

先進的技術やデータを活用したスマートシティの実現手法検討及び実証調査（その1）

仙北市スマートシティ推進コンソーシアム

報 告 書

令和2年3月

国土交通省 都市局

目次

第1章 仙北市におけるスマートシティの概要

1.1	仙北市の課題	1
1.2	グローバル・イノベーションを通じたまちづくりのビジョン	2
1.3	仙北市版スマートシティの取組方針	3
1.4	導入を目指すサービスと活用する先端技術の検討	4

第2章 スマートシティの実現に向けたモデル事業の内容

2.1	モデル事業の全体像	10
2.2	令和元年度の取組事業と地域課題（個別）一覧	13
2.3	令和元年度事業 実施スケジュール	14
2.4	令和元年度事業の具体内容	
	（1）公共交通の高度化に向けた実証 ～無人自動運転車両を活用した移動型サービスの実装を目指して～	15
	（2）ドローンによる物流サービスの実証	32
	（3）スマート農業による農業高度化の実証（園芸）	44
	（4）スマート農業による農業高度化の実証（水稻）	51
	（5）観光施策の高度化に向けた調査・検討	57
	（6）水素エネルギーの利活用に向けた調査・検討（ドローン）	65
2.5	スマートシティの実現に係るロードマップ	
	（1）全体の取組スケジュール	72
	（2）個別事業のロードマップ	73

第3章 データ利活用に向けた検討

3.1	活用を予定するデータの想定	74
3.2	データプラットフォームの整備及び活用方針	75
3.3	データの活用方法に関する考察	76

第4章 持続可能な取組とするための検討

4.1 仙北市版スマートシティのビジネスモデルについて	
(1) ビジネスイメージについて.....	77
(2) 資金計画について.....	79
(3) KPIについて.....	79
4.2 仙北市版スマートシティの運営体制.....	80

第5章 横展開に向けた検討

5.1 仙北市版スマートシティの横展開について.....	81
5.2 個別事業の横展開について.....	81
5.3 横展開に向けた情報発信について.....	82

第1章 仙北市におけるスマートシティの概要

1.1 仙北市の課題

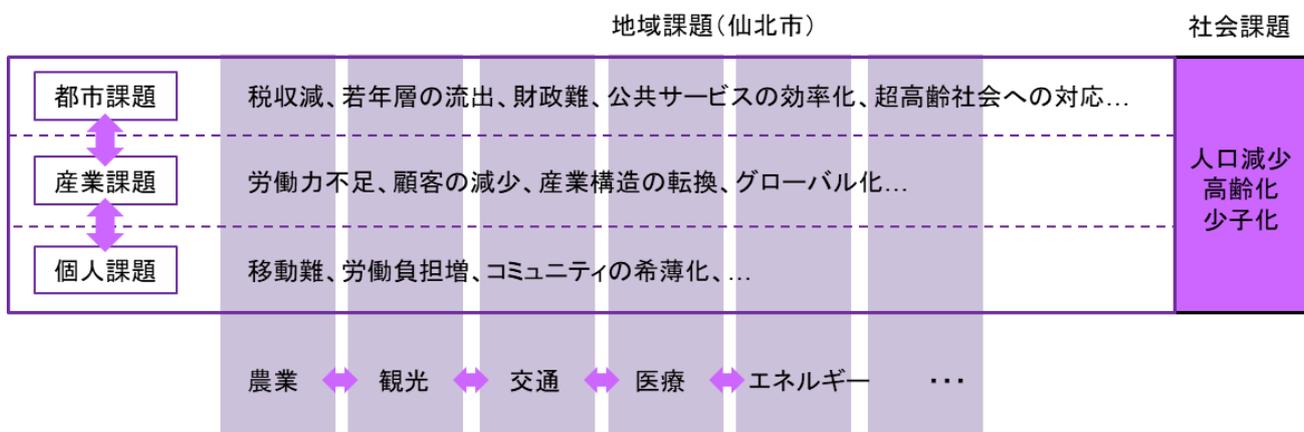
仙北市は、平成17年9月に、角館町、田沢湖町、西木村が合併して誕生した。総人口は、合併当初には、32,637人であったが、令和元年12月には25,857人と、人口減少が進んでおり、高齢化率は41%である。人口推計によれば、令和2年には高齢者の人口さえも減少傾向に移行する超高齢社会の最先端の自治体であり、特に、若年層の社会減が著しく、生産人口が急激に減少している。

仙北市の基幹産業は、農業と観光業である。農業については、農業従事者の高齢化が進む一方、農業従事者の数は横ばいであるにも関わらず、農業生産額は減少傾向にある。また、若年層が市外に転出する社会減をいくらかでも食い止める必要があるが、若年層にとって魅力的な職種を提供できていないため（若年層の就職希望が高い製造業、ICT関連企業は全事業所の数%程度）、高学歴人材の回帰や地元定着、移住に結びついていない。このため、新たな産業の振興と基幹産業である農業の生産額向上が重要である。

観光業については、平成30年の延べ宿泊者は509,648人、内訪日外国人旅行者宿泊者数38,612人（7.6%）と現在の当該地域の宿泊客は9割超を国内旅行に依存しており、年代で見ると60代以上の割合が3割を超えて最大のボリュームゾーンとなっていることから、国内旅行を支えている団塊の世代が後期高齢者になる『2025年ショック』は大きな問題である。日本には多くの外国人旅行者が訪れているが、当該地域は恩恵を享受できていない。東アジアからの旅行者は団体が主流で、滞在時間も短く通過型の観光地化している。一方で欧米豪、東南アジアからのFITは、受入態勢の構築の遅れと、情報発信不足から認知度が低い事で旅行先として選ばれていない事が統計や様々なアンケートから明確になっており観光業において最大の課題である。

まずは基幹産業の生産性向上が急務であるが、そのみならず高齢社会に対応した交通の確保、中山間の地域特性に応じた物流の効率化、若年層の社会減抑制、生産年齢人口の確保など、多岐に渡る課題に対応しなければならない。課題はそれぞれ複雑に連動しているため、個別に課題の効率的な解決に取り組むことと同時に、課題解決に向けた新しいアプローチを模索することも求められている。

