

事業概要

1. 期間

開始：2025年10月 終了：2026年 3月

2. 最終目標

本調査では、水素活用によるライフサイクルでの温室効果ガス（GHG）削減効果を定量的に評価する。発電、製鉄、モビリティ、産業・業務・民生など幅広い需要分野を対象に、輸入・国産やグリーン／ブルー水素と輸送・貯蔵技術を組み合わせた類型化バリューチェーンを設定する。国内外の文献調査や事業者ヒアリングで諸元を収集し、国際標準に基づくGHG排出量算出方法を決定、決定した方法論に基づき、GHG排出量とエネルギー効率を併せて試算する。評価は足元と将来の2つの時間断面で実施し、従来エネルギーや他の低炭素化技術と比較することで、水素導入による削減ポテンシャルや優位性を明確化する。

3.成果・進捗概要

評価対象としたバリューチェーンは輸入・国産に大きく分かれ、輸入は液化水素、MCH、アンモニア等で水素等を供給する場合と日本国内で輸入LNGの改質や水電解を用い、圧縮水素トレーラーや液化水素で輸送する場合を想定した（WtT, Well to Tank）。これらの水素を発電、産業（製鉄、原料水素）、熱利用、モビリティ（乗用車、トラック等）といった多様な需要技術で利用した際の製品・サービスのWtW（Well to Wheel）のCI値およびエネルギー効率（製品・サービスあたりの一次エネルギー投入量）を評価した。

その結果、いわゆるグレー水素を用いる場合、全体的な傾向として、今回用いた前提条件の範囲では、移行期と将来のいずれの場合も従来技術にくらべて劣後する場合もあるが、ブルー水素やグリーン水素を用いた場合、従来技術に比べてCI値が低く、GHG排出量を削減できることが分かった。特に、将来において系統電力のCO<sub>2</sub>排出係数が低下し、低炭素燃料の利用が想定できる場合にその効果が顕著である。

また分析したGHG排出量の結果は数表に整理し、ユーザーが任意の組み合わせのバリューチェーンを分析できる形式とした。

4. 分析の手法

バリューチェーン全体及び構成要素からのGHG排出量及びエネルギー効率の試算

- ISO/FDIS 19870-1を参照し、システム境界内のライフサイクルのGHG排出（原材料、電力起因）を計上、機能単位である水素等1kgまたは需要技術の製品・サービス（例 人・km）当たりのGHG排出量（炭素集約度、Carbon Intensity, CI）を算出。CO<sub>2</sub>とメタン（天然ガスの上流排出）を計上した。
- ただし、補足情報として記載することが要求されている設備由来のエミッションは捨棄した。
- 燃料の排出係数は、温対法の排出係数（HHV基準）を燃料熱量のLHV/HHV比を用いてLHVベースに変換し、燃料の採掘等上流部分の排出係数を加えて用いた。
- 将来（2040-2050年）に2050年を想定した将来において、削減が相対的に難しい熱供給においても低炭素燃料や排熱利用などによって目標に近い削減を行えていると想定し、燃料のCO<sub>2</sub>排出係数は70%削減を想定した。
- 電力のCO<sub>2</sub>排出係数は、対応する年代の送電端ベースの値を需要端ベースに換算して用いた。

