

水素輸送時における事故発生確率推定手法の開発

広島大学 地球環境計画学研究室 大待達郎
 広島大学 地球環境計画学研究室 准教授 布施正暁

1. はじめに

今日、化石燃料に代わるエネルギーとして水素が注目されている。水素社会の実現には燃料電池車(FCV)の普及が不可欠である。FCVの普及には、燃料源である水素を供給する水素ステーションを設置し、ステーションまでの水素輸送を確保することが大前提となる。そこで、高効率な水素輸送を担う水素エネルギーキャリア物質の開発が現在進行中である。この可燃性と有害性をもつ水素エネルギーキャリア物質の安全な輸送を確立するためには、水素輸送時のリスク評価を行う必要がある。水素輸送時のリスクは、水素エネルギーキャリア物質の爆発・火災・ガス拡散事故発生確率とその被害量の関数で記述される¹⁾。物理化学モデルに基づく被害量推定手法はすでに確立されているが²⁾、事故発生確率推定手法の場合、実験・実証段階でかつ化学プラントと異なり外部環境に左右される水素輸送の特徴から、従来の危険物輸送を基本とする既存研究³⁾の考え方では限界がある。本研究では、水素輸送の特徴を反映して時空間軸の観点から従来手法の考え方を拡張した事故発生確率推定手法を開発する。

2. 事故発生確率推定手法の提案

本研究で提案する水素輸送時の事故発生確率推定手法のフローをFig.1に示す。従来手法で考慮されてこなかった時空間軸を考慮した点が本手法の特長である。時空間軸を考慮するため、将来の水素ステーション立地、立地に基づく輸送ルートの決定と輸送ルートを構成する各道路の影響を事故発生確率推定に組み込んでいる。事故発生確率推定式は次式で与えられる。

$$AP_{ijkl} = \sum_o \sum_d d_{ijk} \left\{ a_{ij} b_{ij} \prod_m RI_{jml} + (1 - a_{ij}) c_{ij} \right\} \lambda TD_{lodt} TF_i$$

ここで、 i : 水素エネルギーキャリア物質、 j : 漏洩規模、 k : 事故シナリオ(爆発・火災・ガス拡散)、 l :

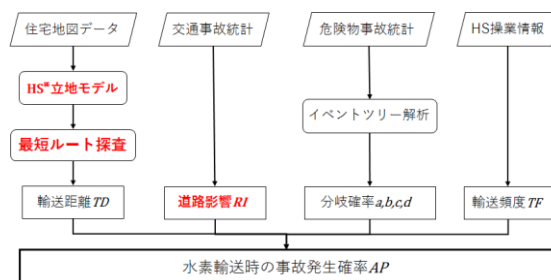


Fig. 1 水素輸送時の事故発生確率推定手法のフロー

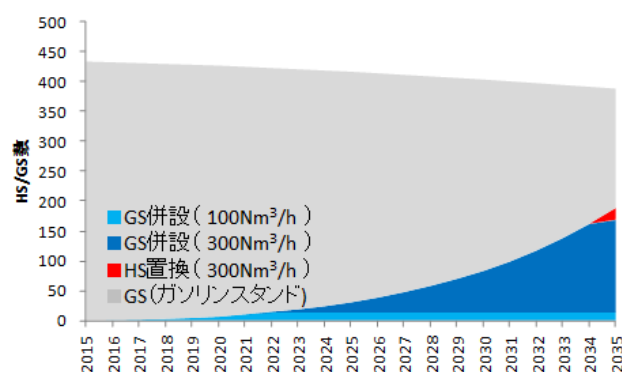


Fig. 2 横浜・川崎市での水素ステーション予測結果

リンク、 m : 道路形状、 o : 油槽所、 d : 水素ステーション、 t : 年、 a : 交通事故率、 b,c : 漏洩規模率、 d : 事故シナリオ率、 RI : 道路影響率、 λ : 漏洩頻度、 TD : 輸送距離、 TF : 輸送頻度である。

水素ステーション (HS) 立地モデル: 水素ステーションの需要条件と供給条件のマッチングから将来時点の対象地域における具体的な水素ステーションの立地を予測する。水素ステーションの需要条件はFCV普及予測⁴⁾から与えられる。水素ステーションの供給条件は開発目標であるステーション規模⁵⁾から併設・新設などの立地シナリオ別に設定される。ケーススタディの対象地域である横浜・川崎市における水素ステーション数の将来予測結果をFig.2に示す。