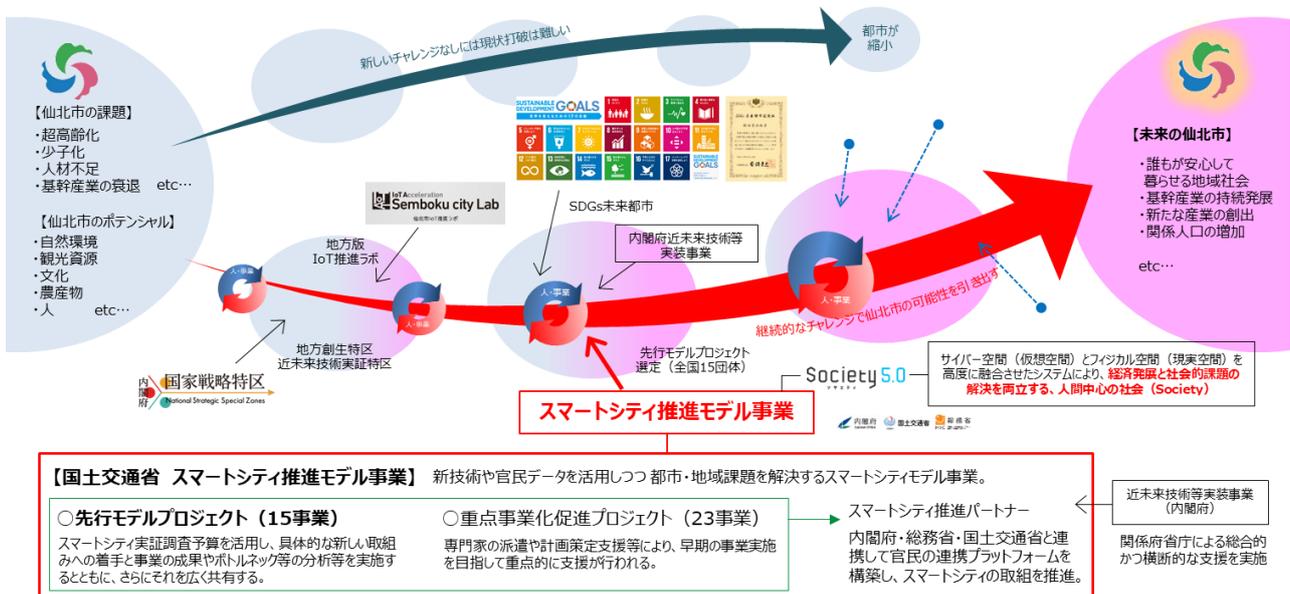
図表1 地域課題の連動イメージ



1.2 グローカル・イノベーションを通じたまちづくりのビジョン

仙北市は、平成 27 年 8 月に国家戦略特区（地方創生特区・近未来技術実証特区）に指定されて以来、農業、観光分野での規制緩和を活用した事業を展開するとともに、ドローンによる物資配送や自動走行の実証実験を実施してきた。これまでも、地域課題の解決のために、規制緩和の活用や近未来技術の実証を実施してきたが、今後、実証から実装にシフトし、まちづくりの基本方針として、「市が抱える様々な地域課題について、AI・ロボット技術（自動車の自動走行、ドローンの自動航行、IoT 等）等の最先端技術を積極的に活用し第 4 次産業革命・Society5.0 を地方から実現するグローバル・イノベーションのモデルケースを構築する」ことを推進していくこととしている。これらにより、農林業、観光業等仙北市の基幹産業の市場拡大を図るとともに、交流・関係人口を拡大させ、規制緩和の積極的な活用による地方創生モデルを発信することを目指す。なお、仙北市版グローバル・イノベーションのイメージは、最先端技術を地域課題の解決に積極的に活用し、次世代を担う世代が住みたくなるまち、自らの夢を自らが生活する地で実現することができるまちを目指し、国際交流を推進しつつグローバルな視点で地域活性化を図る小さな国際文化都市を実現するためのまちづくりを推進することである。

図表 2 仙北市の近年の取組とスマートシティ推進モデル事業の位置づけ



1.3 仙北市版スマートシティの取組方針

本スマートシティ推進モデル事業においては、先端技術やデータを利活用した新たな取組を検討することで、より効率的かつ効果的な課題解決に向けた取組が推進される可能性がある。グローバル・イノベーションを通じたまちづくりのビジョンのもとに行われてきた仙北市の様々な取組を活かしながら、仙北市版スマートシティではグローバル・イノベーションの具体化を目指すことで、市民生活の質の向上、産業の活性化や雇用の拡大等地域内の生産性向上に繋げる。

なお、仙北市版スマートシティの取組における「グローバル・イノベーションの具体化」のイメージは、「先端技術やデータを活用した地域課題の解決に資する新しいサービスが社会実装されること」である。仙北市版スマートシティは、ハードとしての都市像ではなく、地域のイノベーションを生み出すエンジンが搭載されている都市像を目指す。

図表3 仙北市版スマートシティのイメージ

仙北市版スマートシティ

スマートシティをハードとしての都市像ではなく、地域のイノベーションを生み出すエンジンとして捉え、グローバル・イノベーションの具体化(=先端技術やデータを活用した地域課題の解決に資する新しいサービスが社会実装されること)を目指すことで、市民生活の質の向上、産業の活性化や雇用の拡大等地域内の生産性向上に繋げる。



1.4 導入を目指すサービスと活用する先端技術の検討

仙北市がこれまで地域課題の解決のために実施してきた規制緩和の活用や近未来技術の実証事業を活かしながら、まずはそれらの技術をサービス化し、地域へ実装することを目指す。

① 交通・モビリティ分野

<課題の整理>

仙北市内の公共交通は、鉄道路線、バス路線、タクシー等で構成され、多様な形態で運行されている。広範囲に点在する集落からの移動も含め、通勤や通学、通院、買い物などの日常生活における市民の移動のほか、本市の豊富な観光資源を求めて訪れる観光客の移動を支え、地域の生活水準の維持や交流人口の拡大につなげる重要な役割を果たしている。しかしながら人口減少社会において、地元交通事業者の人材確保、路線の非効率化、財政支出など抱える課題は多い。

現在、高齢化率は41%となり、推計では、2030年には47.8%に達すると予測される。また、平成30年12月末現在の自動車の普通運転免許所持者のうち33%が高齢者となっており、年間の免許返納者数は、ここ5年間で約2倍になっている。さらに、独居高齢者も増加しており、公共交通に依存せざるを得ない高齢者が増加している。このような状況のため、地域公共交通をいかに維持発展させていくかは市民の生活水準維持に直結する課題である。

また、仙北市は年間の観光入込客数が500万人を越える秋田県内でも屈指の観光地であるが、各観光スポットが市内に点在しており、新幹線の停車駅（田沢湖、角館）からの各観光スポットへの移動手段（観光2次アクセス）が脆弱である。観光2次アクセスの改善は、魅力ある観光地づくりや通過型観光からの脱却を目指す本市の観光戦略を実現する上でも重要な要素となっている。

<ボトルネック>

- 地元交通事業者の人材確保が難しく、事業の継続性が懸念される。
- 多様な形態の交通があるため、非効率な運行となっており、公共交通維持のための財政負担も増加している。
- 観光二次アクセスの脆弱さが滞在型の観光地づくりの妨げになっている。

<過去の取組>

- 自動運転レベル4の実証実験 等

<スマートシティによる対応の方向性>

「無人自動運転車両を活用した移動型サービス」を実装することにより、地元交通事業者の人材を確保しつつ、市民の移動ニーズに合わせて運行を最適化することにより公共交通の維持発展を行い、市の財政負担を軽減する。またこれを観光転用することで、観光二次アクセスの向上を図り、滞在型観光地化を推進するとともに、新しい観光サービスを実現する。

<活用する先端技術とデータ>

<ul style="list-style-type: none">○自動運転技術○オンデマンド予約システム○交通サービスアプリ○AI 技術（路線の最適化）○人流解析		<ul style="list-style-type: none">○公共交通運行データ○乗降データ○市民の行動データ○購買データ○観光人流データ
等		等

②ドローン分野

<課題の整理>

ドローンは、これまでの社会では活用がされていなかった空域を、様々な観点から活用し得るという点において全世界で注目されている。地方都市での活用事例としては農業用、災害用、観光空撮用、物流などまだ限定的ではあるが、地方での活用可能性を探ることは新しい産業の創出や地域課題に対する新たなアプローチの確立という点においても有効であると考えられる。

とりわけ、仙北市では、平成 27 年に地方創生特区・近未来技術実証特区に指定されて以来、市民の日常生活や行政等、様々な場面でドローンを有効に活用する方策を探っている。これまでに学校間（1.2km）での図書配送実験に成功しているが、ドローンの飛行は、自動航行であっても監視等による目視と同等の環境を実現することや、道路、鉄道等と交差する際には、施設管理者等との調整が必要となり、日常的な航行を目指すには、技術面以外の課題が多く存在する。

高齢化率 50%以上の限界集落も存在し、高齢者のみの世帯も多く、移動販売やスーパーからの日用品等の宅配サービスも利用されていることから、ドローンによる物資配送サービスは、CO2 排出量削減の観点からも、地域課題の解決に資するサービスの一つとして有効である。2030 年までには高齢化率が市全体で 47.8%に達し、労働人口も加速度的に減少する本市においては、人手不足の解消という観点からも、ドローンによる自動配送の実現は重要な課題である。