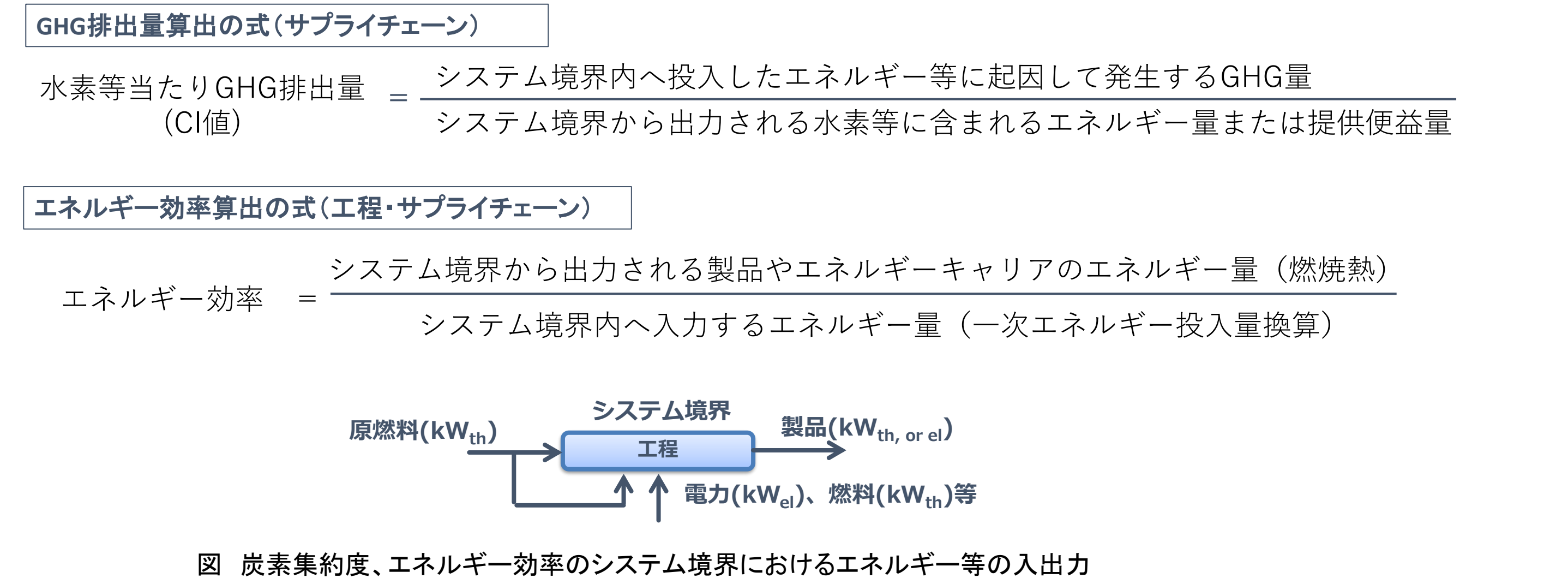


図 炭素集約度、エネルギー効率のシステム境界におけるエネルギー等の入出力

5. 分析結果 供給側WtT（輸入）のCI値およびエネルギー効率（移行期（2025～2030年代））

- CCS付天然ガス水蒸気改質とCCS付の石炭ガス化は輸送のキャリアと精製の有無が同じ場合、石炭の相対的に高いCO<sub>2</sub>排出係数により、石炭ガス化を水素製造法とするバリューチェーンのCI値が高い。石炭上流のGHGマネジメントも効果的。
- 水素製造技術が再エネ水電解の場合は、水素製造からのCO<sub>2</sub>排出量がゼロとなるため、WtTのCI値が大幅に改善

