

石狩湾新港地域におけるスマートエネルギー構想 ～地産エネルギーを活用した低廉な電力、冷・温熱の供給～

対象地域	北海道石狩市
代表提案者	地域低温熱エネルギー利用電力システム実用化研究会
協同提案者	石狩市、中部大学
対象分野 (まち・住まい・交通)	まち

【1】地域の概観

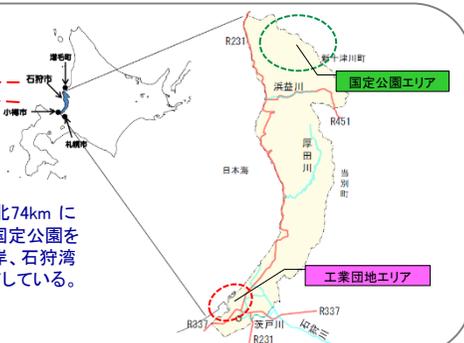
■構想のフィールドとなる自治体の概要

石狩市の位置

>北海道・道央圏の日本海沿岸部に位置

石狩市全域

>市域面積722.42km²
 >石狩市は、道都札幌市の北側に隣接し、道央圏を構成する都市である。
 >日本海に面する海岸線は南北74kmに及び、北部は暑寒別天売焼尻国定公園を含む断崖海岸、南部は砂浜海岸、石狩湾新港を中心とする工業団地を有している。



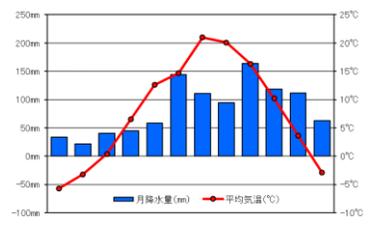
人口(推移)

>2015国調人口: 57,436人
 >人口密度: 80人/km²
 >高齢化率: 30.0%
 >2005調査を境に減少傾向に転じた。



気温・降水量

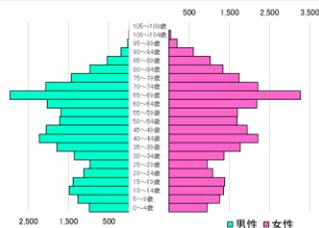
>年平均気温: 7.8℃ (2017実績)



(石狩気象観測所)

人口(年齢別分布)

>男女共に65~69歳の階級が最多である。
 >生産年齢世代(15~64歳)では、男女共に25~29歳の階級が最小である。



(2017住民基本台帳)

CO₂排出量(石狩市)

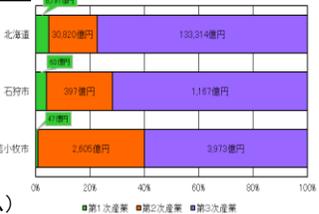
>総排出量: 644千t-CO₂
 >民生部門が最多(266千t)である。
 >特に、産業部門は市温対計画基準年に比べて約120%増の205千tとなっている。



(石狩市環境白書)

産業分布(付加価値額)

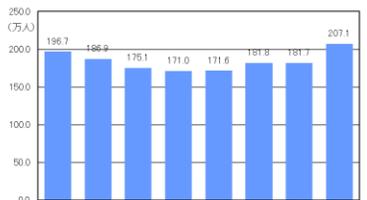
>2013年の全産業付加価値額合計は1,627億円。
 >建設業・製造業を含む第2次産業は全体の約1/4を占めるが、苫小牧港周辺に工業地帯を持つ苫小牧市と比較すると低率である。



(RESAS 地域経済分析システム)

観光入込客数

>近年、ほぼ横ばいで推移してきたが、2015年に石狩天然温泉「番屋の湯」の再開などにより200万人を突破した。



(石狩市公表資料)

■リーディングプロジェクトの舞台となる地区の概要

>石狩湾新港を核として幅約10km、3,000ヘクタールに広がる大規模工業流通団地「石狩湾新港地域」を中心に取り組みを推進する。

>石狩湾新港地域には700社を超える企業が集積し、道内有数の産業拠点に成長している。
 >近年は、冷涼な気候や太陽光、風力といったクリーンエネルギーを活用した、省エネルギー・省資源の環境に配慮した産業拠点の形成とともに、道内初のLNG火力発電所の建設、日本海側のLNG受入基地として整備が進められている。

