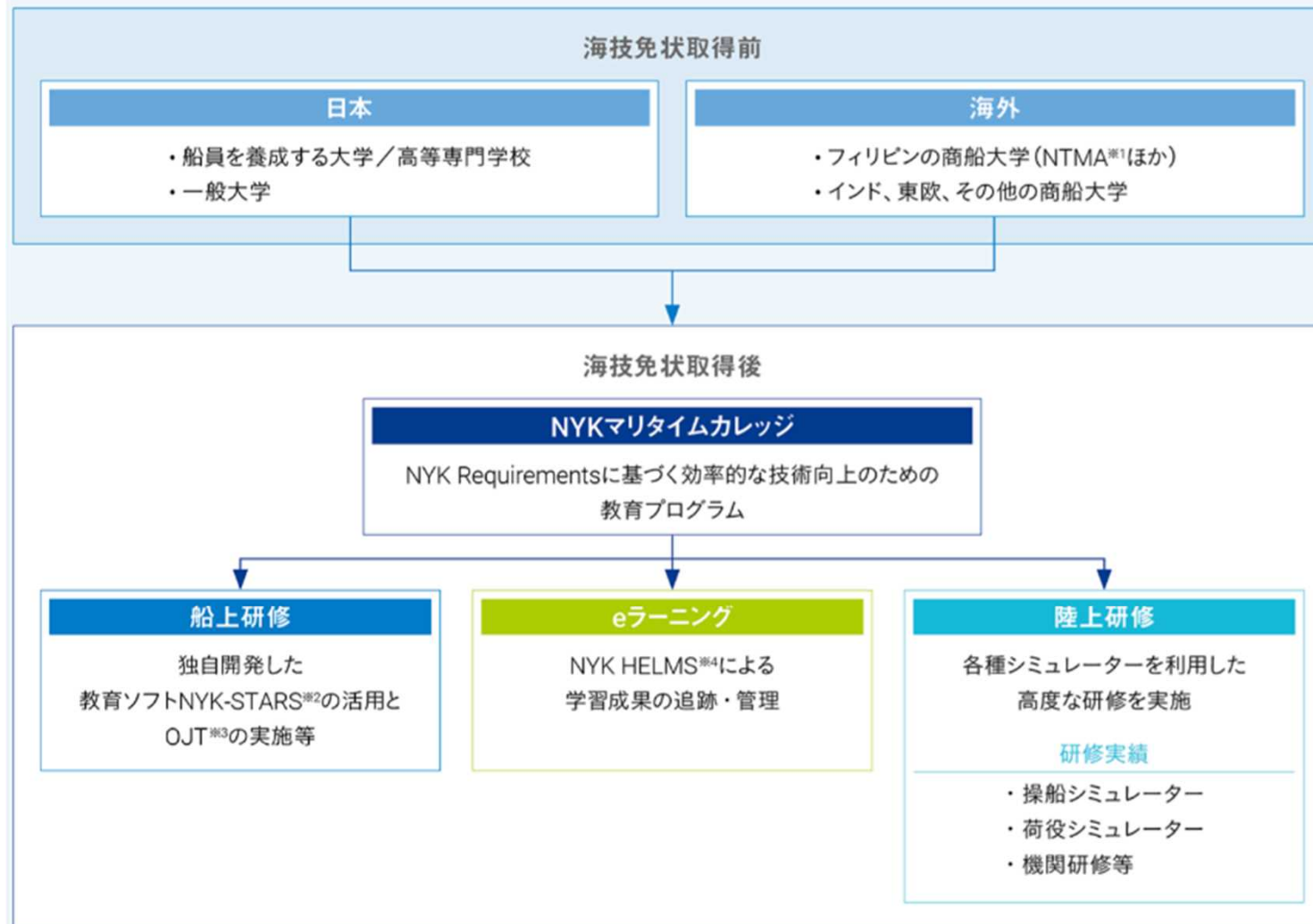
- Low Hanging Fruitsは取りこぼしなく導入徹底。様々なエネルギー効率改善技術の優先順位付けにGHG Abatement cost の考え方と内部炭素価格による意思決定支援。実海域における推進性能に改めて注目→設計条件と実際のオペレーションとのギャップは改善代に。港湾混雑による沖待回避、荒天最適避航など、デジタルの力は、ステークホルダーエンゲージメントを通じた更なる改善にも貢献。



2-5. 変革を支える人材：教育・訓練

- 2050年までに75万人の海技者に対する追加の教育訓練が必要 (DNV&UN Compact, Nov 2022)
- デジタルの活用により効率的かつ効果的な教育・訓練を充実させていくことが重要