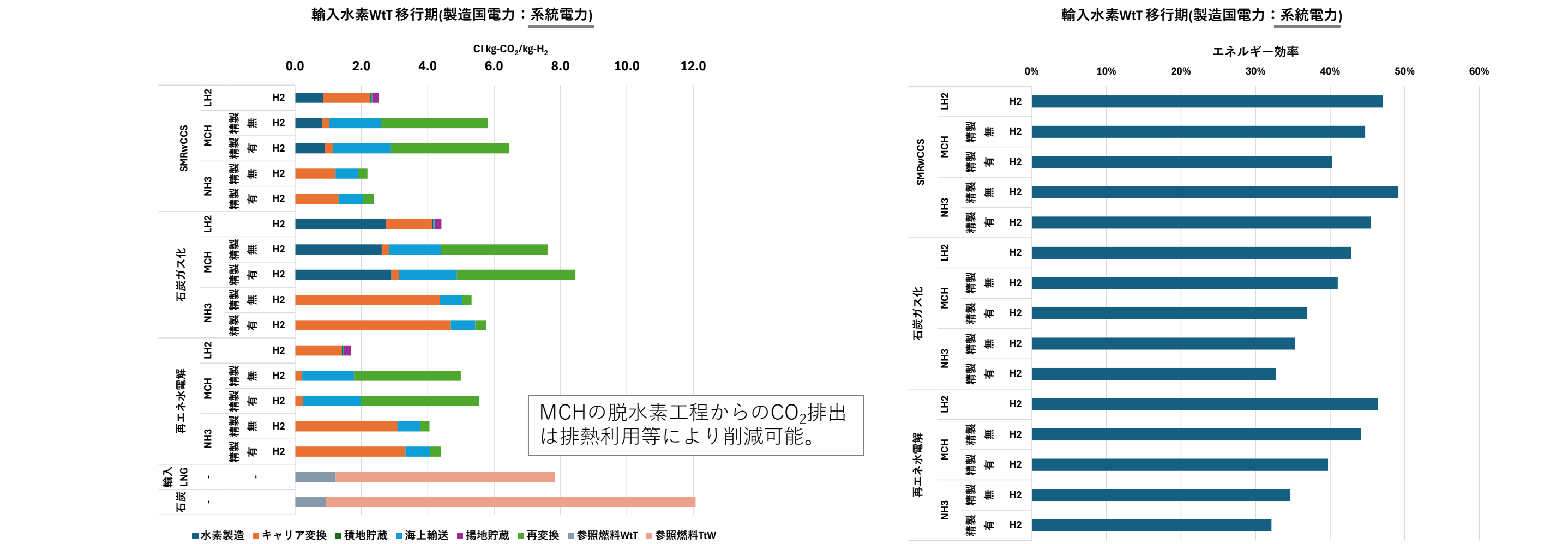


図 移行期（2025～2030年代）の輸入水素のCI値（製造国の電力：系統）およびエネルギー効率

供給側WtT（輸入）のCI値およびエネルギー効率（将来2040～2050年）

- 製造国側の動力等の電力に再エネ電力を用いることで電力によるCO<sub>2</sub>排出がなくなるため、製造国側において電力を多く消費する液化水素やアンモニアのキャリア合成工程の寄与が改善。
- MCHは脱水素工程のCO<sub>2</sub>排出については、排熱の利用をはじめとする近隣の設備との熱的統合を行うことでこの工程のCO<sub>2</sub>排出量を抑えることも可能

