

NEDO水素・アンモニア成果報告会2025

発表No.A3-2

脱炭素化・エネルギー転換に資する我が国技術の国際実証事業／実証前調査／水素フォークリフト（FCFL）普及のためのアマタシティ・チョンブリ工業団地における最適な水素配給方法の実証研究（タイ王国・チョンブリ県）

金 粲容、白井 路晴
豊田通商株式会社
7月17日

連絡先：
豊田通商株式会社
物流ソリューション事業部 白井
michiharu_shirai@toyota-tsusho.com

1. 調査の背景・目的

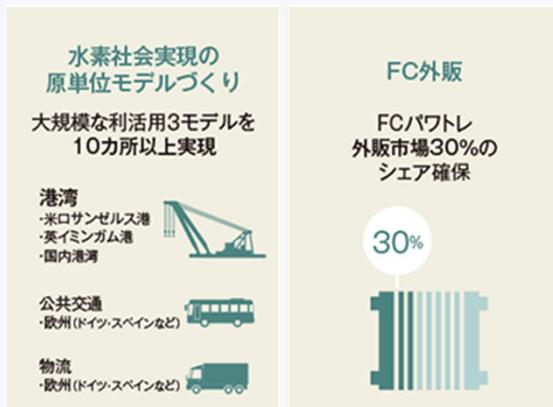
- FCFLの普及は豊田通商の強みを生かしながら脱炭素・低炭素化に資するための有効な手段の一つである。一方で、後述のとおり、最適な水素配給方法の検証等の課題がある。
- 本実証研究を通し、タイ王国アマタシティ・チョンブリ工業団地において**水素フォークリフト（FCFL）**の普及可能性を探るべく、これらの課題の解決を目指す。

豊田通商グループの強み

脱炭素社会移行への取組を推進

- カーボンニュートラルの実現に向け全社横断で取り組む
- 中でも**水素**は重要な領域
- 米国LA港をはじめ複数の現場で大型機材の**水素燃料電池（FC）化**や**水素の地産地消モデル**の実現可能性を検討

水素・FC^{※1}（燃料電池）利活用



出典：弊社HP

タイ

多くの日系企業が進出する最適なフィールド

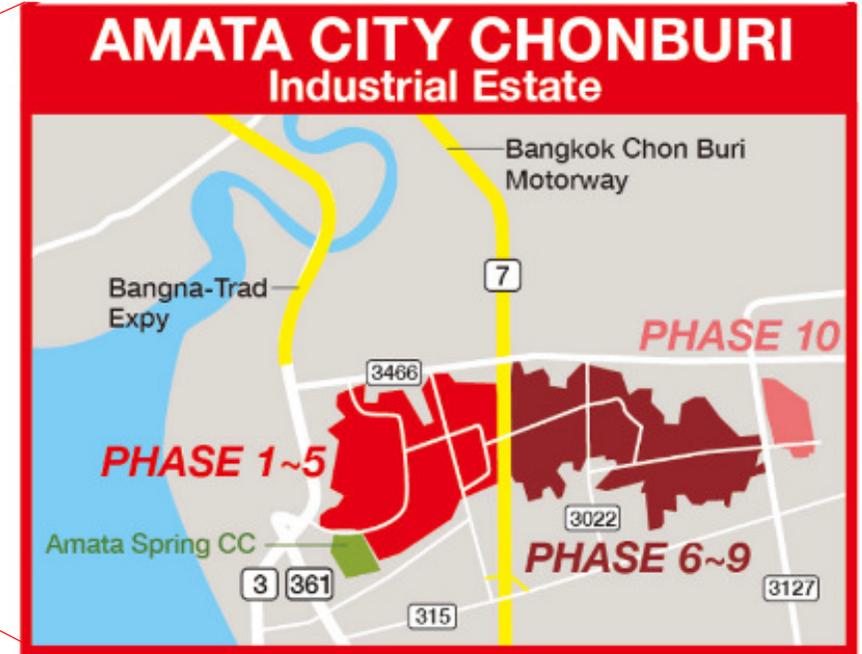
- 東部臨海工業地帯の中心に立地し、日系企業も集積する**アマタシティ・チョンブリ工業団地**に本拠地を置く**豊田通商フォークリフトタイランド（TTFL）**は、60年以上にわたり事業を展開、**タイ国内に14拠点**を構え全土をカバー水素インフラは未整備だが、近年は機運が醸成