日本郵船グループ独自の統一基準で海技者を育成するプロセス



3. 日本の海事産業の取り組みの方向性

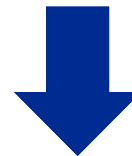


■ 持続可能で包摂的な社会を実現するために生まれつつある新たな価値、評価軸、環境の変化

- 国際社会、地域社会、投資家、顧客、取引先などからの要請への対応が求められる。
- サプライチェーン全体での環境負荷低減
- 「ものさし」の変化 CO2→GHG、Tank To Wake → Well to Wake
- 組織のLCA、製品・サービスのLCAの開示要求の高まり（→計画→集計→分析→開示→対話→）

■ 変革を支える技術と人材

- 技術革新を伴わない行動変容では持続的な成長は望めない。
- 科学的根拠に基づく達成困難な高い目標設定は、イノベーションの誘発を期待する側面あり。
- 代替燃料の利用技術 トランジションの重要性
- エネルギー効率の改善とデジタルの力
- これら変革を支える人材教育・訓練 誰一人取り残さないというJUST Transitionの考え方



日本の海事産業の取り組みの方向性

脱炭素を進める上でのレベル別 課題整理

経営レベル

脱炭素社会に向けた社会変革における
ありたい姿の規定

ビジョン
コミットメント

脱炭素目標の設定

ビジョンを実現するための戦略

グループ脱炭素戦略の策定と推進

グループ戦略
事業ポートフォリオ

脱炭素に向けたシナリオ分析

目標達成に向けた権限と責任の明確化
→ 組織体制の整備

脱炭素に対応する戦略を実現するための手段

適切な情報開示

目標実現に向けた内部規制
→ GHG集計体制、炭素予算制度など

ガバナンス

ファイナンス

→ CGコード/年次報告書/TCFD Report

投資計画とSustainable Finance

→ Transition Bond/ Green Bond

脱炭素への手段を実行するための外部アプローチ

業界標準策定、標準化への貢献
ステークホルダーに向けた発信
社会へのインパクト

政策・規則への打ち込み

ロビイング

エンゲージメント

事業レベル

脱炭素・炭素循環

製品・サービス

脱炭素・炭素循環に対応した製品・サービス設計
→ 製品・サービスのカーボンフットプリント

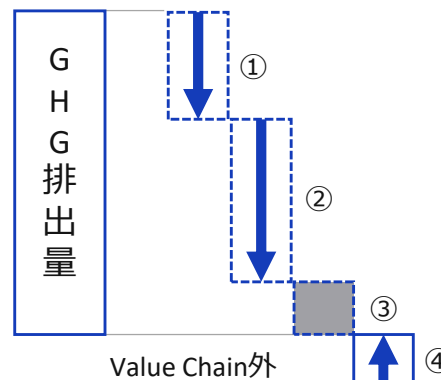
ビジネスモデル

移行を考慮したビジネスモデルの転換
→ レジリエンスと差別化

技術