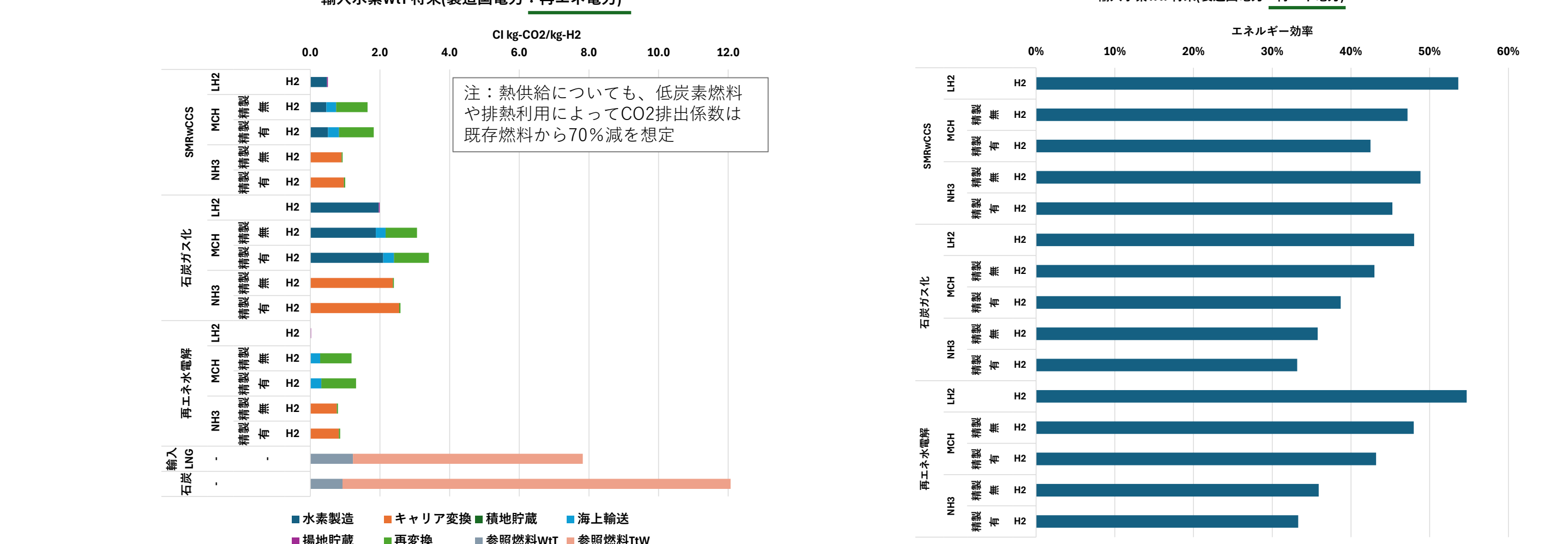


図 将来（2040～2050年）の輸入水素のCI値（製造国の電力：再エネ）およびエネルギー効率

6. 任意の工程を組み合わせたバリューチェーンの製品CI値の試算の方法

- 各工程における損失・追加のGHG発生があるため、任意のサプライチェーンを経た需要の便益（または製品）のCI値は、計算結果の数値を単純に足し合わせるだけでは求められない。（例外は、サプライチェーン内で製品の損失がなく保存される場合。つまり図の中で 各工程のw<sub>f</sub>が全て1の場合）
  - そこで、各工程における損失・追加のGHG発生を考慮し、その工程に起因して発生するCO<sub>2</sub>排出量を次の工程に反映していくこと（逐次代入）によって任意の工程を組み合わせたバリューチェーンの製品CI値を計算できる。
7. 今後の見通しについて
- 成果の利用方法
  - 各需要を含む国産・輸入の水素サプライチェーンを広く分析し、類型化したバリューチェーンの炭素集約度や一次エネルギー投入量を評価した。この結果は、水素・アンモニアにかかわるステークホルダーの皆様へ水素利用によるGHG削減効果等を主張する材料としてご利用いただける。
  - 各工程の数表にある数値を本報告書に記載した方法論で逐次計算することによって、任意のバリューチェーンをユーザー側において評価することができ、事業評価の1つのツールとしてご利用いただける。

- 今後の課題と対応方針
- 一部の工程や個別工程の改善等が盛り込めていないところもあり、新規な工程の追加、個別工程の改善などによりさらに有意義な成果を出せると考えられる。

4. 分析対象

分析対象の工程を組み合わせにより多数のサプライチェーンが構成されるため、ここでは既存のNEDOプロジェクトなどを参考に、類型化バリューチェーンを設定し、分析の対象とした。