出典：アマタシティHP



(参考) アマタシティチョンブリ工業団地とAmata Corporation概要



項目	詳細
会社	AMATA Corporation Public Company Limited
事業	アマタシティ>チョンブリー工業団地の運営
所在地	タイ王国 チョンブリ県
アクセス	バンコク市街より60km、スワンナプーム国際空港より42km
事業期間	1989年より
開発面積	約4,000ha
入居企業数	約800社

<https://www.wisebk.com/amata-city-chonburi/>

1. 調査の背景・目的

■ FCFLには以下のような優位性がある。

1

CO₂排出削減効果

- 稼働時の排出量がゼロ。燃料採掘時からの総計（Well-to-Wheel）でも、ディーゼルFLと比較して（前提条件によっては電動FLと比較しても）**CO₂排出量が少ない**
- グレー水素でもディーゼルFLと比較すれば排出削減効果が見込まれるが、再エネ由来の**グリーン水素**を利用すれば削減効果は更に高まる
- 顧客ヒアリングの結果、**グリーン水素**に対する関心が高く、需要が大きいことが判明：6社からFCFL使用の意向書を入手済

2

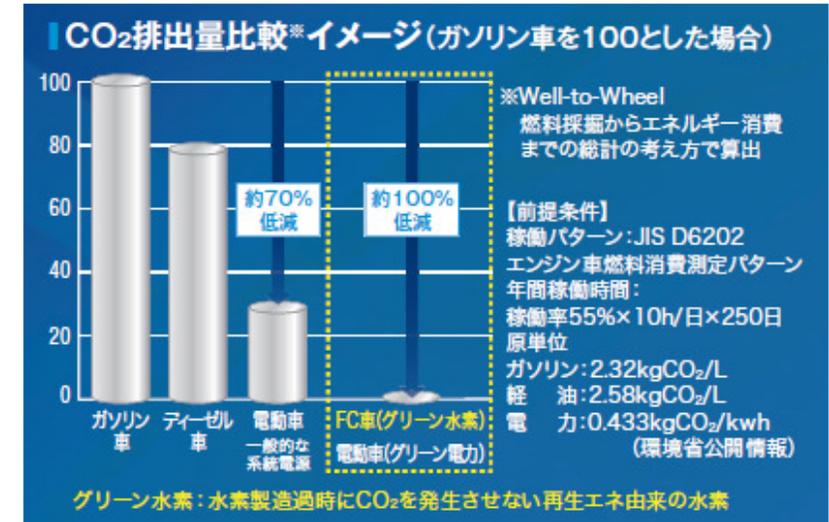
効率的なオペレーション

- **3分程度の充填時間**で約8時間の稼働が可能
- バッテリー充電に6～8時間（交換に15分）要する電動FLよりも短い

3

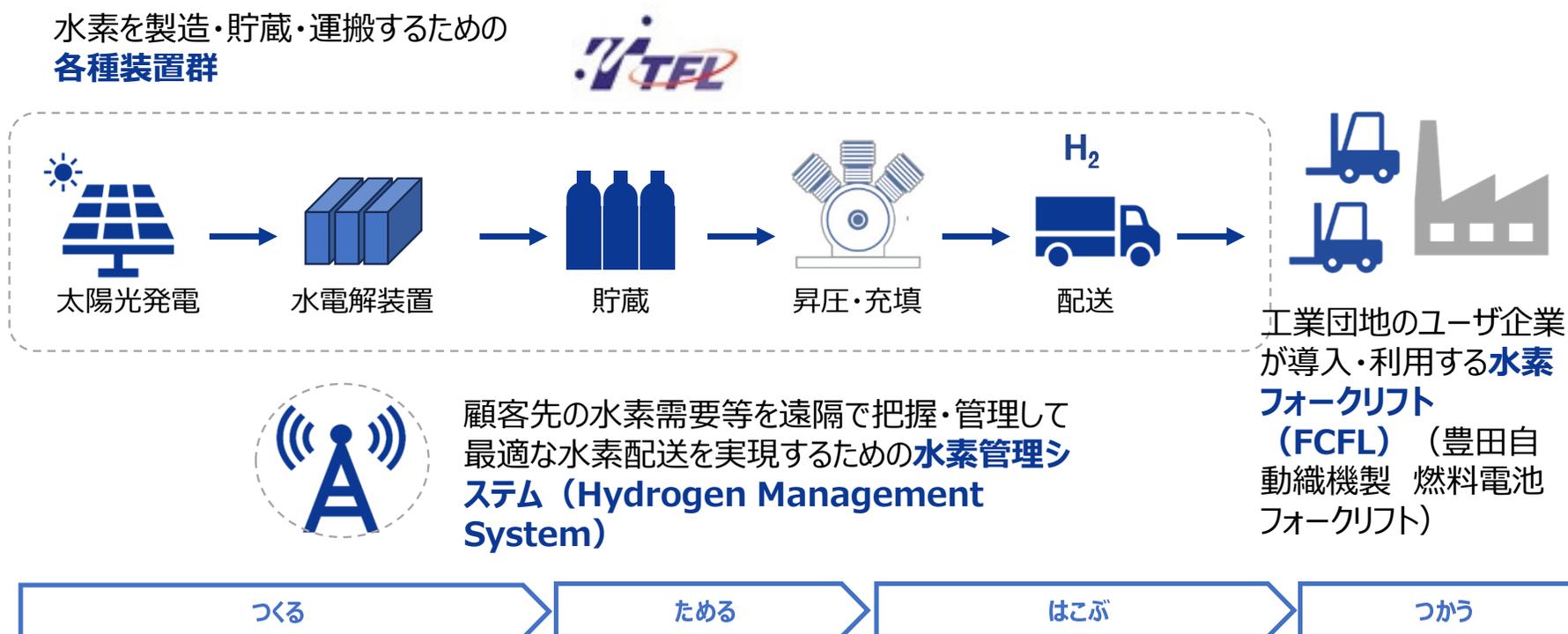
日本の技術的強みと当社の優位なポジション

- 中国等の海外勢が活発なEVに比べ、日本は水素技術で先行
- **タイ国内に14拠点を構え全土をカバー**する強みも最大限活用しつつ、**規模の拡大によるコスト低減・将来のマーケット創出**を図る



2. 調査の内容・成果

- 最適な水素配給方法の検証の結果、最も普及に資すると考えられる水素配給方法をベースに、**水素管理システム（HMS）**の構築・運用を実証
- 具体的には、IoT技術を活用し、FCFLを利用する工場等の客先での**水素需要を的確に把握し、最も効率的な配送ルートによる水素の最適な配送を実現**する仕組みを構築
- 顧客先での燃料切れによる操業への影響が出ないように、**燃料消費量を遠隔モニタリング**し、適切な配送(ルート設定)で遅滞なく配送できる体制構築に向け関係先と協議。**顧客操業に支障が出ない仕組み**で水素供給ができる体制を確立



