

交通インフラ等を活かした水素柱上パイプラインによるラストワンマイル空中輸送網の構築に向けた検討

水素柱上パイプライン合同会社

1



プロジェクトの概要

テーマ

本プロジェクトは、空港臨海部全域における最適な水素パイプライン網の構築に向けた検討を行う。

空港臨海エリアにおける2050年における年間水素需要量
(令和6年度調査結果からの推計値)



- 令和6年度に実施されたフィジビリティスタディ（FS）の結果に基づき、図に示す各エリアの年間水素需要量を踏まえ、これらの需要地点を効率的に結ぶ水素パイプラインネットワークの実現可能性を調査する。
- 調査では、水素供給の信頼性、経済性、安全性に配慮しながら、空港臨海部全域において将来的な拡張性を含めた最適ルートを導出することを目的とする。
- パイプラインの始点については、周辺自治体の供給状況や将来計画等を勘案し、提案書提出時に適切に設定・提案するものとする。

水素柱上パイプラインで水素を送ることが可能かどうかを検討する為に公募要領の情報を整理して条件等を設定する。



水素需要量の整理

東京都港湾臨海エリアにおいて年間水素需要量が令和6年度のFSによって予測された。合計124,000トンになる。その数値をもとに水素の消費量が単位時間ごとにわかる表を作成した。

エリア名	地区	水素需要量トン（年間）	月間水素需要 トン	1日水素需要 トン	1時間水素需要 トン	1分水素需要 kg	1秒水素需要 kg
エリア5	千代田区周辺	23,000	1,917	64	2.66	44.4	0.7
エリア4	港区周辺	40,000	3,333	111	4.63	77.2	1.3
エリア3	品川区周辺	4,000	333	11	0.46	7.7	0.1
エリア2	大田区周辺	7,000	583	19	0.81	13.5	0.2
エリア1	空港周辺	50,000	4,167	139	5.79	96.5	1.6
合計		124,000	10,333	344	14	239	4

1秒間の水素消費量を算出するのは、水素量の規模を想定してパイプ径を導くのに重要で、例えば、エリア5の千代田区周辺の1秒当たりの水素量が0.7Kgとあるが、体積に直すと、水素1kgは約11m³なので、7.7Nm³となる。1立方メートルの7.7倍の水素を1秒間に送られなければならないことがわかる。

上の表の1時間当たりの水素量に注目する。エリア1、エリア4、エリア5を大規模水素需要グループと位置づけ、エリア2、エリア3を中規模水素需要グループと位置付けた。

エリア名	地区	水素需要毎時トン	水素需要毎時 m ³	需要グループ 平均 m ³ /h
エリア5	千代田区周辺	2.66	29,282	大規模需要 (48,000)
エリア4	港区周辺	4.63	50,926	
エリア1	空港周辺	5.79	63,657	
エリア2	大田区周辺	0.81	8,912	中規模需要 (7,000)
エリア3	品川区周辺	0.46	5,093	

3



水素供給場所の設定とエリア間のおおよその距離

大規模水素需要グループはエリア5、エリア4、エリア1であり、エリア5、エリア4は隣り合っているがエリア1とは両端の位置関係である。中規模水素需要グループはエリア2、エリア3と隣り合っている。水素の供給地点、すなわちパイプラインの始点を設定するにあたり、大規模水素需要グループへの供給を考慮するとエリア5、エリア4へのパイプライン長とエリア1へのパイプライン長が同程度かあるいはパイプラインが放射状に架設されることが望ましいと考える。そこで、図の赤丸で示す位置を「水素供給基地」として仮設定した。

エリア名	地区	需要グループ 平均 m ³ /h
エリア5	千代田区周辺	大規模需要 (48,000)
エリア4	港区周辺	
エリア1	空港周辺	

エリア2	大田区周辺	中規模需要 (7,000)
エリア3	品川区周辺	

エリア名	地区	水素供給基地からの直線距離km
エリア5	千代田区周辺	9
エリア4	港区周辺	8
エリア3	品川区周辺	7
エリア2	大田区周辺	8
エリア1	空港周辺	5

水素供給基地からエリア1～エリア5までの直線距離は図のようになる。パイプラインは直線では架設が出来ないので実際は長くなることを前提としてまずは検討を進める。



フレキシブルチューブを用いた水素柱上パイプラインによる水素輸送の実現可能性（1MPa未満）

水素供給基地からの直線距離と各エリアに必要な水素量の関係性を表にする。この数値を用いてフレキシブルチューブの選定を行う。

エリア名	地区	水素需要毎時トン	水素需要毎時 m ³	供給基地からの直線距離 km
エリア5	千代田区周辺	2.66	29,282	9
エリア4	港区周辺	4.63	50,926	8
エリア1	空港周辺	5.79	63,657	5
エリア2	大田区周辺	0.81	8,912	7
エリア3	品川区周辺	0.46	5,093	8