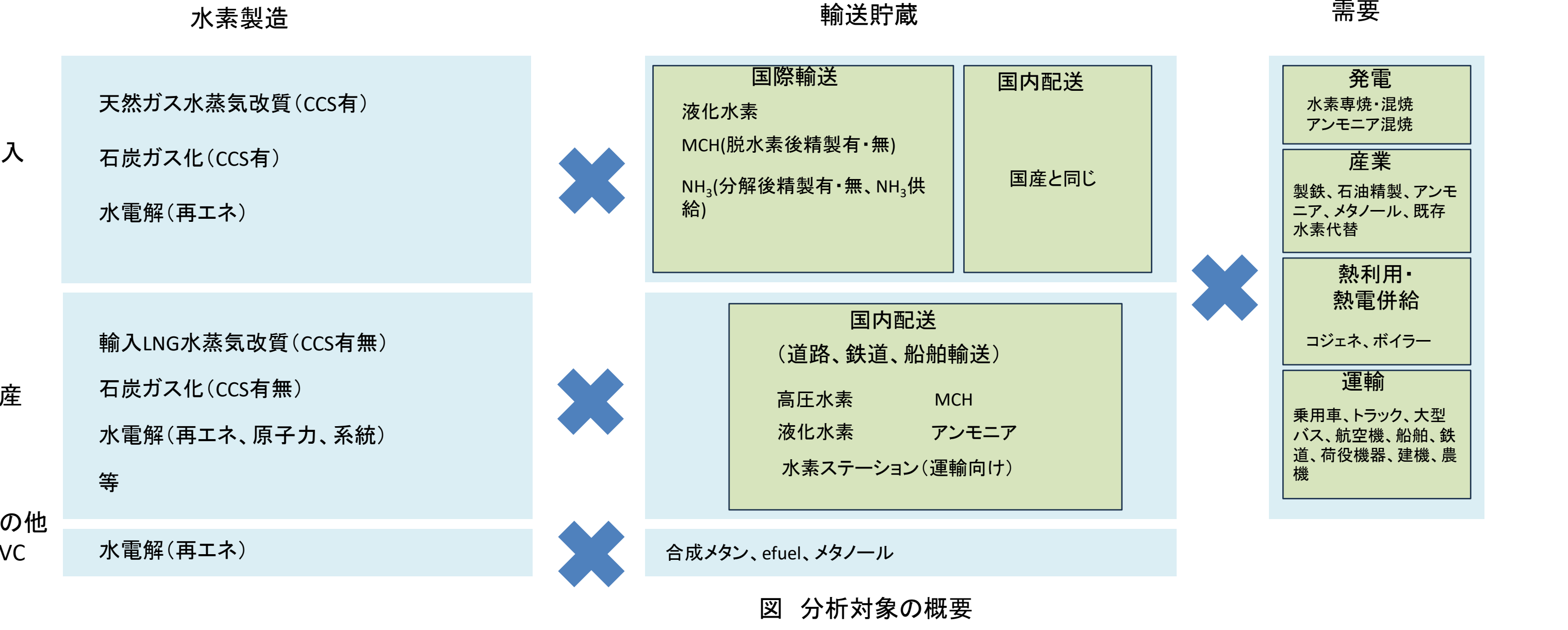


図 分析対象の概要

| 想定時期 | 移行期（2025～2030年代）                                                              | 将来（2040～2050年）                                                                                                   |
|------|-------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 考え方  | 技術的成立性が確認され、実証から初期普及へと移行する段階に相当し、一定の性能達成を前提としつつも、コストや普及条件には不確実性が残る状態として位置づける。 | 各技術が十分に成熟し、広範な普及が進んだ段階を想定する。この段階における諸元は、市場平均的な実績値ではなく、技術開発の積み重ねや物理的制約を踏まえて論理的に到達し得る性能水準、すなわち技術的ポテンシャルをす目標値として扱う。 |

バリューチェーンの水素取扱量

|     | 輸入                                                                  | 国産                                                           |
|-----|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| 取扱量 | 25億Nm <sup>3</sup> -H <sub>2</sub> /年（FCV約220万台、または合計60万kWの水素専焼発電所） | 水素製造規模と需要家の消費量が必ずしも一致しないため、それぞれについて1台、1隻による輸送など適切と考えられる規模を想定 |