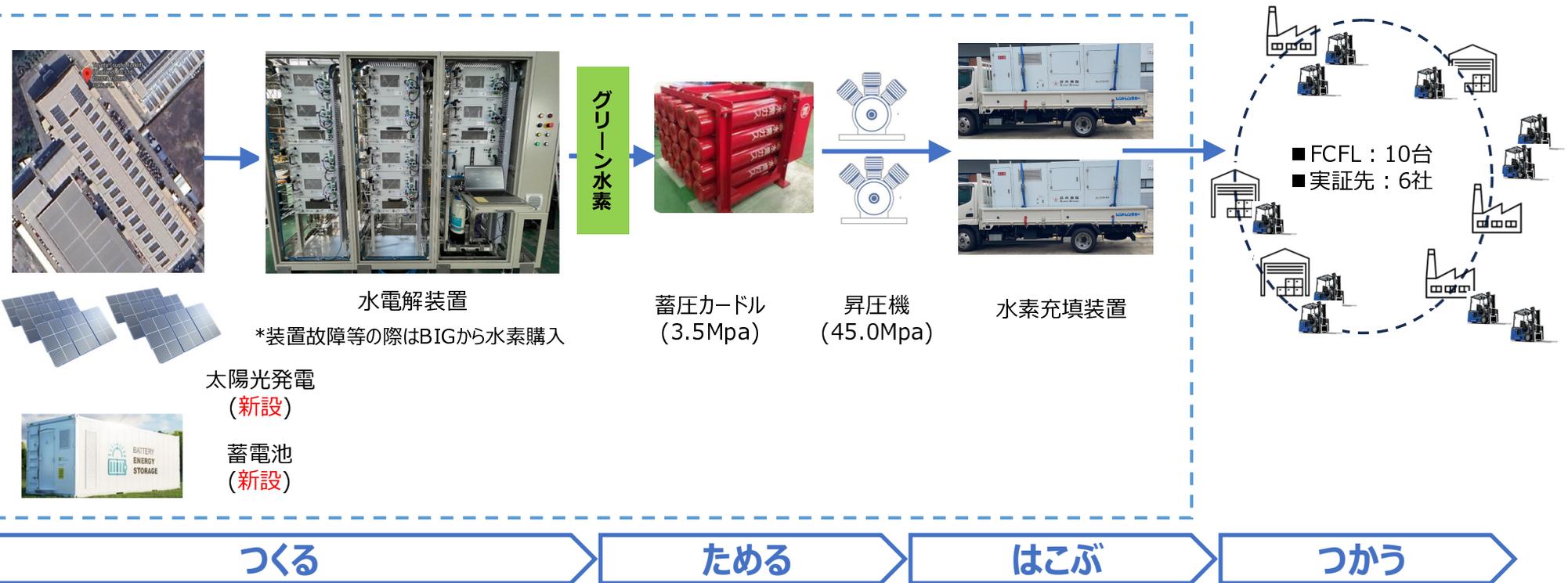
2. 調査の内容・成果

- 実証前調査において、顧客訪問・顧客ヒアリングの結果から、**グリーン水素に対する需要、関心が高いことが判明した。**
- そのため、太陽光と蓄電池を新設し、水電解装置を導入。**再エネ由来の電気を利用し、グリーン水素を生成する。**
⇒ **CO2排出削減効果が最大限見込める**