<ボトルネック>

- ドローンの社会実装に向けた法整備や技術開発が不十分であり、導入が進まない。
- 課題解決に向けた期待値はあるものの、活用事例が少なく検討が進まない。

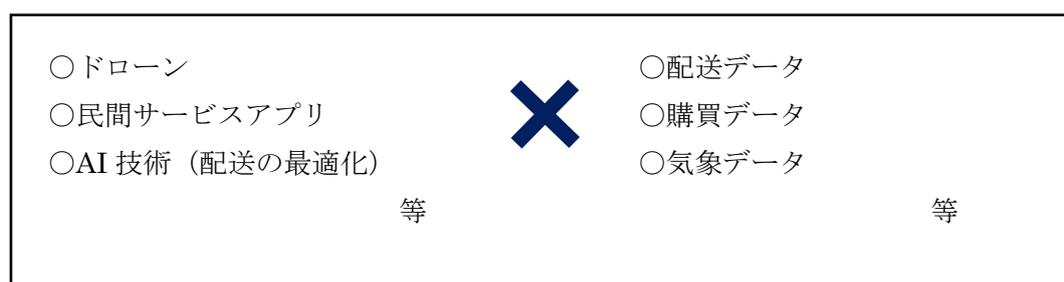
<過去の取組>

- ドローンによる図書配送実験
- ドローンによる農産物の運搬実験 等

<スマートシティによる対応の方向性>

「ドローンによる物流サービス」の実装により、物流事業者の人材を確保しつつ、配送の効率化を行い、買い物等市民の生活に必要なサービスを維持発展させると共に、これによるライフスタイルの変革による若年層に魅力的な産業の創出を図る。

<活用する先端技術とデータ>



③ 農業分野

<課題の整理>

人口減を起点とし、農業の担い手不足、農業従事者の高齢化等により農業生産性が低下している。作業負担の軽減、人材不足の補填等が仙北市の農業従事環境を持続させる上で課題となっている。農業は従事者の年齢層が他の産業に比べて高いが、高齢者でも、農業に継続的に従事できる環境を整備することで、営農年齢を延伸させ、農業従事者数を維持し、農業生産額の向上に繋がる可能性がある。また、仙北市内の若手の農業従事者の中には、センサー技術や ICT を活用したスマート農業を実践しているケースもあり、新たな農業スタイルとして期待が高い。

また、農作物の栽培データの分析により、篤農家のノウハウを蓄積し、農作業の暗黙知を形式知として農業者が共有することにより、農業生産性の向上や、新規就農のハードルを下げることに寄与すること考えられる。現状の課題に対するアプローチを行いながら、将来においても農業が持続的に発展し、住民の生活水準の維持をするために、作業の自動化による農業労働負担の減少や、データを活用した生産の効率化、栽培方法の体系的整理などは有効であると考えられる。

<ボトルネック>

- 高齢化により作業効率が低下し、生産性が低下している。
- 後継者不足による農業従事者の減少により、市内農業生産額の減少が懸念される。
- 農業は経験や勘に頼っている側面があり、職として一定の安定性が認められず、新規就農や後継者不足に影響している。

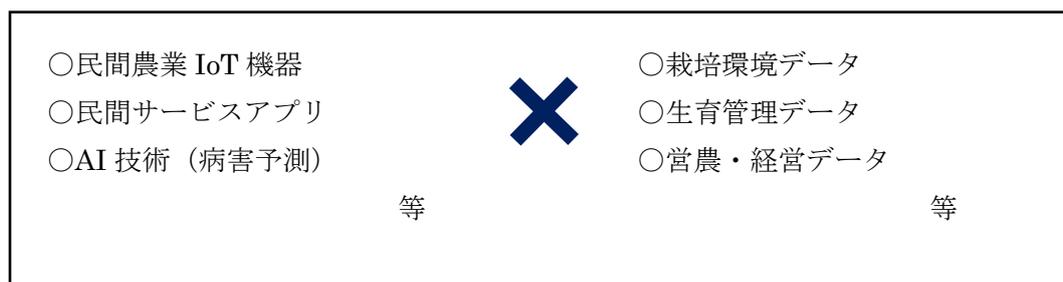
<新技術等を活用した過去の取組>

- 農業 IoT による作業の効率化や見える化の実証 等

<スマートシティによる対応の方向性>

「スマート農業による農業の高度化」により、農業従事者の作業負担を軽減すると共に、効率化により生産性を向上させ、営農年齢の延伸を図る。また、AI やデータの利活用により安定的な栽培方法を確立することで、新規就農者や若年層の就農者獲得を目指し、社会減を抑制すると同時に次世代の農業の担い手を育成し、仙北市の基幹産業としての農業を維持発展させる。

<活用する先端技術とデータ>



④ 観光分野

<課題の整理>

仙北市には年間 500 万人もの観光客が訪れ、県内でも有数の観光地であり、本市で基幹産業として位置付けている。しかしながら、「日帰り、通過型」及び「宿泊者数の漸減」の傾向に歯止めをかけることができていない。仙北市の年間宿泊者数は、平成 15 年度に 87 万人に達したのをピークに、平成 30 年度には 51 万人まで減少している。多くの方に仙北市を訪問いただいても、観光消費額が向上しなければ地域活性化にはつながらない。一人十色ともいわれる観光ニーズの多様化時代において、今後、適切なマーケティングや戦略立案、それに基づく情報発信などがますます重要になる。特に、地方都市においては、現在一般的な観光統計が重宝される傾向にある。例えば観光庁や県などの調査である。しかし一般的な観光統計では、地域の実態把握まではなされていない。現状の実態に合わせた戦略立案をするための独自データはほぼ存在しないに等しく、これらの実態をいかに把握し、新たな観光時代への転換を図れるかが、持続的に観光地として発展していくための必須事項である。特に通過型からの脱却が課題となっている仙北市においては、観光客の観光地での動向の実態を把握し、対策を打つことが早期に求められている。

<ボトルネック>

- 効果的な観光施策を講じるための実態把握（データ取得・分析）が不十分である可能性がある。
- 滞在型観光への転換に向けた効果的な施策が見出せていない。

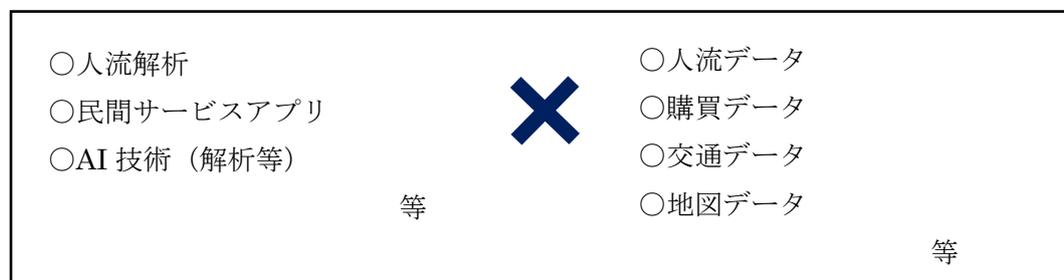
<過去の取組>

- ・観光コンテンツ開発、VRを使った新しい観光PR 等

<スマートシティによる対応の方向性>

観光人流データの活用などによる「観光施策の高度化」により、通過型観光地から滞在型観光地への転換を目指し、宿泊者数や観光消費額の向上を図る。

<活用する先端技術とデータ>



⑤エネルギー分野

<課題の整理>

東北大学大学院環境科学研究科は、平成 29 年度に玉川温泉水からの水素生成に成功した。これを踏まえ、平成 28 年度から、仙北市と東北大学が連携し、玉川温泉水からの水素生成実験を継続しており、これまでの実証実験を踏まえつつ、令和 2 年度までに、改良型の水素生成小型プラントを制作し実証実験を実施し、将来の実用化を目指した研究開発を継続するとしている。（本事業は、内閣府地方創生推進交付金事業として実施中）。

仙北市では、国家戦略特区（地方創生特区・近未来技術実証特区）に指定されていることから、ドローンの様々な場面での活用の検討を進めている。ドローン用のバッテリーにはリチウムイオン電池が利用されているが、技術的にはドローンの連続航行の性能は限界に達しており、仙北市内で利用可能性が出てきた水素を活用することについて検討を進める。水素燃料ドローンは、飛行時間や積載量の増加が期待されることから、物流ドローンへ等の活用などが期待される。また、水素がエネルギー源として実際に活用されることで、産業振興にも繋がり、地域の雇用創出などが期待できる。

<ボトルネック>

- 水素ドローンの実用化に向けた法整備や技術開発が不十分であり、導入が進まない。
- 課題解決に向けた期待値はあるものの、活用事例が少なく検討が進まない。
- 機体や水素の供給体制がまだ整っていない。