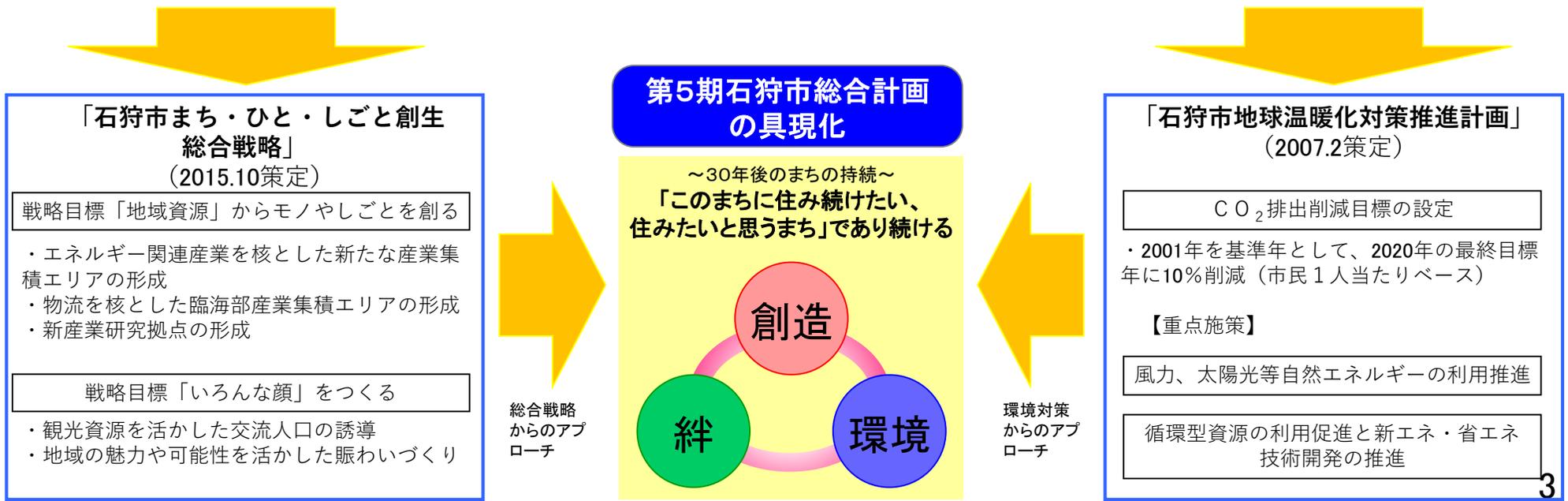


>石狩湾新港地域 概観図



【2】地域の課題

- 石狩市は、札幌市のベットタウンである花川地区の宅地造成や石狩湾新港地域の工業団地の開発とともに急速な発展を遂げてきたが、2005年(平成17年)をピークに人口減少に転じている。
- 年齢別分布を見ると、生産年齢世代の縮小や高齢化が進展している。特に、近年では札幌市への都心回帰の動きも顕著であり、石狩市から札幌市への転出超過の状態が続いている。
- このような状況から、石狩市では「30年後のまちの持続」をまちづくりのミッションに掲げ、「第5期総合計画」や「まち・ひと・しごと創生総合戦略」に基づき、「いつまでも住み続けたい、住みたいと思える魅力あるまち」の実現を目指している。
- また、まちの原動力である石狩湾新港地域のさらなる発展は、地域経済の安定的な基盤づくりに大きく役割を果たしているが、地球温暖化対策の視点では、市域からのCO2総排出量を押し上げるという側面を持っている。
- 加えて、石狩湾新港及び石狩湾新港地域では、LNG受入基地の冷熱をはじめ、LNG火力発電所や冷凍倉庫群等からの排温熱など未利用エネルギーが存在しているとともに、太陽光や風力など各種自然エネルギーの集積がそれぞれ進められており、それらの有機的な活用も課題の一つとなっている。