当初案



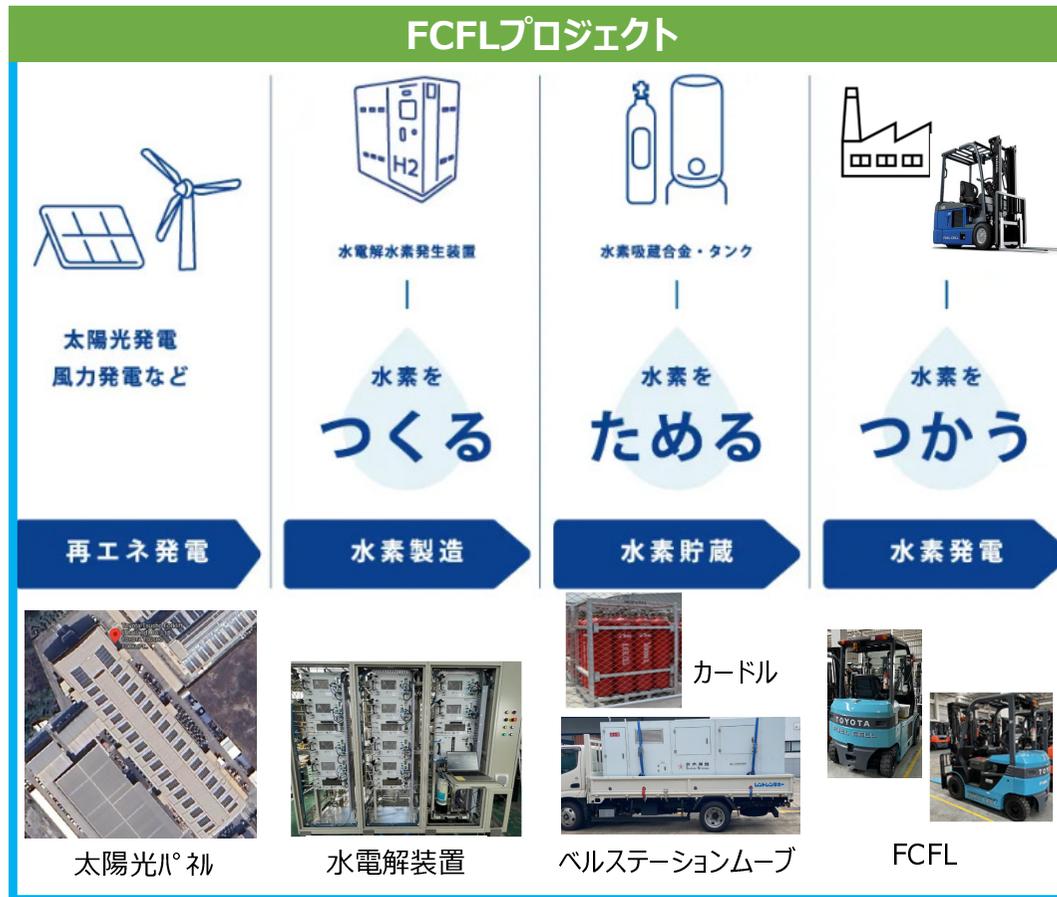
新案



2. 調査の内容・成果

- 水電解装置でグリーン水素を製造するメリットは以下のとおり。

1. **ランニングコストの削減**：自社で水素を生成できるため、外部から購入する水素料金を大幅に抑えられる
2. **グリーン水素の製造**：太陽光発電の再エネを使って水素をつくることで、CO₂排出量のない“**グリーン水素**”を生成



水素製造装置 Enapter



2. 調査の内容・成果

- 日本と異なる高温多湿なタイの環境下で、FCFLや各種水素製造・充填機器が、想定どおりの水素製造・充填管理の下、正常・安全に稼働するかどうかを確認する。

実証対象と確認課題	想定中の成果目標
水電解装置の正常稼働確認	<ul style="list-style-type: none"> 水電解装置が想定どおりの水素製造管理の下運用できるか確認する。
昇圧機の正常稼働・安全確認	<ul style="list-style-type: none"> 要求する圧力（45MPa）まで水素ガスが昇圧されることを確認する。 機器の故障、破損、ガスの漏洩が発生しないことを確認する。 水素漏洩が発生したとしても、爆発下限界以内に収める（空気中の水素濃度4%未満）
蓄圧機の正常稼働・安全確認	<ul style="list-style-type: none"> 要求する期間内において貯めた水素圧力が維持されることを確認する。 機器の故障、破損、ガスの漏洩が発生しないことを確認する。 水素漏洩が発生したとしても、爆発下限界以内に収める（空気中の水素濃度4%未満）
ディスペンサー・差圧式充填装置の正常稼働・安全確認	<ul style="list-style-type: none"> 要求する量の水素が充填されることを確認する。 機器の故障、破損、ガスの漏洩が発生しないことを確認する。 水素漏洩が発生したとしても、爆発下限界以内に収める（空気中の水素濃度4%未満） タイの高温環境下で、FCFLの充填圧力34.5Mpaの際にSoC充填率90%を満たせるか否かの検証 FCFLの場合、日本ではディスペンサー側で34.5Mpaに達したときに自然に充填が止まる設計になっているが、高温環境下のタイの場合、同様に34.5Mpaで充填を止める仕様にしたとしても、気温と圧力の関係で、温度が高温になることが考えられる為、日本と同様な制御が行えるかの検証（温度センサー導入の是非検証）
水素タンクの安全確認	<ul style="list-style-type: none"> 日本の安全基準である設計係数4倍に基づく水素タンクは重量があるところ、小型トレーラーで正常に輸送できることを確認する。 圧力設備の設計時における材料の強さに対する余裕度を示す設計係数を日本基準の4倍から緩和により軽量化する可能性も視野に入れる。 機器の故障、破損、ガスの漏洩が発生しないことを確認する。 水素漏洩が発生したとしても、爆発下限界以内に収める（空気中の水素濃度4%未満）
フォークリフトの正常稼働確認	<ul style="list-style-type: none"> フォークリフトが想定どおりの充填管理の下運用できるか確認する。
水素管理システム（HMS）	<ul style="list-style-type: none"> HMSで燃料消費量を遠隔モニタリングし、適切な配送(ルート設定)で顧客操業に支障が出ないよう、遅滞なく配送する体制が構築できるか確認する。