キーワード リスク評価, 時空間軸, HS立地

連絡先 〒739-8527 東広島市鏡山1-4-1 広島大学大学院工学研究科 社会基盤環境工学専攻 事務局

TEL: 082-424-7819・7828

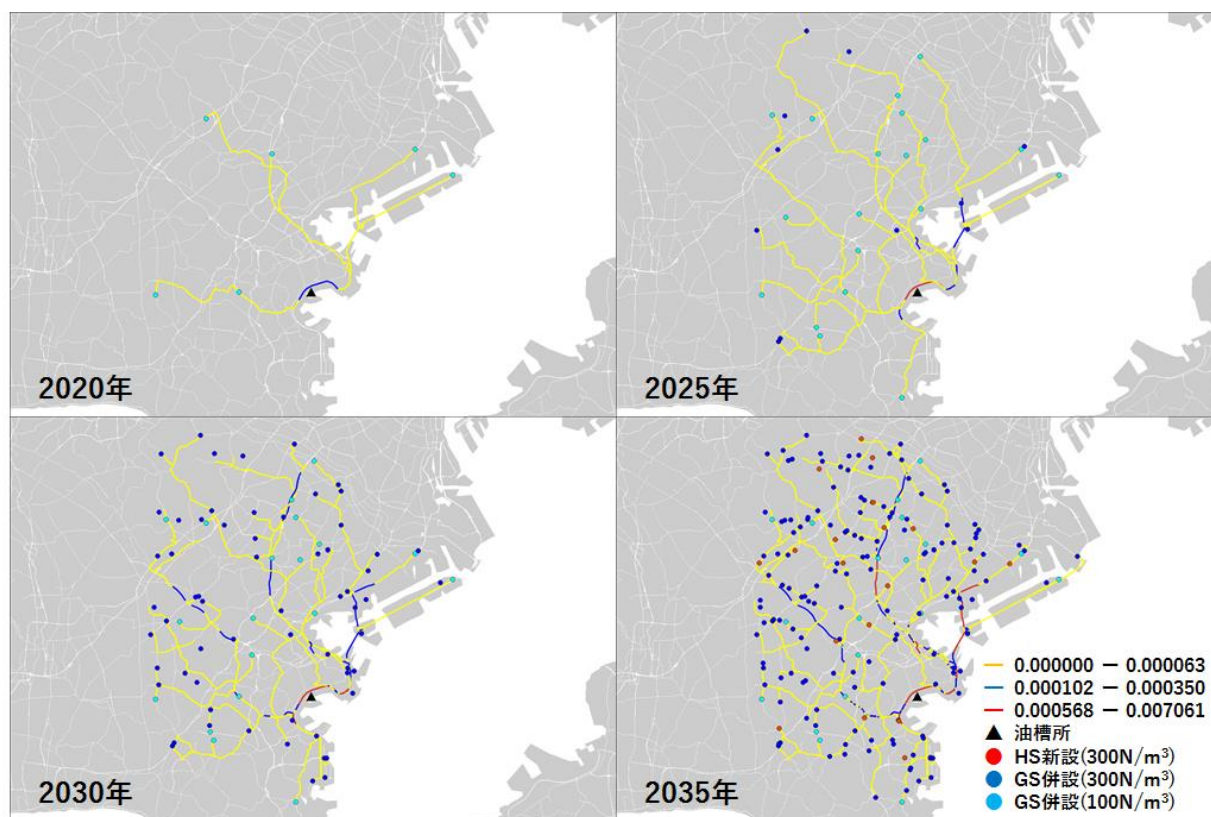


Fig. 3 圧縮水素輸送時の小規模漏洩爆発事故発生確率の推定結果

輸送ルートの決定：水素ステーション立地モデルで予測したステーションまでどの道路を使うかの具体的な輸送ルートを決める．ここでは，事業者の最適輸送行動を勘案して，輸送距離最小化問題として扱い，ダイクストラ法により最短ルートを抽出する．

道路影響：輸送ルートを構成する道路のタイプによって事故発生確率に与える影響を変動係数として定量化する．変動係数は交通事故総合分析センターの交通事故統計⁶⁾を用いて事故が生じた際の各道路タイプ（高速道路，交差点など）による被害状況から漏洩規模をリンクさせて設定する．

3. 横浜市・川崎市を対象としたケーススタディ

今後の水素ステーションの設置が見込まれる横浜市・川崎市を対象に本手法を適用し，事故発生確率を試算した．Fig. 3に，試算結果の一部として，圧縮水素輸送時の小規模漏洩爆発事故発生確率を示す．

図より，時間とともに水素ステーションが普及し，輸送ルートが増加する様子と，2035年時点では輸送ルートの重なりから，相対的に高確率の道路リンクの存在を確認できた．以上の結果は，本手法の特長である時空間軸への考慮の重要性を示すものである．

4. 結論

本研究では，安全な水素輸送を目指す水素輸送のリスク評価を支援するため，時空間軸を考慮した水素輸送時の事故発生確率推定手法を提案した．さらに，本手法を横浜・川崎市に適用することで，本手法の実行可能性と本手法の特長である時空間軸の考慮の重要性を検証することができた．

謝辞

本研究は，総合科学技術・イノベーション会議の戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)「エネルギーキャリア」(管理法人：JST)によって実施されました．

参考文献

- 1) 布施正暁，水素輸送のリスク評価における現状と課題，日本LCA学会誌，12 (3)，190-195，2016
- 2) R. Gerboni, E. Salvador, Hydrogen transportation systems: Elements of risk analysis, Energy 34 (2009) 2223-2229
- 3) Center for Chemical Process Safety, Guidelines for Chemical Transportation Risk Analysis, 1995
- 4) 産業競争力懇談会，燃料電池自動車・水素供給インフラ整備普及プロジェクト，2008
- 5) ゼンリン：住宅地図データベース Zmap-Town II，<http://www.zenrin.co.jp/product/gis/zmap/zmaptown.html>，(アクセス：2016年6月4日)
- 6) ITARDA，危険物輸送交通事故データ，2015