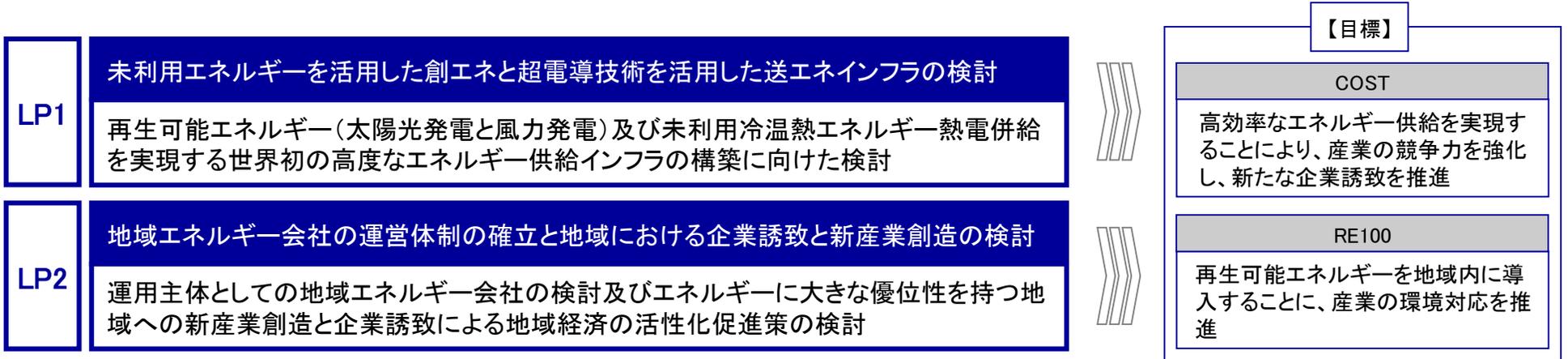
次世代型のエネルギー供給による新たな産業空間の実現

地産エネルギーを活用した低廉な電力、冷・温熱の供給

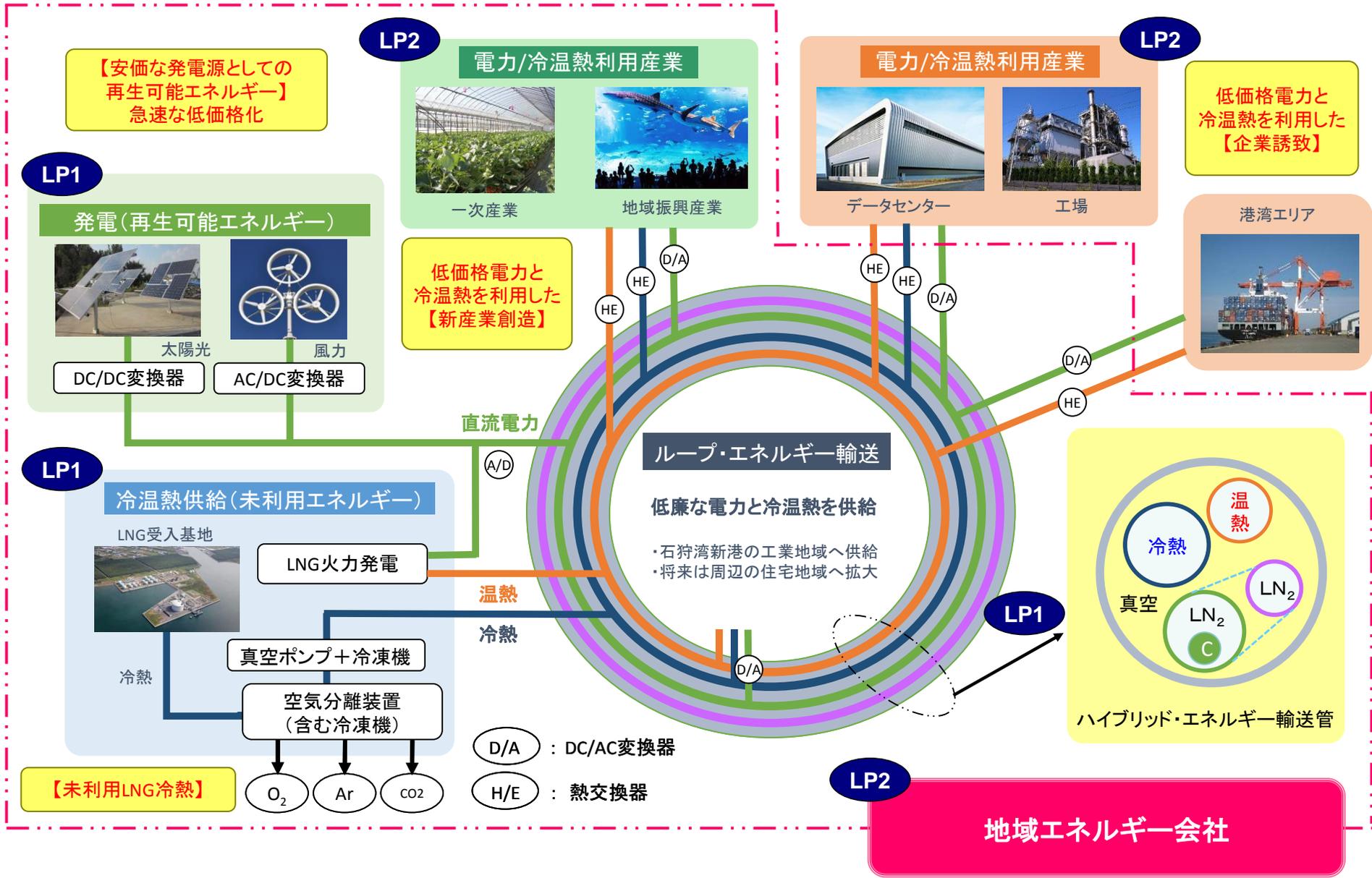
- 本構想は、「高温超電導技術を用いた高効率送電システムの実証事業」により得られた一定の成果を軸とし、多様なエネルギー技術を適切に組み合わせながら、道路等の社会基盤を高度に活用する地域分散低温熱エネルギー供給システムをモデル的に実用化することで、更なる効率的なエネルギー供給を実現し、供給コストの低廉化を図る仕組みを構築することを目的とするものである。
- 石狩市は、風力発電や太陽光発電などの再生可能エネルギーの集積が進んでおり、さらに、LNGによる気化や発電、雪氷などによる未利用冷温熱などの多様なエネルギー資源を供給出来る全国でも数少ないエリアであることから、当市において、地域の潜在力を有効に活用した高効率なエネルギー供給の仕組みの検討を行うことの意義は大きいものと思われる。
- 同時に、本構想を全国に先駆けて北海道最大の産業集積地である石狩湾新港地域において推進することは、再生可能エネルギーを高効率で供給する仕組みと企業誘致と新産業創造による産業活性化と雇用創出など、当市のみならず、北海道内の産業の活性化を通じ、地方創生にも大きく寄与するものと推察される。