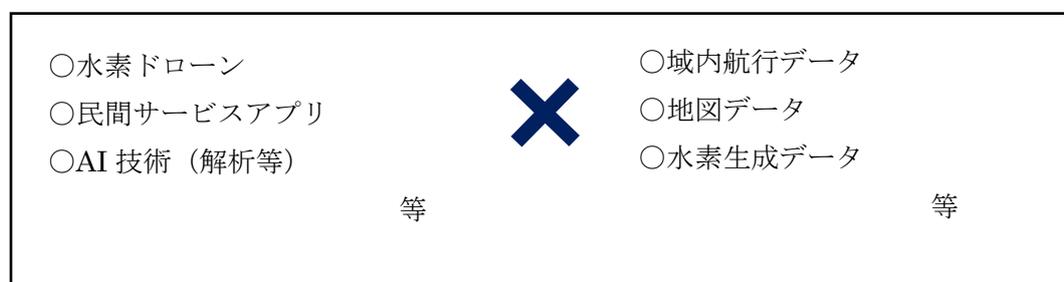
<過去の取組>

- 玉川温泉水からの水素生成実験 等

<スマートシティによる対応の方向性>

玉川温泉水から得られる水素について、水素ドローンへの搭載を検討し、ドローンの社会実装を促進することで、地域内でのエネルギーの地産地消を目指し、新しい産業の創出を図る。

<活用する先端技術とデータ>



第2章 スマートシティの実現に向けたモデル事業の内容

2.1 モデル事業の全体像

団体名	仙北市スマートシティ推進コンソーシアム
対象区域	市内全域（秋田県仙北市）
仙北市の課題とビジョン	<p>○課題 高齢化率が41%に到達。令和2年には高齢者の人口さえも減少傾向に移行する超高齢社会の最先端自治体であり、これにより様々な地域課題を内包する地域である。基幹産業である農業と観光業の生産性向上が急務であるが、そのみならず高齢社会に対応した交通の確保、山間の地域特性に応じた物流の効率化、若年層の社会減抑制、生産年齢人口の確保など、多岐に渡る課題に対応しなければならない。個別に課題の効率的な解決に取り組むことと同時に、課題解決に向けた新しいアプローチを模索することも求められている。</p> <p>○グローバル・イノベーションを通じたまちづくりのビジョン 市が抱える様々な地域課題について、AI・ロボット技術（自動車の自動走行、ドローンの自動航行、IoT等）等の最先端技術を積極的に活用し第4次産業革命・Society5.0を地方から実現するグローバル・イノベーションのモデルケースを構築する。</p>
仙北市版スマートシティの取組方針	<p><u>グローバル・イノベーションの具体化（先端技術やデータを活用した地域課題の解決に資する新しいサービスが社会実装されること）</u>を目指すことで、市民生活の質の向上、産業の活性化や雇用の拡大等地域内の生産性向上に繋げる。</p>
導入を目指すサービスと活用する技術	<p>○無人自動運転車両を活用した移動型サービスの実装 自動走行に不可欠なAIの深層学習のためのデータ取得を先行的に実施し、条件の悪い地方での自動走行技術の課題抽出をするとともに、無人自動運転車両内の空間を利用した移動型サービスの実装を検討。</p> <p>➤活用する技術：自動運転技術、オンデマンド予約システム、交通サービスアプリ、AI技術（路線の最適化）、人流解析等</p>

	<p>○ドローンによる物流サービスの実装 非効率な配送となる低密度集落において、ドローンによる生活物資等の配送サービスの実装を検討。</p> <p>➤活用する技術：ドローン、民間サービスアプリ、AI 技術（配送の最適化）等</p> <p>○スマート農業による農業の高度化 各種センシングやドローン、A I などの活用により、仙北市農業のスマート化を図ると同時に、農業の経験知や技能の見える化により、新規就農者の獲得や就農年齢の延伸を図る。</p> <p>➤活用する技術：民間農業 IoT 機器、民間サービスアプリ、AI 技術（病害予測）等</p> <p>○観光施策の高度化（通過型観光地から滞在型観光地への転換） 観光人流データを分析し、データに基づいた観光戦略を立案、実施。通過型観光地から滞在型観光地への転換を図り、観光消費額の向上を目指す。</p> <p>➤活用する技術：人流解析、民間サービスアプリ、AI 技術（解析等）等</p> <p>○水素エネルギーの域内利活用 温泉水から得られる水素について、プラントを整備し域内での安定的な生成、産業化を目指すと同時に、ドローンの燃料電池としての搭載を検討し、ドローンの社会実装を促進する。</p> <p>➤活用する技術：水素ドローン、民間サービスアプリ、AI 技術（解析等）</p> <p>○取組から得られるデータの相互利用 オープンA P I によるデータ収集・データ利活用を前提に官民でデータを相互利用できる仕組みを構築。</p>
--	--

令和元年度 取組事業	<p>(実証実験)</p> <p>○無人自動運転車両を活用した移動型サービスの実装に向けた、公共交通の高度化に向けた実証。自動走行に関わるデータ収集と条件の悪い地方での課題抽出。デマンド型交通システムへの予約・配車システムの実証。</p> <p>○ドローンによる物流サービスの実装に向けた物資配送実験。</p> <p>○スマート農業による農業の高度化に向けた、最新技術の実証実験。</p> <p>(調査・検討)</p> <p>○観光戦略の高度化に向けた、観光人流データを活用した観光戦略立案の可能性についての調査・検討。</p> <p>○水素エネルギーの域内利活用を目的とした、水素燃料ドローンの社会実装計画に関わる調査・検討。</p>
---------------	--

○令和元年度におけるコンソーシアムの事業実施体制及び実施主体の役割分担

令和元年度における事業実施体制、事業主体の役割分担は、下記のとおり。

	機関名	分担
地方公共団体代表	仙北市	産学官連携
民間事業者代表	株式会社フィデア情報総研	事業統括、計画策定 観光分野
参加機関	MONET Technologies 株式会社	交通・モビリティ分野
	東光鉄工株式会社	ドローン、エネルギー分野
	国立大学法人東北大学大学院環境科学研究科	エネルギー分野
	株式会社池田	農業分野
	ヤンマーアグリジャパン株式会社	農業分野
	株式会社北都銀行	民間連携
	株式会社秋田銀行	民間連携