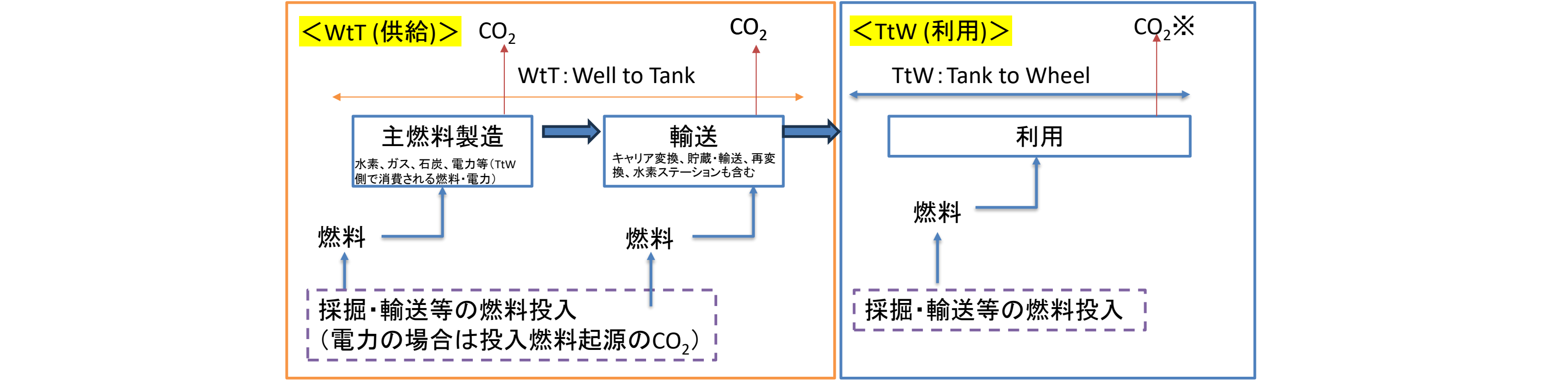


図 分析範囲(WtT, TtW, WtW)の範囲

- 本調査における水素需要技術の評価範囲は、水素が必要機器に供給された後の利用段階とし、一般に「Tank to Wheel」と呼ばれる範囲を対象とする。ここでいうTank to Wheelは車両に限らず、燃料またはエネルギーキャリアが必要機器に投入され、その機器が機能を発揮して便益を提供するまでの段階を指す。
- モビリティ：車載タンク、産業：工場の貯槽、家庭：タンク