高度なエネルギー供給インフラの構築による先駆的産業空間の提供を目指して

～道路等の社会インフラを活用したハイブリッド・エネルギー輸送管(高温超電導送配電、エネルギー版共同溝)による地域への供給の実現へ～



【3】 構想の全体像／俯瞰図



【4】構想の実現に向けたリーディングプロジェクト

LP1 未利用エネルギーを活用した創エネと超電導技術を活用した送エネインフラの検討

石狩市の地域特性を生かし、未利用冷温熱エネルギー（LNG冷熱とLNG火力排熱）と再生可能エネルギー（太陽光発電と風力発電）をハイブリッド・エネルギー輸送管（超電導、エネルギー版共同溝）を運用することで、地域への経済的な熱電併給事業を行う

創エネ

冷温熱供給（未利用エネルギー）

- ・LNGの冷却エネルギー（液体窒素）とLNG火力発電所からの排熱を利用
- ・LNG冷熱からの冷熱取り出し技術の検証
- ・LNG受入基地に低温熱供給施設の設置
- ・LNG発電所に温熱供給施設の設置



発電（再生可能エネルギー）

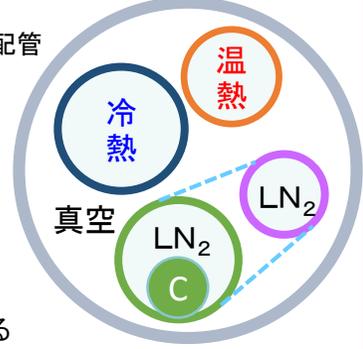
- ・発電源としては、導入ポテンシャルが高い太陽光（※）と風力発電の設置
- （※）追尾型太陽光発電の設置を想定。（発電量は通常の1.6倍）