3. 今後の見通しについて

■ グリーン水素のメリットは以下のとおり。

1. 環境負荷の大幅低減

- グレー水素では化石燃料由来CO₂排出が発生
- 自家太陽光からのグリーン水素化により実質的なCO₂排出ゼロ化を実現

2. 長期的なコスト安定化

- 化石燃料価格変動の影響を受けにくい
- 太陽光と水電解装置による自前エネルギーで、将来的な燃料費の安定化が期待

3. 企業ブランド価値向上

- 再エネ由来水素への取り組みはESG投資やSDGsへの対応として評価
- 環境配慮 ➢ 先進技術を取り入れる姿勢が社会的信用力を高める

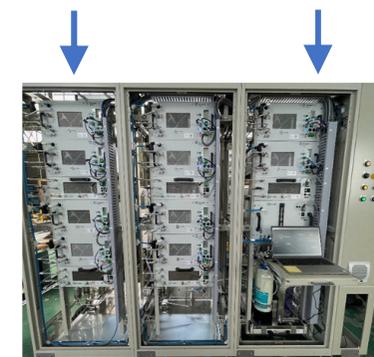
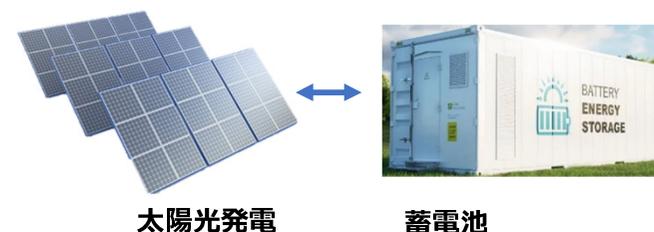
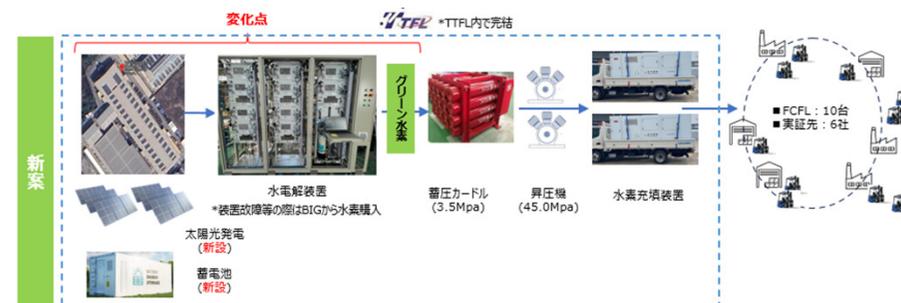
4. 技術的ノウハウの蓄積

- グリーン水素サプライチェーン構築や運用管理技術が獲得可能
- 将来的に水素ビジネス拡大へ展開する際の競争優位性につながる

■ 期待される効果

- FCFL燃料コスト削減 ➢ 安定供給システムの確立により利用拡大を促進
- 工業団地全体の脱炭素化に貢献し、他地域 ➢ 他産業へのモデル転用を可能に
- 国内外での水素社会実現に向けた技術的 ➢ 経済的知見の蓄積

⇒ **本実証研究を通じ、FCFL普及のカギとなる“最適な水素供給モデル”を確立し、社会実装を加速したい**



水電解装置

新技術の実証、プロジェクトとしての先進性 ➢ 波及効果が見込める

3. 今後の見通しについて

■ 事業戦略

- ① 売切⇒レンタルサービスによる顧客の**経済的な負担の低減**
- ② 水素の**製造・貯蔵・運搬**を担い、FCFLを含めた**トータルパッケージでのワンストップサービス提供**
- ③ 水素管理システムによるサービスの高度化による**利便性向上**
- 複数の潜在需要者が存在する工業団地内でのメリット活かした実証を通じ、未利用顧客の需要喚起を期待
- 普及にあたり、タイ政府による**補助金/助成金、インセンティブ付与等**による後押しも重要