設定した各エリアの水素需要量と供給基地からの直線距離において過去の実証事業で使用したSUS316L内径39mmの40Aのフレキシブルチューブを何本用いて需要を満たす水素のパイプライン輸送が実現可能か試算した。供給側の圧力は1MPa未満とした。

フレキシブルチューブ呼称径40A 供給側圧力0.99MPa

エリア名	地区	水素需要毎時 m ³	供給基地からの距離 km	需要側圧力Mpa	本数	1本あたりの流量m ³ /h
エリア5	千代田区周辺	30,000	9	0.29	60	500
エリア4	港区周辺	50,000	8	0.24	91	550
エリア1	空港周辺	60,000	5	0.23	86	700
エリア2	大田区周辺	9,000	8	0.37	17	550
エリア3	品川区周辺	5,000	7	0.25	9	600

5



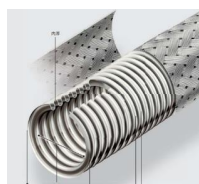
フレキシブルチューブを用いた水素柱上パイプラインによる水素輸送の実現可能性（1MPa以上）

先のシミュレーションに使用したフレキシブルチューブは下図左側のものであり、ステンステューブに塩害対策のEPDMを被覆したものである。フレキシブルチューブなので内圧を高めたときに長手方向に伸びが発生する。1MPa未満であれば伸びが0.5%以内に収まる。

1MPa未満で使用



1MPa以上で使用



右側のフレキシブルチューブはブレード付きと呼ばれるもので加圧による長手方向の伸びを制限し、外部からフレキシブルチューブを保護する役目を果たす。ブレードに1重のもの2重のものがあり、例えば40Aだと設計上の最高使用圧力は1重ブレードだと2.8MPa、2重ブレードだと4.5MPaとされている。仮に供給側の圧力を4.5MPaとした場合に柱上パイプラインの本数がどうなるか試算する。

フレキシブルチューブ呼称径40A 供給側圧力4.5MPa

エリア名	地区	水素需要毎時 m ³	供給基地からの距離 km	需要側圧力Mpa	本数	1本あたりの流量m ³ /h
エリア5	千代田区周辺	30,000	9	0.35	12	2500
エリア4	港区周辺	50,000	8	0.2	19	2700
エリア1	空港周辺	60,000	5	0.23	18	3400
エリア2	大田区周辺	9,000	8	1.65	4	2700
エリア3	品川区周辺	5,000	7	1.01	2	2600

2重ブレード付きを用いると大幅に本数が削減できるが、高圧ガス保安法の規制対象となる。新しい技術の採用には安全の確保と管理を条件に現行の法規制を改定していく必要がある。



水素柱上パイプラインの架設場所

水素供給基地からエリア1からエリア5まで水素柱上パイプラインで水素輸送が不可能ではないことを示した。それでは実際にどこをどうやって水素のパイプラインを通していけば良いかを考える。以下の施設をパイプラインの架設候補とする。

1, 鉄道線路の架線柱



3, 橋桁の下



2, 鉄道、自動車道路高架下



4, 送電鉄塔



7



水素柱上パイプライン架設ルート案と実施手順



水素供給基地を令和島と仮定し、羽田空港周辺の高さ制限を考慮して、海底トンネル（東京港臨海道路）経由のルートを選定する。トンネル内は安全対策を前提に検討を進め、各エリア（1～4）へは東京モノレールや主要道路・鉄道路線に沿ってパイプライン敷設を想定。多摩川線沿いでは送電鉄塔の活用も視野に入れる。エリア5へは、若洲経由で首都高を利用したルートとする。

1. 現地調査を行いポイントポイントの写真を撮ってパイプラインを架線したイメージ図を作成する。
2. 詳細ルートを決定制、より精度の高いパイプラインの延長距離を算出して、パイプラインの本数、太さ、圧力をシミュレーションにて算出する。
3. パイプラインの施工方法を示す。
4. パイプラインコスト、付帯設備のコスト、安全管理システムのコスト、工事費用、点検費用等を算出する。
5. 需要機器に応じて幹線パイプラインからの分岐方法を提案する。
6. 水素事業者を想定して水素購入価格、課金方法と需要家への水素販売価格などを設定しビジネスモデルを提案する。
7. 課題を整理しエリアごとの優先度を決め、実現に向けたロードマップを作成する。



40Aフレキシブルチューブ使用での水素輸送における課題

1. 輸送設備の本数・コスト面の課題

- ・ 供給圧0.99MPaの場合、平均直線距離7.4kmで263本の40Aチューブが必要となり、本数が多すぎる。
- ・ 太径1本で済むところを小径複数本で代替するため、材料・施工コストが割高になる。

2. 計装・管理コストの増加

- ・ 圧力計、流量計、遮断弁などの計器が多く必要となり、初期費用・保守費用ともに増大。
- ・ 本数が多いため漏洩検査の対象が増え、日々の運用負担が大きくなる。