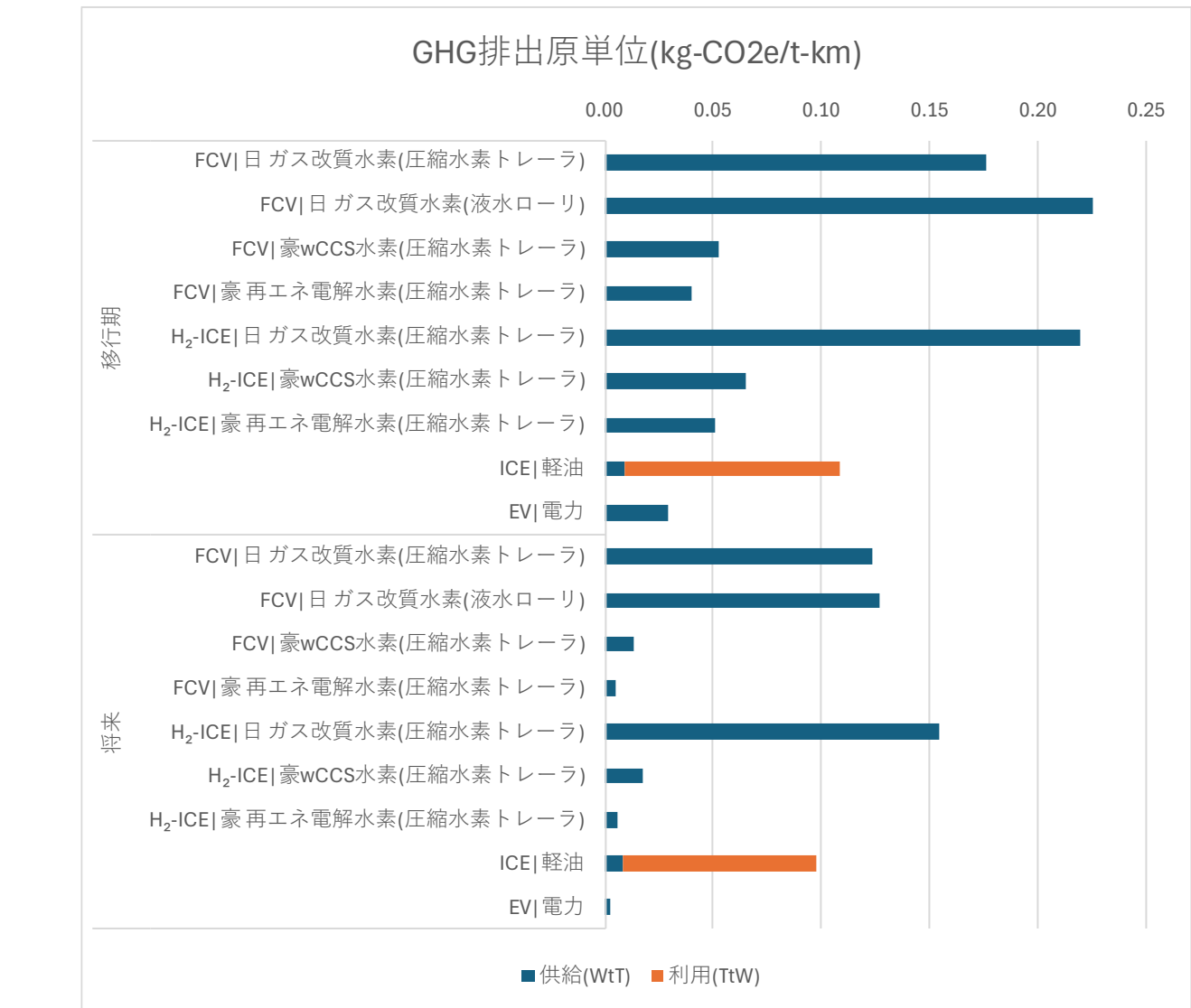


図 移行期（2025～2030年代）および将来（2040～2050年）の大型トラックのWtWの分析結果

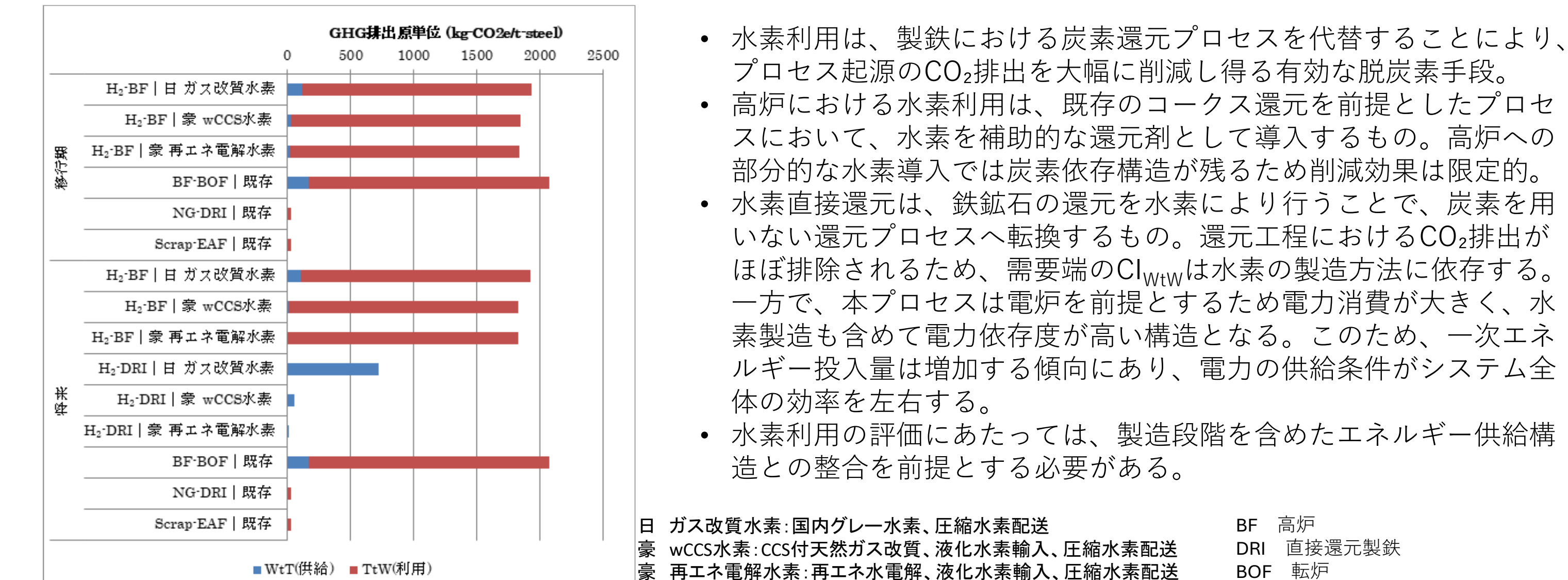


図 移行期（2025～2030年代）および将来（2040～2050年）の製鉄のWtWの分析結果