脱炭素・炭素循環を達成するための技術開発
→ 代替燃料船開発、責任ある解撤

オペレーションレベル



①エネルギー効率の改善

②燃料転換
→ 再生可能エネルギーの使用

③残余排出
→ 極力最小化

④炭素除去
→ 技術・自然由来の炭素除去、固定

日本の海事産業における取組の方向性



■ 明確なビジョンの策定 > 高い目標設定 > 事業戦略

攻めの脱炭素

守りの脱炭素

事業領域内

□ 脱炭素化に伴う事業機会の創出

新しい輸送需要（水素・アンモニア・二酸化炭素）の取り込み、サプライチェーンへの参画。

低/脱炭素製品やサービスの提供（代替燃料船、エネルギー効率）

複雑化する規制、技術に対応した製品や、船舶管理支援
プールサービス、デジタルによる効率UP支援

□ 新たな規制などコスト増への耐性強化

自社グループの排出削減に向け、削減目標の設定、排出量の定期開示

エネルギー効率、比較的な安価なエネルギー・燃料調達など
筋肉質なアセット&オペレーションへの転換

社員の意思統一、教育・訓練

事業領域外

□ 脱炭素化に寄与する技術・サービス開発

カーボンフットプリント関連

削減貢献量の推定・開示

炭素除去技術への投資・開発

教育・訓練 需要

□ 地球環境保全への貢献

環境DNA、海洋プラスチックサンプル採取、環境モニタリング

森林管理を通じた炭素固定、生物多様性保全や水資源涵養への貢献

地域社会との共生

脱炭素社会への移行により財務成績の向上

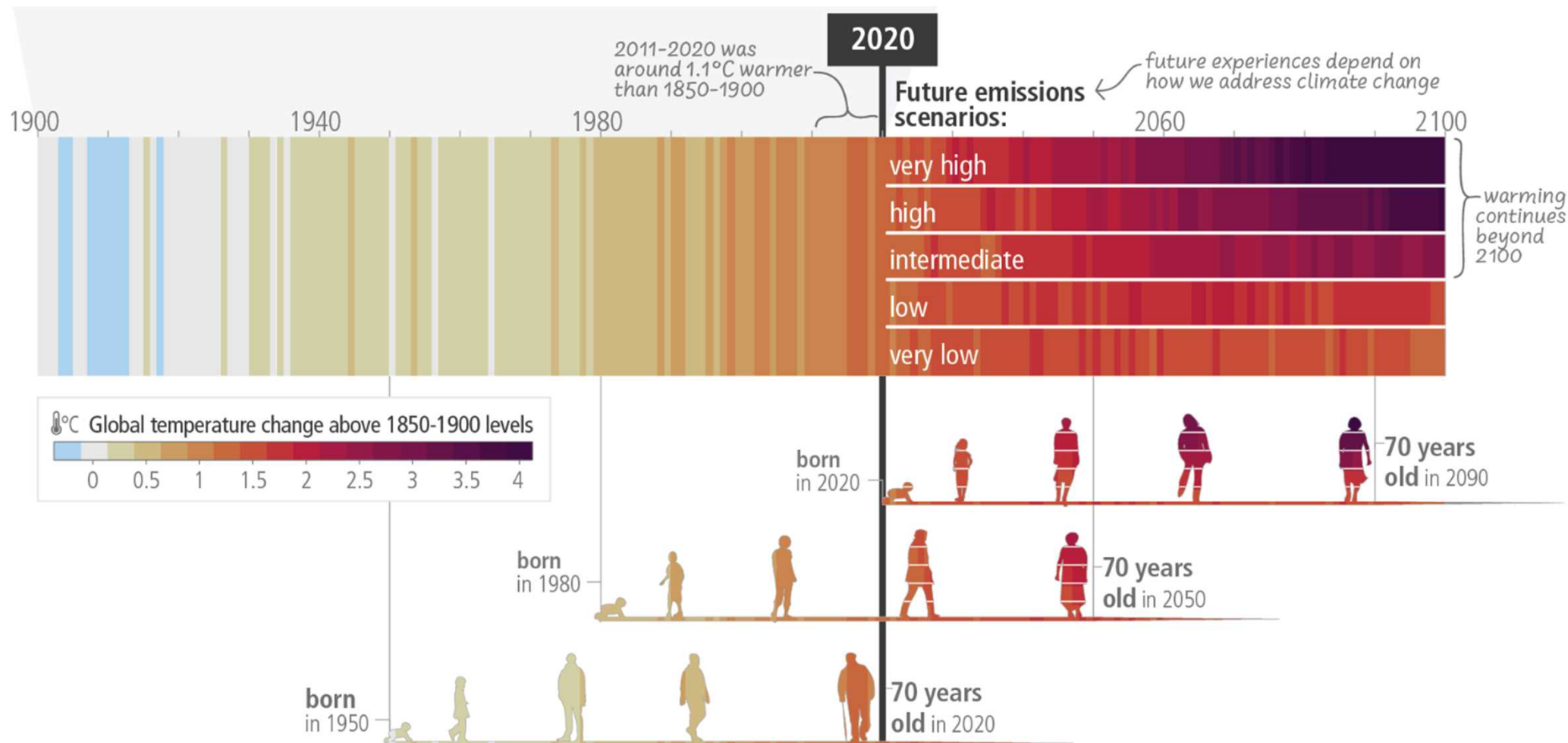
脱炭素社会への移行によりリスク*の低減

*: 規制、コスト、ESGリスクなど

社会に貢献し、持続的成長を続ける日本の海事産業へ

今を生きる私たちの責任

- 次の世代にどのような地球を残していくのか、今ここで選択する行動が将来に大きく影響する。





免責事項

本資料は、電子的または機械的な方法を問わず、当社の書面による承諾を得ることなく複製又は頒布等を行わないようお願いします。

Legal Disclaimer

No part of this document shall be reproduced, stored in a retrieval system or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior written permission of NYK Line.

©NYK Group. All rights reserved.