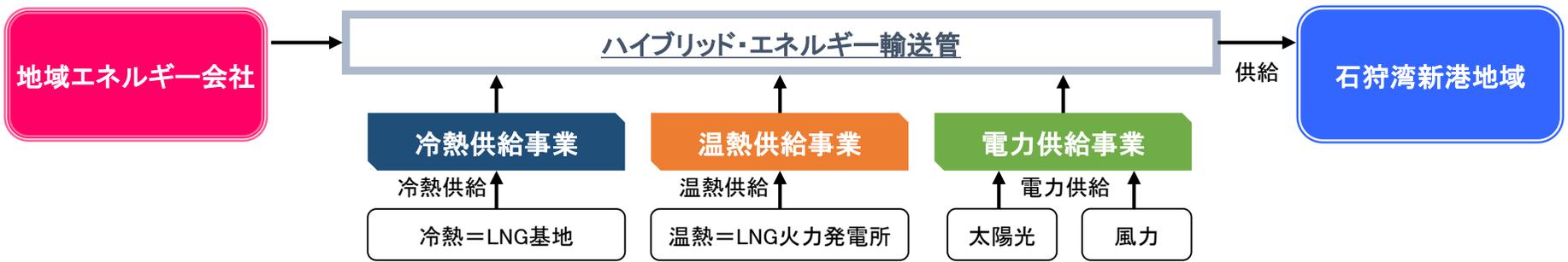
送エネ

ハイブリッド・エネルギー輸送管

- ・ハイブリッド・エネルギー輸送管とは、真空断熱配管（直径約50センチ）に次の配管を入れたもの
 - 内部に超電導ケーブルを入れた液体窒素配管
 - 冷熱配送用配管
 - 温熱を送る温水管
- ・技術的に実現可能とみられる10kmループ幹線を石狩湾新港地域内に設置
- ＜本輸送管のメリット＞
 - ・電力の送電ロスを小さくすることが可能
 - ・断熱性能が良く、遠方への熱の輸送が可能
 - ・温熱、冷熱及び電力輸送を一つの配管で行うことで、建設コストを抑えることが期待できる



低廉な電力と冷・温熱の供給とCO2排出量の削減



【4】構想の実現に向けたリーディングプロジェクト

LP2 地域エネルギー会社の運営体制の確立と地域における企業誘致と新産業創造の検討

運用主体としての地域エネルギー会社の検討と石狩湾新港地域への新産業創造と企業誘致による雇用創出を図る

地域エネルギー会社

- ・地域低温熱エネルギー利用電力システム実用化研究会のメンバーを中心に設立
- ・金融機関や民間企業からの投融資と各省庁の補助金や助成金の活用
- ・既存のエネルギー会社の協力を得て熱電供給事業を行う
- ・発電事業と一次産業・地域振興産業については別途運営会社の設立も検討
- ・FITの活用を視野に入れることで、経営基盤の安定化を検討
- ・「石狩超電導直流送電プロジェクト推進協議会」等と緊密な連携を図ることで、石狩市の課題解決に寄与する



一次産業



地域振興産業

・システムの余剰電力および低品質の熱エネルギーを有効に使用することができると考えられる一次産業での活用を検討
 ・冷温熱の大口ユーザーとなる可能性があるとともに、石狩市の観光振興等への寄与が期待される、集客施設の誘致を検討

地方創生



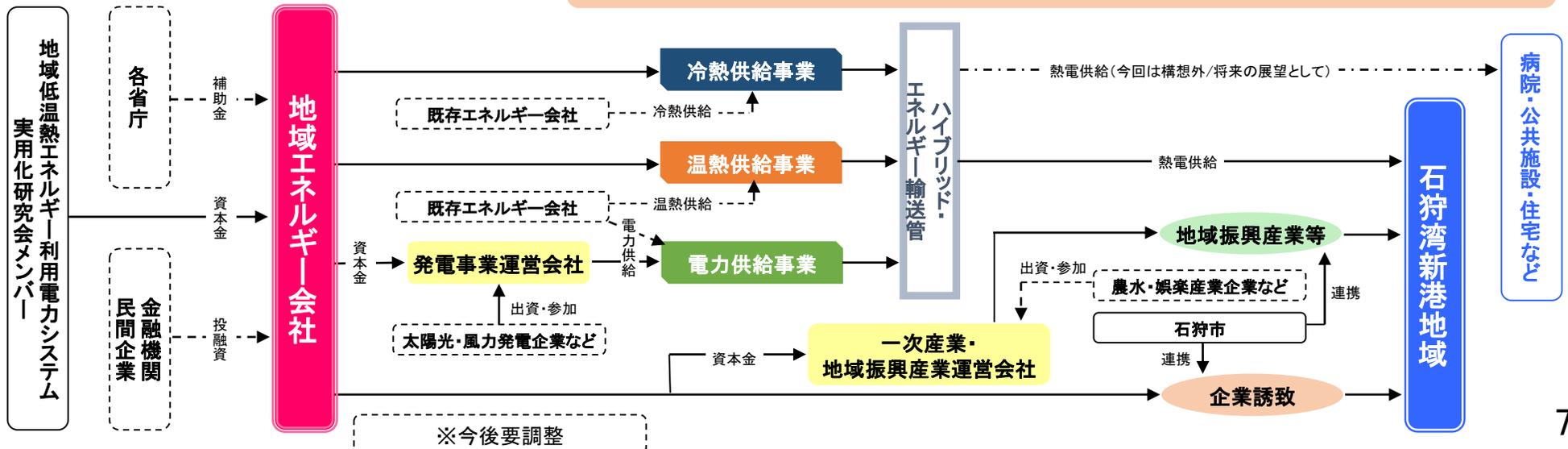
データセンター



工場

・直流給電と相性のよいデータセンター(再生可能エネルギーが発電した直流電力をハイブリッド・エネルギー輸送管によって直流給電することが可能)への提案を検討
 ・安価な電力をより求めていることが想定される電力多消費産業(非鉄金属産業、電炉産業、製錬業など)への提案を検討