2.2 令和元年度の取組事業と地域課題（個別）一覧

分野	導入を目指すサービス	地域課題（個別） 要約	近未来技術の活用による将来像	今年度実施する実証実験等の内容	対象者
① 交通モビリティ	無人自動運転車両を活用した移動型サービス	仙北市内の公共交通は、地域の生活水準の維持や交流人口の拡大につなげる重要な役割を果たしている。しかしながら人口減少社会において、 <u>運行事業者の人材確保、路線の非効率化、膨らむ財政支出など抱える課題は多い。</u>	<ul style="list-style-type: none"> 地域公共交通型MaaSの導入をし、市民の利便性向上をするとともに、運行事業者でも、サービス向上と運行サービスの効率化が図られている。 自動運転技術により、運転手の代替が行われ、市民の移動手段のひとつとなっている。 	<p>○白岩地区でのデマンド型タクシーシステムの導入、実施</p> <p>デマンド型タクシーにTranslogを導入し、将来の自動走行に必要な深層学習のためのデータ収集を行う。また、スマートフォン、PCからデマンド型タクシーの予約を可能とするシステムを導入し、利用者及びタクシー事業者の利便性向上を図る。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 運転免許証を保有しない（免許返納者含む）市民
		仙北市は、年間の観光入込客数が500万人を越える秋田県内でも屈指の観光地であるが、各観光スポットが市内に点在しており、新幹線の停車駅（田沢湖、角館）からの各観光スポットへの移動手段（ <u>観光2次アクセス</u> ）が脆弱である。観光2次アクセスの改善は、魅力ある観光地づくりや通過型観光からの脱却を目指す本市の観光戦略を実現する上でも重要な要素となっている。	<ul style="list-style-type: none"> 老若男女誰もが自動運転含む交通サービスをインターネットを通じて手軽に予約でき、将来にわたり交通に対する不安が解消。 移動型サービスの提供によるライフスタイルの変化と、観光2次交通等への波及により、持続可能な地域生活の実現。 	<p>○田沢湖駅を起点とする観光タクシーを対象とした、自動走行に関わるデータ収集</p> <p>観光タクシーへTranslogを導入し、将来の自動走行に必要な深層学習のためのデータ収集を行う。将来的にオンデマンドシステムと連動した自動運転の展開によるMaaSの仙北市での利活用方法についての知見を得る。</p>	<ul style="list-style-type: none"> レンタカーを利用しない観光客 日本人の他、外国人を含む
② ドローン	ドローンによる物流サービスの実装	<p>新しい産業の創出や地域課題に対する新たなプロトタイプの確立という点において、全世界で活用用途の可能性が広がるドローンの地方での活用可能性を探ることは有効であると考えられる。</p> <p>特に、物流の観点からは、人手不足の解消や市民の日常生活の維持のため、将来の物資配送手段の一つとしてのドローン活用を実現することは重要な課題である。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ドローンによる物資配送が選択肢のひとつとして標準化され、市民生活の維持や人材不足解消に貢献している。 水素ドローンが社会実装され、新たな産業が生まれると同時に、ドローンの社会活用が進み、あらゆるシーンで他のスマート事業の加速装置となっている。（農業ドローン、物流、観光、エネルギー産業、防災、等々） 	<p>○ドローンを活用した物資配送に関わる実証実験の実施</p> <p>スーパーから高齢者の自宅まで、日用品、食料品の配送を想定する。現状、トラック等での輸送している物資をドローンで配送する実証実験を実施する。（地元スーパーとヤマト運輸の連携事業）</p> <p>田沢地区、生保内地区の高齢者が現行サービスを利用しているが、このうち、輸送距離が長い、田沢地区の途中まで（6.1km）をドローンでの実証実験のルートと設定（現行規制の範囲で、最長の距離が取れるルート）</p>	<ul style="list-style-type: none"> 運転免許証を保有しない（免許返納者含む）市民のうち、買い物支援が必要な方々
③ 農業	スマート農業による農業の高度化	<p>農業の担い手不足、農業従事者の高齢化等により農業生産性が低下している。<u>作業負担の軽減、人材不足の補填等が仙北市の農業従事環境を持続させる上で課題となっている。</u></p>	<ul style="list-style-type: none"> ドローン、IoT等の近未来技術の積極的な導入が図られ、農業生産が向上している。 高齢者による営農の負担が軽減し、営農年齢の延伸が図られる。 新たな農業のスタイルとして、若手の新規就農が増加している。 農業IoT導入の過程で、地域に即したIoTビジネスモデルの構築を固りつつ実施することで、IoT関連の起業や事業拡大が期待でき、産業振興が実現している。 	<p>○センサーによるハウス内環境の基礎データモニタリング</p> <p>温度、湿度、CO2、日射量の計測（データ化）を実施。農家の経験則を照らし合わせ、「経験知をデータ化」する実証を行う。仙北市における農作物（トマト）の生育状況、育成方法の検証とそのデータ化、課題整理を行い、生産性向上に寄与する。</p> <p>○トマトの栽培に関わるうどんこ病、葉かび病のAIによる病害予測の実証実施</p> <p>モニタリングデータから、AIを活用し病害予測を実施。農家の経験則とAIによる予測を照らし合わせ、「経験知をデータ化」する実証を行う。仙北市における最適な病害予測の手法を検討し、生産性向上に寄与する。</p> <p>○GPS機能を搭載した収量コンバインによるリアルタイム収量マッピングの実証実施</p> <p>ほ場全体の収穫量、作業時間等のデータとその変動を記録することで、収穫作業の効率化（次年度に向けた施肥計画や土づくり等）に向けた課題整理を行うと同時に、農家の経験則を照らし合わせることから「農家の経験知をデータ化（稲作）」することに寄与し、生産性向上に繋げる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 高収益につながる園芸作物に取組む高齢の農業従事者 農地の集積によるほ場整備がなされたほ場を対象に営農する複数農家が参加する農事組合法人 新規就農希望の若手
④ 観光	観光施策の高度化	<p>仙北市には年間500万人もの観光客が訪れ、県内でも有数の観光地であり、本市で基幹産業として位置付けているものの、<u>「日帰り、通過型」及び「宿泊者数の漸減」の傾向に歯止めをかけることができていない。</u></p> <p>現状の実態に合わせた戦略立案をするための独自データはほぼ存在しないに等しく、これらの実態をいかに把握し、新たな観光時代への転換を図れるかが、持続的に観光地として発展していくための必須事項となっている。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 観光ビッグデータの活用による、効果的かつ効率的な観光戦略の立案、取り組みの実施により、マーケットの動向に左右されない、安定した観光収入が得られる強い観光地となっている。 訪問客に必要なデータ等が個別に最適化され、時代に合わせた魅力を発信できる観光地になっている。 	<p>○観光人流データを活用した観光戦略立案の可能性についての調査・検討</p> <p>仙北市にて独自実証中のNTT東日本のWi-Fi整備事業と連携し、観光戦略立案におけるWi-Fiを活用した人流データの活用策を検証すると共に、他の人流データとの比較検討を行う。また、人流データの発展的な利活用方法について調査、検討を行い、滞在型観光地における先端技術の観光活用について知見を得る。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 国内外の仙北市観光客
⑤ エネルギー	水素エネルギーの域内利活用	<p>仙北市では、地域資源（玉川温泉水）を活用した水素生成の研究開発を継続しており、将来の実用化を目指している。水素エネルギーにおいても様々な活用法が研究される中、ドローンへの利活用（水素燃料ドローン）により、現在のドローンの飛行性能を向上させる効果が期待されている。これを先行して研究・検証することにより、エネルギーの地産地消、産業振興、地域の雇用創出な様々な波及効果が期待できる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 水素燃料ドローンが社会実装され、新たな産業が生まれると同時に、ドローンの社会活用が進み、あらゆるシーンで他のスマート事業の加速装置となっている。（農業ドローン、物流、観光、エネルギー産業、防災、等々） 	<p>○水素燃料ドローンの社会実装計画の検討</p> <p>地域資源の有効活用の観点から、水素を燃料とするドローンの社会実装について課題整理を行い、新たな産業の創出の可能性について調査検討を行う。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 運転免許証を保有しない（免許返納者含む）市民のうち、買い物支援が必要な方々 市内事業者 仙北市行政

人口減少
少子化・高齢化

2.3 令和元年度事業 実施スケジュール

事業内容	今年度実施内容	2019年度												
		7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月				
コンソーシアム (共通)	連絡会の開催		★第一回コンソーシアム連絡会(7/24)							★第二回コンソーシアム連絡会(11/12) ▼中間報告				
①無人自動運転車両を活用した移動型サービスの実装 MONET Technologies 株式会社	○白岩地区でのデマンドタクシーシステムの導入、実施 ○田沢湖駅を起点とする観光タクシーを対象とした、自動走行に関わるデータ収集	事前協議、事務手続き			事前検討、地元調整					トレーニング期間 ★中間報告(F総研へ)	【実証実験①】12/1 白岩地区デマンドシステム 実証 【実証実験②】12月中旬 田沢湖を起点とする観光タクシー 自動走行データ収集 ★車載機設置			報告書提出
②ドローンによる物流サービスの実装 東光鉄工株式会社	○ドローンを活用した物資配送に関わる実証実験の実施	事前協議、事務手続き								★中間報告(F総研へ) 現場調整許可申請等	【計画策定】水素ドローン社会実装計画案作成 ★実証実施前報告(F総研へ) ★【実証実験】ドローン配送実証			報告書提出 報告書 内容調整
③スマート農業による農業の高度化 株式会社池田	○センサーによるハウス内環境の基礎データモニタリング ○トマトの栽培に関わるうどんこ病、葉かび病のAIによる病害予測の実証実施	事前協議、事務手続き ★農家選定 ★農家ヒアリング(7/24) 導入前状況、現場確認	★実証実施前報告(F総研へ)						★農家ヒアリング(仮) 状況確認	★中間報告(F総研へ)	【実証実験】ハウス内モニタリング(AIを活用した病害予測)			報告書提出 報告書 内容調整
③スマート農業による農業の高度化 ヤンマー アグリジャパン 株式会社 東北支社	○GPS機能を搭載した収量コンバインによるリアルタイム収量マッピングの実証実施	事前協議、事務手続き							▽農家訪問 製品導入(仮) ★農家ヒアリング(仮) 導入前状況、現場確認	▽農家訪問 製品撤収(仮)	【実証実験】収量コンバインによる収穫作業(データ収集)			報告書提出 報告書 内容調整
④観光施策の高度化 株式会社 フィデア情報総研	○観光人流データを活用した観光戦略立案の可能性についての調査・検討	事前協議、事務手続き							地元調整、関係者調整		【計画策定】観光戦略立案に関わる基礎調査(人流データの取得・分析方法検討)			報告書提出 報告書 内容調整
⑤水素エネルギーの域内活用(水素ドローン) 東光鉄工株式会社	○水素燃料ドローンの社会実装計画の検討	事前協議、事務手続き									【計画策定】水素ドローン社会実装計画案作成			報告書提出 報告書 内容調整
スマートシティ 報告書・実行計画 フィデア情報総研	○仙北市版スマートシティ実行計画の策定	事前協議、事務手続き												★各社進捗確認 構成協議、検討(仮) ★各社進捗確認 必要情報の収集、ヒアリング(仮) ★各社進捗確認 実証状況の確認、中間まとめ(仮) ★各社進捗確認 各社報告反映、最終まとめ(仮)
														▼最終報告書提出 3月19日