既存顧客へのアプローチ

アマタシティ・チョンブリ工業団地内
における普及展開

IEAT（タイ工業団地公社）工業団地
その他工業団地への普及展開

工業団地ごとに展開を図り、面的な拡大を追求

タイ国内工業団地数

アマタシティ・チョンブリ工業団
地所在企業

アマタシティ・チョンブリ工業団
地内のTTFL既存顧客

350社

670社

65団地

顧客・タイ・世界のカーボンニュートラル実現に貢献

法制度等整備支援（経済産業省主体の制度整備事業やタイ水素クラブと連携）

Appendix

水素フォークリフト (FCFL)

(豊田自動織機製 燃料電池フォークリフト)



水素カードル



水素カードルとディスペンサー



BELL STATION MOVE



BELL STATION MOVE 1.8t

2.0t truck



Control panel



Hydrogen filling port



Tank 300ℓ x2



Flow transmitter



Filling nozzle



Filling nozzle



蓄電池 (Battery Energy Storage System)



蓄電池 (Battery Energy Storage System)

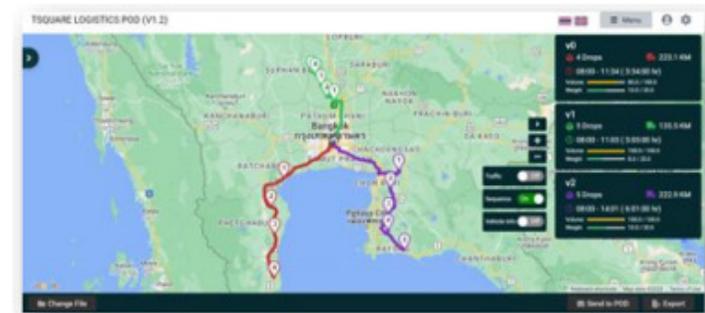


最適な水素配給

豊田自動織機殿ご提供データ



X



配送計画最適化システム(SAAN)

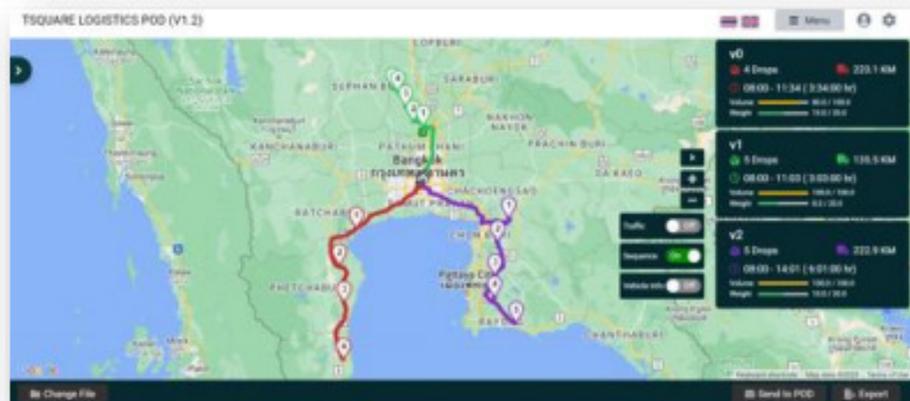
配送計画最適化システム (SAAN Plan)



プランナー

- 膨大な計画作成時間:
様々な顧客から要望やドライバー/車両/倉庫等の制約条件を加味したルート計画作成に大量の時間がかかる
- プランナーの経験頼りのルーティング:
配送時点の渋滞情報をプランナーの経験と勘で予測しており、精度にばらつきがある

最適配送計画作成イメージ



想定顧客業態

- ラストマイル物流 (クーリエサービス、宅配便 他)
- シングルトリップ/マルチドロップ (コールドチェーン、自動車部品納入 他)



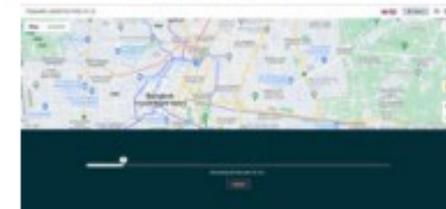
© 2020 - 2022, Toyota Tsusho Mobility Informatics (Thailand) Co., Ltd. All rights reserved.