企業誘致



【5】 構想の実現に向けたロードマップ

		次年度	短期(5年)	中期(5年)	長期(10年)
リーディングプロジェクト①	創エネルギー供給体制の確立	供給体制全体計画の策定	LNG冷熱からの冷熱取り出し技術の検証 再生可能エネルギー発電設備設置場所の選定	LNG受入基地に低温熱供給施設の設置 LNG発電所に温熱供給施設の設置 再生可能エネルギー発電設備の設置	
	エネルギーネットワークの構築	技術検証計画の策定	ハイブリッド・エネルギー輸送管の技術検証	ハイブリッド・エネルギー輸送管による10kmループ幹線の設置(石狩湾新港の工業地域への設置)	ループ幹線の拡張(石狩湾新港周辺の住宅地域への設置) 周辺地域エネルギー事業者との連携可能性検討
リーディングプロジェクト②	事業運営体制の確立	実行可能性詳細調査 採算性調査	運営プランの策定 出資者との調整	地域エネルギー会社事業準備	
	地域産業活性化と人口減少対策		企業誘致プランの作成 新産業創造の検討	新規需要創出企業と新産業創造の誘致 道路など社会インフラのエネルギー供給空間としての高度な利活用方策の可能性検討	地域の人口増加 地域の産業部門のCO2排出量削減
マイルストーン		▲ 会社設立準備事業体の組成	▲ 地域エネルギー会社設立	▲ 石狩湾新港エリア電力、冷・温熱供給開始	

【6】 構想の実現に向けた課題と方策

項目	課題	課題に対する対応方針、対応策
構想全体	推進体制の構築	石狩市に設置されている、「石狩超電導直流送電プロジェクト推進協議会」等にて検討 関係者間での定期的な会議の開催 (対応する提案者) ・地域低温熱エネルギー利用電力システム実用化研究会 ・中部大学 ・石狩市
リーディングプロジェクト① 未利用エネルギーを活用した創エネと超電導技術を活用した送エネインフラの検討	創エネルギー供給体制の確立	・供給体制全体計画の策定 ・既存のエネルギー会社との連携 ・再生可能エネルギー発電設備の設置場所の選定 (対応する提案者) ・地域低温熱エネルギー利用電力システム実用化研究会 ・中部大学 ・石狩市
	エネルギーネットワークの構築	・ハイブリッド・エネルギー輸送管の検証 ・ハイブリッド・エネルギー輸送管による10kmループ幹線の設置 (石狩湾新港の工業地域への設置) (対応する提案者) ・地域低温熱エネルギー利用電力システム実用化研究会 ・中部大学
リーディングプロジェクト② 地域エネルギー会社の運営体制の確立と地域における企業誘致と新産業創造の検討	事業運営体制の確立	・実行可能性詳細調査 採算性調査 ・運営プランの策定 地域エネルギー会社事業計画策定 ・地域エネルギー会社設立準備 地域エネルギー会社事業準備 ・事業資金の確保 (対応する提案者) ・地域低温熱エネルギー利用電力システム実用化研究会
	地域産業活性化と人口減少対策	・企業誘致、新産業創造プランの作成 (対応する提案者) ・地域低温熱エネルギー利用電力システム実用化研究会 ・石狩市