2.4 令和元年度事業の具体内容

(1) 公共交通の高度化に向けた検証

～無人自動運転車両を活用した移動型サービスの実装を目指して～

① 概要

地域課題	過疎地域の交通維持、地域交通の効率化、観光二次アクセス整備等
目指すサービス展開 (課題へのアプローチ)	無人自動運転車両を活用した移動型サービス
活用する技術	自動運転、オンデマンド型予約システム、A I
実施事業者	MONET Technologies 株式会社
本年度実証の目的	無人自動運転車両を活用した移動型サービスの実装に向けて、まずは公共交通の高度化を目標に、デマンド型交通システムへの予約・配車システムの実証を行い、実装に向けた課題整理を行う。同時に自動走行に関わるデータ収集と条件の悪い地方での課題を抽出する。
本年度実証内容	白岩地区でのデマンド型タクシーシステムの導入、実施 田沢湖駅を起点とする観光タクシーを対象とした自動走行に関わるデータ収集
実証の区域	仙北市 白岩地区／田沢湖地区

② 実証内容詳細

○白岩地区でのデマンド型タクシーシステムの導入、実施

スマートフォン、PC からデマンド型タクシーの予約を可能とするシステムを導入し、利用者及びタクシー事業者の利便性向上を図る。同時に車両へ Translog を導入し、将来の自動走行に必要な深層学習のためのデータ収集を行う。

<白岩地区の現行のデマンドタクシー概要>

白岩地区の運行は平成 25 年に開始され、地元住民の買物など生活の足として重要な役割を果たしている。

図表 4 白岩地区デマンドタクシー概要

運行事業者	平和観光タクシー㈱
予約方法	電話のみ
受付時間	(1 便) 利用の3日前～前日午後9時 (1便以外) 当日利用便の始発時刻1時間前
運休	日・祝日、12月31日～1月3日 ※便により土曜運休、限定営業あり
支払い方法	現金/回数券/定期券(学生のみ)



出典：仙北市ホームページより

○白岩地区デマンドタクシー 運行経路図

図表 5 白岩地区デマンドタクシー 運行経路図



出典：仙北市ホームページより

○白岩地区デマンドタクシー 運行ダイヤ

図表 6 白岩地区デマンドタクシー 運行ダイヤ



運行ダイヤ

運休日

日・祝日、12月31日～1月3日

※▲印は土曜日運休 ※第6便は、11月1日～3月31日の期間のみ運行



角館駅⇒広久内⇒白岩
⇒蘭田⇒角館駅



角館駅⇒蘭田⇒白岩⇒広久内⇒角館駅

停留所	▲1便	2便
角館駅前	7:10	8:20
ワンダーモール前	7:11	8:21
下川原	7:12	8:22
下中川原	7:15	8:25
上中川原		
抱返り溪谷前		
黒倉		
抱返り入口	7:18	8:28
早稲田		
わらび座前		
浜		
広久内会館	7:20	8:30
五社神社		
下夕町上		
下夕町下		
合羽測	7:23	8:33
高屋敷		
白岩下		
前郷上	7:28	8:38
入角入口	7:31	8:41
上ノ台		
羽後白岩郵便局前		
白岩小学校前	7:35	8:45
堂野口		
上花蘭		
銭田会館十字路口	7:40	8:50
保呂石		
家ノ東		
清水涌		
板井村		
下花蘭集会所前	7:45	8:55
中村		
別当村		
蘭田		
新大塚		
ハローワーク前	7:55	9:05
角館病院前		
小学校前	8:00	
角館中学校前	8:02	
田町下丁		
西宮家前		9:09
秋田銀行前		
中町		
横町		
羽後交通前	8:05	9:13
ワンダーモール前		
角館駅前	8:07	9:15

停留所	3便	4便	5便	▲6便※	▲7便
角館駅前	11:00	13:00	15:30	16:30	19:00
ワンダーモール前					
羽後交通前	11:02	13:02	15:32	16:32	19:02
横町					
角館中学校前				16:34	19:04
小学校前				16:36	19:06
ハローワーク前					
秋田銀行前					
立町	11:04	13:04	15:34		
高校角					
角館病院前	11:08	13:08	15:38	16:39	19:09
新大塚					
蘭田					
別当村					
中村					
下花蘭集会所前	11:12	13:12	15:42	16:42	19:12
板井村					
清水涌					
家ノ東					
保呂石					
釣田会館十字路口	11:16	13:16	15:46	16:46	19:16
銭田					
上花蘭					
堂野口					
白岩小学校前	11:20	13:20	15:50	16:50	19:20
羽後白岩郵便局前					
上ノ台	11:24	13:24	15:54	16:54	19:24
入角入口					
前郷上					
前郷	11:27	13:27	15:57	16:57	19:27
白岩下					
高屋敷					
合羽測	11:30	13:30	16:00	17:00	19:30
下夕町下					
下夕町上					
五社神社					
広久内会館	11:35	13:35	16:05	17:05	19:35
浜					
わらび座前					
早稲田					
抱返り入口	11:37	13:37	16:07	17:07	19:37
黒倉					
抱返り溪谷前					
上中川原	11:40	13:40	16:10	17:10	19:40
下中川原					
下川原	11:41	13:41	16:11	17:11	19:41
ワンダーモール前	11:43		16:13	17:13	19:43
羽後交通前		13:43			
横町					
立町					
高校角		13:47			
角館病院前					
田町下丁					
西宮家前		13:50			
秋田銀行前					
角館駅前	11:45	13:51	16:15	17:15	19:45

地域の足として、
積極的なご利用を
お願い致します。

出典：仙北市ホームページより

<オンデマンド予約に関わり導入するシステム>

○MONET アプリ 提供内容



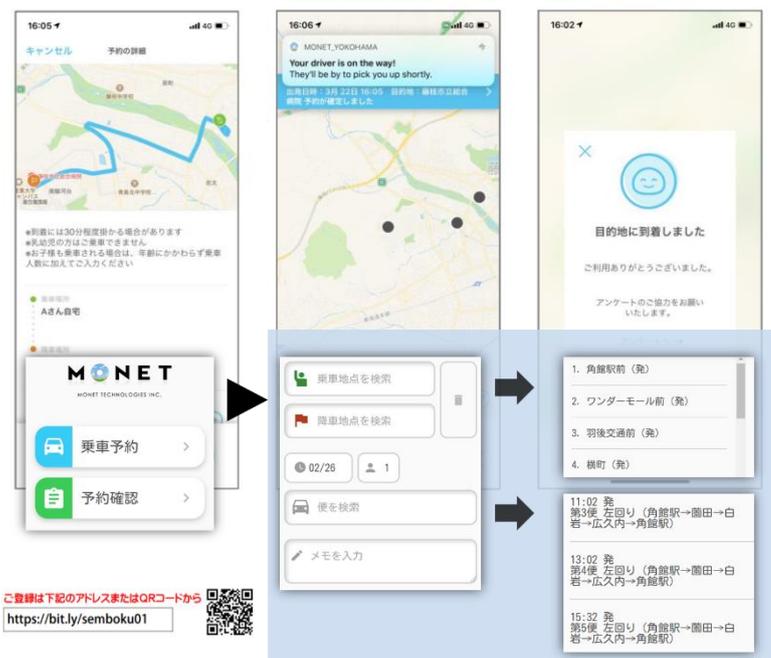
➤ユーザーアプリ (WEB ブラウザ)
(乗車予約)