特徴

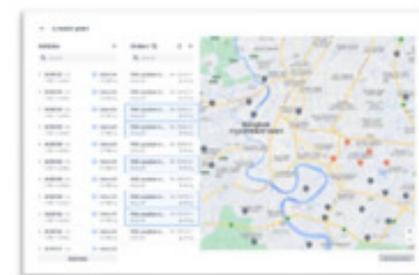
様々な制約条件を加味できる
パラメーターオプション



自動計画作成



ドラッグ&ドロップで作成
ルートに車両/ドライバーをアサイン



独自生成の渋滞情報を
加味したルーティング



取込み可能な方法



CSVファイル



API連携

計画時間が97%削減できた
かつ、効率的な車両の運用
で使用台数を減らしました。



顧客
フィードバック

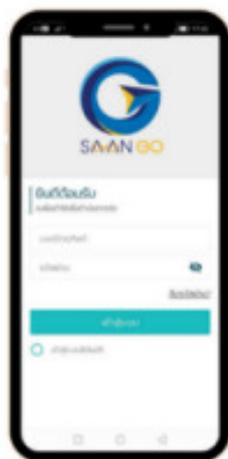
配送距離を台あたり最大19km/日
短縮。到着時間の精度が上がり
顧客満足度もアップしました！

配送計画最適化システム(SAAN)

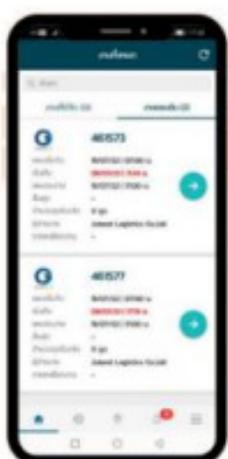
ドライバー支援アプリ (SAAN Go)



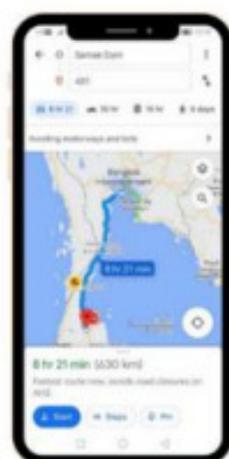
- 紙伝票管理によるオペレーター/ドライバーのミス：手書きの配送伝票による管理が煩雑でサインのもらい忘れやミスコミュニケーションが発生し、リカバリーに時間および負担がかかる



ログイン



タスクリスト



ナビ

想定顧客業態

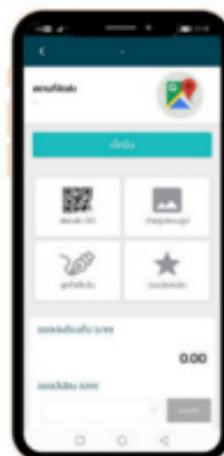
- オペレーションに配送伝票を使用するすべての物流会社



© 2020 - 2022, Toyota Tsusho Mobility Informatics (Thailand) Co., Ltd. All rights reserved.

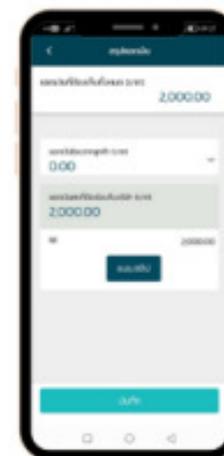
特徴

位置情報利用 チェックイン/アウト



ジオフェンスにより
チェックインアウト忘れや虚偽申告を防止

代引き決済対応(COD)



代引き料金の確認、
記録が可能

Eサイン



Eサイン対応、リアル
タイムにクラウドで
保存/確認が可能

オペレーター/ドライバーのミスが減り、オペレーションがスムーズになることで顧客満足度が向上しました



紙管理がなくなることで、事務処理の時間が低減できました