『石狩湾新港地域におけるスマートエネルギー構想』の実現へ

【参考】

【4】 構想の実現に向けたリーディングプロジェクト～各リーディングプロジェクトの概要①

【リーディングプロジェクト①】 未利用エネルギーを活用した創エネと超電導技術を活用した送エネインフラの検討

項目	内容
プロジェクトの内容(構想全体における位置づけ含め)	石狩市にある、LNG発電、風力発電、太陽光発電、バイオマス発電、LNG由来の未利用冷温熱などの多様なエネルギー資源を活用し、環境に配慮しつつ、低廉なエネルギー供給を実現する、電気と冷・温熱の三位一体型のエネルギーインフラを石狩湾新港地域に敷設する
実施予定時期	短期：冷温熱事業の実証 短期：再生可能エネルギー発電事業の準備 中期：再生可能エネルギー発電設備の設置、運転開始 短期：ハイブリッド・エネルギー輸送管の検証
想定実施箇所(場所)	石狩湾新港地域
想定実施主体(実施体制)	地域エネルギー会社、発電事業運営会社、中部大学 超伝導・持続可能エネルギー研究センター 石狩超電導・直流送電システム技術研究組合、地域低温熱エネルギー利用電力システム実用化研究会
実現に向けての手順	・LNGからの冷熱回収機器の設計、実証、設置 ・発電設備の設計および設置 ・中部大学 超伝導・持続可能エネルギー研究センター、石狩超電導・直流送電システム技術研究組合、地域低温熱エネルギー利用電力システム実用化研究会を中心に、研究項目に応じてはその他の研究機関や企業の協力を求め、最終的には小規模で共同溝の実験の実施を検討する
想定事業規模	・LNG受入基地における冷熱供給設備および太陽光と風力発電設備の設置 ・石狩湾新港地域に、10kmのハイブリッド・エネルギー輸送管をループ状に設置
想定事業効果	・地域の特性を最大限に活用した地域分散型低温熱エネルギーシステムの実用化と低廉なエネルギー供給の実現 ・CO2削減効果にも多大な期待ができる
実施に向けての課題	・既存のエネルギー会社との連携体制の構築 ・再生可能エネルギー発電設備の設置場所の検討

【参考】

【4】 構想の実現に向けたリーディングプロジェクト～各リーディングプロジェクトの概要②

【リーディングプロジェクト②】 地域エネルギー会社の運営体制の確立と地域における企業誘致と新産業創造の検討

項目	内容
プロジェクトの内容(構想全体における位置づけ含め)	インフラの運用主体として、地域エネルギー会社の設立を検討するとともに、石狩湾新港地域への新産業創造と企業誘致による雇用創出を図る
実施予定時期	中期 : 地域エネルギー会社の設立準備
想定実施箇所(場所)	石狩湾新港地域
想定実施主体(実施体制)	地域エネルギー会社、一次産業・地域振興産業運営会社、石狩市
実現に向けての手順	エネルギー供給インフラ整備、既存のエネルギー会社との温熱、冷熱、電気供給の契約、新規需要創出企業の誘致を平行して進め、金融機関、その他民間企業からの出資を募る
想定事業規模	石狩湾新港地域のデータセンター、食品工場、物流施設などの企業(約700社)の一部に向けて電気と熱を供給
想定事業効果	<ul style="list-style-type: none"> ・安心・安全・安価な電気、冷温熱を石狩湾新港地域に供給することで、企業誘致や新たな産業の創造、並びに雇用に対して多大なる効果が期待できる ・集客施設などを立地することにより都市の魅力が増加することで、企業だけでなく、住民にも選ばれる自治体となり、人口流出防止対策に大いに寄与することができる ・港湾施設の動力や電源供給設備などに安全・安心・安価な電気供給を実現することは、コスト面の優位性だけではなく、港湾の競争力を向上し、輸出機能の強化にも資する
実施に向けての課題	<ul style="list-style-type: none"> ・事業体設立のための事業資金の確保(数十億円単位の事業費と検証費用が必要) ・新規需要創出企業の誘致と新産業創造 ・ルート選定と道路占有許可取得 ・エネルギー輸送管の電気事業法基準対応のためのコストアップ吸収

【参考】

ハイブリッド・エネルギー輸送管の検証(超電導、エネルギー版共同溝)の概要

高温超電導直流送配電システムの研究開発の経緯

基礎的研究

中部大学での研究は山口作太郎教授を中心に2005年に始まった
2006年に20m、2010年に200mのケーブル実験装置を建設
長距離を安定して冷媒を循環させる目的で実験を重ねた

主なプロジェクト

- 1) 2011年度～2015年度
文部科学省「私立大学戦略的研究基盤形成支援事業」
- 2) サハラ・ソーラーブリーダー計画(SSB)
- 3) FUPET によるSiC 半導体素子開発
- 4) JST A-STEP ハイリスクによる
超伝導ケーブル布設方法の開発