- ・ 後で乗る/今から乗る
- ・ 乗車日/乗車場所/乗車時間
- ・ 乗車人数
- ・ 予約確定通知/確定内容確認
- ・ 予約一覧リスト表示

(環境設定、その他)

- ・ 利用者登録/変更

図表 7 ユーザーアプリ (WEB ブラウザ) イメージ



出典：Monet Technologies より提供

➤ ドライバーアプリ

(運行開始～終了)

- ・ 運行プラン表示
- ・ 各乗降場所の乗降者情報表示
- ・ 乗車実績記録
- ・ 降車実績記録

(通知)

- ・ 追加予約通知

(その他)

- ・ コールセンター連絡先

図表 8 ドライバーアプリイメージ



出典：Monet Technologies 株式会社より提供

➤ 管理者用WEB

(コールセンター関連)

- ・ 利用者登録
- ・ 乗車予約
- ・ 予約一覧/キャンセル
- ・ 運行プラン表示

(タクシー事業者関連)

- ・ 車両登録/ドライバー登録
- ・ 運行プラン確認

(環境設定、その他)

- ・ 乗降場所登録
- ・ 予約締切時刻 (実装予定)
- ・ 車両位置確認

図表 9 管理者用WEBイメージ



出典：Monet Technologies 株式会社より提供

<運行内容>

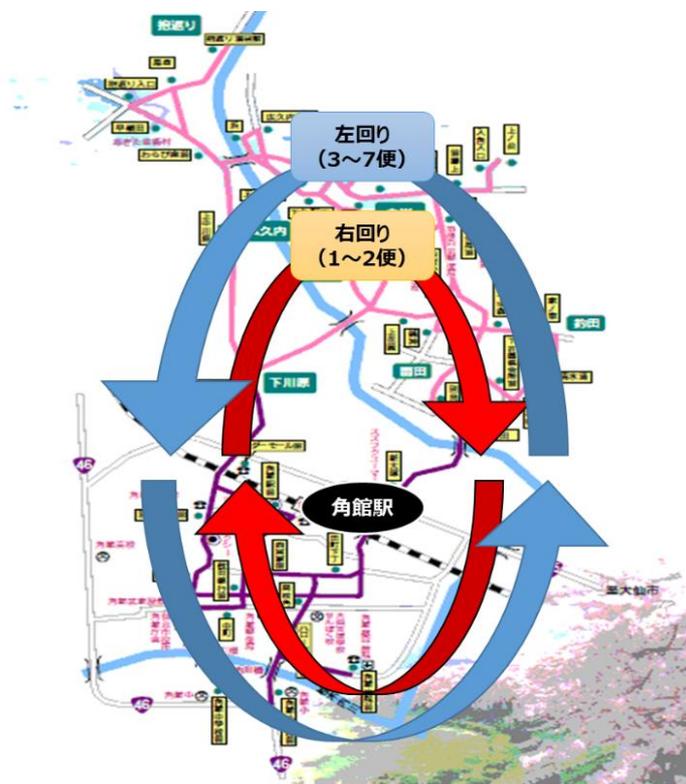
○基本設定

- 予約時間：定時便
- 乗降場所：バス停⇄バス停
- 利用者登録方法：WEB アプリ、管理者 WEB
- 運行ルート：運行距離優先
- 優先時刻設定：乗車時刻優先
- 車両台数：2 台
- 利用者予約方法：電話/スマホ
- 予約確定方法：締切時刻到来後に確定
- 予約受付時間設定：1 時間前から 3 日前まで

○内容

角館駅を起点・終点とした定時定路線の便運用を行う。運行ルートは、第 1~2 便の右回りと以降便の左回り。なお、予約の入らなかった便は、運行しない。同じ便で乗車区間が重なる乗客については、できるかぎり相乗りを行い、効率的な運行計画を作成することとする。定時定路線のスケジュールは、白岩にここに号ご利用ガイドの既存運行ダイヤを基とする。

図表 10 定時定路線の運行ルート内容



○ステーション設定

ステーション情報を以下として初期設定した。

図表 11 ステーションの初期設定

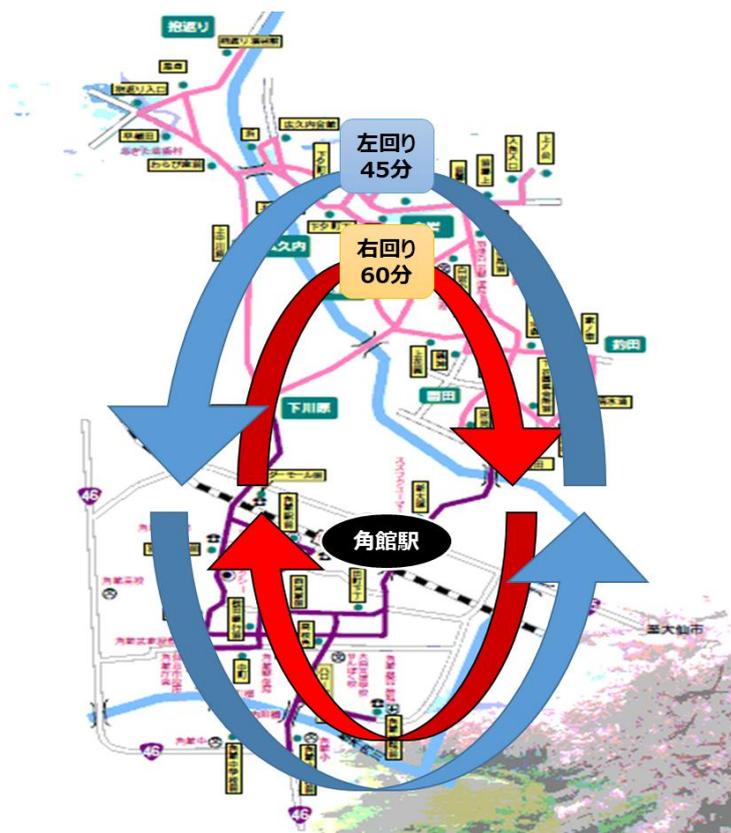
項番	ステーション名	住所表記	地図アイコン
1	1. 角館駅前	秋田県仙北市角館町上菅沢 角館駅前	角館駅
2	2. ワンダーモール前	秋田県仙北市角館町上菅沢 ワンダーモール前	ワング
3	3. 下川原	秋田県仙北市角館町下川原 下川原	下川原
4	4. 下中川原	秋田県仙北市角館町広久内大川原 下中川原	下中川
5	5. 上中川原	秋田県仙北市角館町広久内上中川原 上中川原	上中川
6	6. 抱返り溪谷前	秋田県仙北市田沢湖卒田 抱返り溪谷前	抱返溪
7	7. 黒倉	秋田県仙北市田沢湖卒田黒倉 黒倉	黒倉
8	8. 抱返り入口	秋田県仙北市田沢湖卒田黒倉 抱返り入口	抱返前
9	9. 早稲田	秋田県仙北市田沢湖卒田早稲田 早稲田	早稲田
10	10. わらび座前	秋田県仙北市田沢湖卒田早稲田 わらび座前	わらび
11	11. 浜	秋田県仙北市角館町広久内舟場 浜	浜
12	12. 広久内会館	秋田県仙北市角館町広久内合野 広久内会館	広久内
13	13. 五社神社	秋田県仙北市角館町広久内町後 五社神社	五社神
14	14. 下夕町上	秋田県仙北市角館町広久内下夕町 下夕町上	夕町上
15	15. 下夕町下	秋田県仙北市角館町広久内新町後 下夕町下	夕町下
16	16. 合羽淵	秋田県仙北市角館町白岩新下掬 合羽淵	合羽淵
17	17. 高屋敷	秋田県仙北市角館町白岩高屋敷 高屋敷	高屋敷
18	18. 白岩下	秋田県仙北市角館町白岩前郷 白岩下	白岩下
19	19. 前郷	秋田県仙北市角館町白岩前郷 前郷	前郷
20	20. 前郷上	秋田県仙北市角館町白岩前郷 前郷上	前郷上
21	21. 入角入口	秋田県仙北市角館町白岩寺後 入角入口	入角入
22	22. 上ノ台	秋田県仙北市角館町白岩念仏殿 上ノ台	上ノ台
23	23. 羽後白岩郵便局前	秋田県仙北市角館町白岩上西野 羽後白岩郵便局前	羽後白
24	24. 白岩小学校前	秋田県仙北市角館町白岩上西野 白岩小学校前	白岩小
25	25. 堂野口	秋田県仙北市角館町白岩堂野口 堂野口	堂野口
26	26. 上花園	秋田県仙北市角館町園田上花園 上花園	上花園
27	27. 銭神	秋田県仙北市角館町園田銭神 銭神	銭神
28	28. 釣田会館十字路	秋田県仙北市角館町園田釣田 釣田会館十字路	釣田会