3. 設置場所による制約

- ・ 本コンセプトは「大気開放空間」「人の生活圏上空」に設置することを前提としており、トンネルなど閉鎖空間における安全確保には追加の措置が必要。

4. 供給圧の制限

- ・ フレキシブルチューブの構造上、1MPa未満では伸び（長手方向変形）を0.5%以内に抑えられるが、それ以上では変形や安全性に懸念が生じる。
- ・ 1Mp以上では高圧ガス保安法の規制対象となる。

5. システム全体の冗長性と複雑化

- ・ 経路の多重化により供給信頼性は高まるが、全体システムが複雑となり、保守・運用負担が増す。

9



水素柱上パイプライン、ラストワンマイルでの活用の可能性

長距離輸送には課題の多い水素柱上パイプラインだが、水素供給基地から各エリアの水素ハブ拠点まで輸送した後、各需要地への「ラストワンマイル配送」の手段としては、水素柱上パイプラインが有効な選択肢となり得る。その理由として、以下のような可能性が挙げられる。

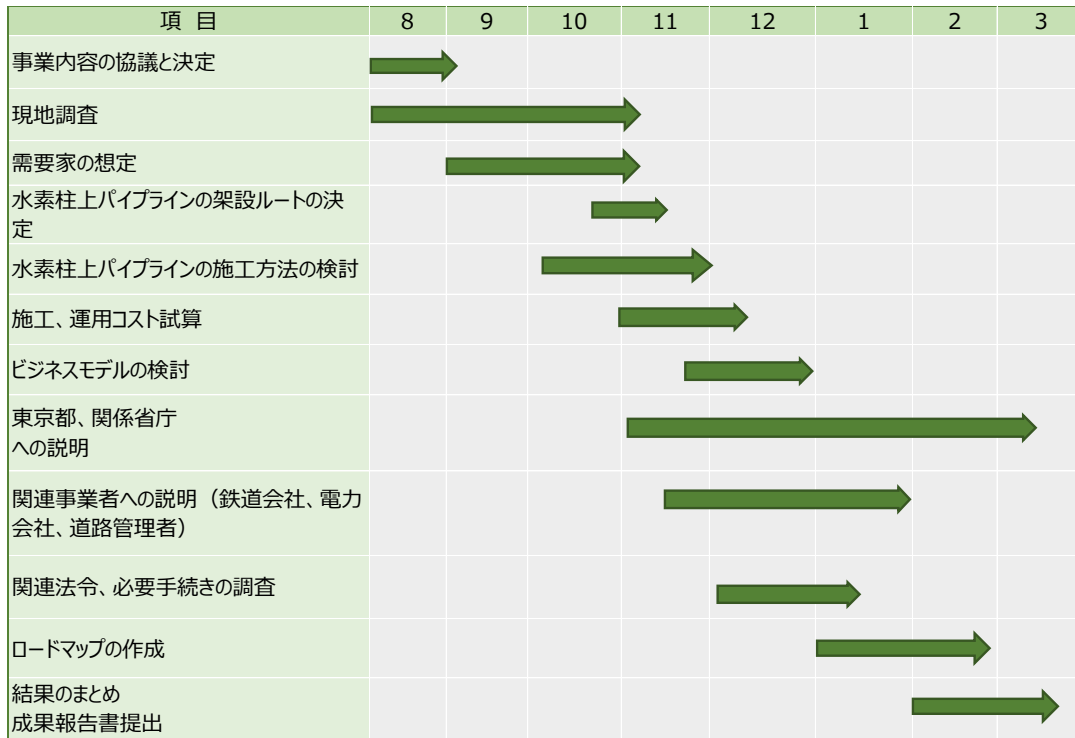


コスト	既存インフラ（送電鉄塔・鉄道高架など）が活用できる。
	ラストワンマイルは少量輸送のため、細径配管と簡易な制御設備で構成可能。
安全性	上空設置により、漏洩時に水素が拡散しやすく、爆発・引火の危険性が低い。
	1本の配管が損傷しても他の系統で代替可能なため、供給途絶リスクが低い。
施工性	上空や視認性の高い場所に設置されるため、日常的な安全監視がしやすい。
	掘削や埋設工事が不要で工期が短縮され地上の交通・生活への影響も軽微。
	鉄塔・高架・電柱などに沿って配管するため新規構造物の設置が最小限。
制度	軽量柔軟なフレキシブルチューブは高所への設置・湾曲部の敷設にも対応可能。
	1MPa未満とすることで、高圧ガス保安法規制対象外となる。
運用	地下利用の規制や用地制約を受けずに、都市部でも展開可能。
	構造物上の設置であるため、ネットワークの追加・変更が柔軟に行える。
	順番に1本ずつ検査・停止が可能な構成とし、日常の点検運用が効率的。
	部分的な配管追加や分岐により、将来的な需要増にも対応可能。



ラストワンマイルに重点をおいた検討実施計画案

事業内容は改めて東京都と協議の上決定する



11

Overhead hydrogen piping[®]