200mケーブル

実用化研究

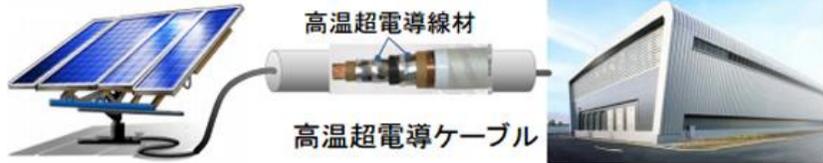
石狩プロジェクトを経て、実用化レベルに到達した高温超電導送配電システム
次のステップは、10kmの直流超電導ケーブルを軸に、
電力・冷熱・温熱を断熱二重管で供給するシステムを構築(ハイブリッド・エネルギー輸送管の利用により電力、冷熱、温熱利用を想定)

実証実験

2013年度から始まった石狩プロジェクトで建設された
ケーブル(500m、1000m)は現時点では電力ロスが世界でもっとも低
損失を実現した超電導ケーブル用断熱二重管の開発に成功

- 5) 2013年度～2015年度
経済産業省「高温超電導直流送電システムの実証研究」
500m: 太陽光発電所とデータセンター間に直流超電導ケーブルを
地下埋設設置し、発電した直流電流を超電導ケーブルで直接
データセンターの直流サーバーへ送電
1000m: 超電導ケーブルを地上設置し、試験用電源を用いて、
長距離送電システムの実用化のために必要な各種試験を実施

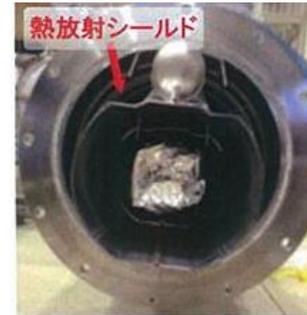
500mケーブル



1000mケーブル



断熱二重管



断熱二重管断面写真

【参考】

エネルギーネットワーク(ハイブリッド・エネルギー輸送管)の法的対応

対応する法規

- 本地域で先に行われた超電導送電の実証事業では関係省庁と協議の結果、超電導ケーブルシステムについては冷却システムを含め電気事業法で一元的に扱うこととなった。
- 本構想のハイブリッド・エネルギー輸送管も基本的には実証事業と同様の管であるため、同様の方針で電気事業法で扱うこととなる見込である。
- 詳細な運用については、現時点では超電導送電に関する関連法規が整備されていないため、適宜関係者間での協議が必要となる。
- 将来的に、全国に整備された社会資本を活用した広域エネルギー供給を行うに際しては、国土交通省などの関係省庁の協力を得ながら、関係法規等の緩和の可能性の検証が必要となる。

公道使用

- 輸送管の布設は、多くの場合、公道への埋設又は地上布設を伴う。このため設置者は、道路管理者(国、各都道府県、又は各市町村)に対して道路占用許可申請を行い、許可を受ける必要がある。設置者が電気事業者である場合は「道路法第33条」の道路占用の許可基準に適合する必要がある。
- 先に行われた実証事業では市道使用の許可に際して、市より埋設物との離隔条件の指示を受け、水道管の一部を移設を条件に許可が下りた。
- 公道使用には道路占有使用料は必要となる。道路管理者により使用料は異なるが、例えば国道については道路占有使用料が埋設物と土地の等級ごとに定めてられており10kmを敷設した場合概算で200～300万円/年(石狩市における実証実験の実績に基づく試算)の費用が発生する。
- 他の道路管理者の場合はおよそ費用の規模は上記と同じオーダーと見込まれる。

事業化に伴う法規対応

- 電気事業法のもと事業を行う場合使用する場合アーク溶接鋼管を使用する必要がある。
- アーク溶接鋼管は電気抵抗溶接に比べ価格が高く(3～4割程度)、コスト高になることを想定する必要がある。

【参考】

検討体制(各会員一覧)

地域低温熱エネルギー利用電力システム実用化研究会 研究会員一覧
研究会員
愛知電機株式会社
株式会社安藤・間
イーグル工業株式会社
さくらインターネット株式会社
株式会社三徳
JFEスチール株式会社
株式会社ジェック東理社
清水建設株式会社
Super OX Japan合同会社
住友電設株式会社
大陽日酸株式会社
日揮株式会社
株式会社パワーユナイテッド
みずほ情報総研株式会社
三菱商事株式会社
オブザーバー
石狩市 中部大学 九州工業大学 北海道大学

石狩超電導・直流送電システム技術研究組合 会員一覧
日揮株式会社
JFEスチール株式会社
さくらインターネット株式会社
中部大学