項番	ステーション名	住所表記	地図アイコン
29	29. 保呂石	秋田県仙北市角館町園田釣田 保呂石	保呂石
30	30. 家ノ東	秋田県仙北市角館町園田家ノ東 家ノ東	家ノ東
31	31. 清水涌	秋田県仙北市角館町園田田向 清水涌	清水涌
32	32. 板井村	秋田県仙北市角館町園田板井村 板井村	板井村
33	33. 下花園集会所前	秋田県仙北市角館町園田中村 下花園集会所前	下花園
34	34. 中村	秋田県仙北市田沢湖梅沢大散 中村	中村
35	35. 別当村	秋田県仙北市角館町園田別当村 別当村	別当村
36	36. 園田	秋田県仙北市角館町園田古川 園田	園田
37	37. 新大塚	秋田県仙北市角館町下菅沢 新大塚	新大塚
38	38. ハローワーク前	秋田県仙北市角館町小館 ハローワーク前	ハロー
39	39. 角館病院前	秋田県仙北市角館町西田 角館病院前	角館病
40	40. 小学校前	秋田県仙北市角館町西野川原 小学校前	小学校
41	41. 角館中学校前	秋田県仙北市角館町小勝田下川原 角館中学校前	角館中
42	42. 田町下丁	秋田県仙北市角館町田町下丁 田町下丁	田町下
43	43. 西宮家前	秋田県仙北市角館町田町上丁 西宮家前	西宮家
44	44. 秋田銀行前	秋田県仙北市角館町田町上丁 秋田銀行前	秋田銀
45	45. 中町	秋田県仙北市角館町中町 中町	中町
46	46. 横町	秋田県仙北市角館町横町 横町	横町
47	47. 羽後交通前	秋田県仙北市角館町水ノ目沢 羽後交通前	羽後交
48	48. 立町（左回り循環のみ）	秋田県仙北市角館町岩瀬町 立町	立町
49	49. 高校角（左回り循環のみ）	秋田県仙北市角館町下新町 高校角	高校角

○運行設定

- 各便の起点～終点に要する最大時間に基づき、利用者の乗車時間を最大 60 分と設定。
- 乗車希望時間のズレは、後ろ 10 分まで許容する。
- 前倒しのズレについては、ルーティングアルゴリズム上、早発早着させる仕様であるため、設けない。
- 配車ポリシーは、できるかぎり 1 台の車両に相乗りさせるように設定。

図表 12 運行時間の設定



<自動走行に関わり導入する機材>

自動走行に関わるデータ取得として、Translog を車載し、データ取得を行う。今回は下記項目を取得し、データ蓄積する。

図表 13 Translog によるデータ取得項目と活用法

No	取得項目	安全運行	効率化	車体管理
1	瞬間最大速度	○	-	-
2	速度超過回数	○	-	-
3	急加速回数	○	○	-
4	急減速回数	○	○	-
5	シートベルト非装着時間	○	-	-
6	アイドリング時間	-	○	-
7	総運転時間	-	-	○
8	総走行距離	-	-	○
9	走行回数(ACC ON回数)	-	○	○

(参考写真) Translog



○田沢湖駅を起点とする観光タクシーを対象とした自動走行に関わるデータ収集

観光タクシーへ Translog を導入し、将来の自動走行に必要となる深層学習のためのデータ収集を行う。将来的にオンデマンドシステムと連動した自動運転の展開による MaaS の仙北市での利活用方法についての知見を得る。

<機材を導入する観光タクシー会社概要>

仙北市の主な観光地である玉川温泉、乳頭温泉、田沢湖畔などへのアクセスの起点となる田沢湖駅を中心とし運行をする「生保内観光ハイヤー株式会社」に機材を導入することとする。生保内観光ハイヤーでは周遊観光タクシーの運行等域内の二次アクセスの向上に資する役割も担っている。

<自動走行に関わり導入する機材>

白岩地区デマンドタクシーと同じく、自動走行に関わるデータ取得として、Translog を車載し、データ取得を行う。

③ 実証結果まとめと課題整理

<実証期間>

白岩地区：令和元年12月2日～令和2年2月29日

田沢湖地区：令和元年12月2日～令和2年2月29日

○デマンドタクシー予約数/実車数

	12月	1月	2月	合計
予約件数	545	417	429	1391
実車数	473	388	419	1280

○利用者属性

	12月	1月	2月	合計	割合
高齢者	62	81	63	206	16.1%
大人	322	216	231	769	60.1%
高校生以上	13	18	9	40	3.1%
子ども（中学生以下）	48	50	74	172	13.4%
幼児	0	0	2	2	0.2%
障がい者	28	23	40	91	7.1%

○利用者性別

	12月	1月	2月	合計
男性	93	103	109	305
女性	380	285	310	975

○利用時間帯（乗車時間、予約含）

利用時間帯	12月	1月	2月	合計	割合
～7:59	43	65	60	168	12.1%
8:00～8:59	149	106	120	375	27.0%
9:00～9:59	10	3	0	13	0.9%
10:00～10:59	48	44	27	119	8.6%
11:00～11:59	73	49	78	200	14.4%
12:00～12:59	55	31	25	111	8.0%
13:00～13:59	62	30	36	128	9.2%
14:00～14:59	0	3	0	3	0.2%
15:00～15:59	83	70	59	212	15.2%
16:00～	22	16	24	62	4.5%

○利用場所

	12月		1月		2月		合計
	乗車	降車	乗車	降車	乗車	降車	
角館駅前	20	38	12	10	26	32	138
ワンダーモール前	127	87	89	44	81	47	475
下川原	0	1	0	0	0	0	1
下中川原	19	19	26	16	34	18	132
上中川原	5	5	2	5	5	4	26
抱返り溪谷前	4	3	1	3	2	3	16
黒倉	18	22	5	14	17	17	93
抱返り入口	3	3	0	0	0	0	6
早稲田	7	6	3	6	5	5	32
わらび座前	1	0	3	0	4	6	14
浜	3	2	6	6	11	10	38
広久内会館	21	18	6	6	10	15	76
五社神社	8	9	8	11	5	5	46
下夕町上	18	18	17	12	18	14	97
下夕町下	7	6	6	6	6	5	36
合羽淵	3	4	3	4	3	2	19
高屋敷	2	2	0	0	0	0	4
白岩下	15	23	10	22	10	12	92
前郷	39	25	34	22	32	17	169
前郷上	9	11	3	7	6	8	44
入角入口	13	14	5	5	8	8	53
上ノ台	0	0	5	2	0	0	7
羽後白岩郵便局前	12	38	22	22	11	12	117
白岩小学校前	15	17	12	15	14	17	90
堂野口	8	10	11	6	5	5	45
上花園	0	0	0	0	0	0	0
銭神	13	16	4	12	7	21	73
釣田会館十字路口	23	21	16	18	14	15	107
保呂石	3	7	2	6	4	6	28
家ノ東	0	0	0	0	0	0	0
清水涌	0	0	0	0	0	0	0
板井村	0	0	0	0	0	0	0
下花園集会所前	9	0	5	2	5	1	22
中村	2	1	1	3	2	3	12
別当村	0	0	0	0	0	0	0
菌田	0	0	0	0	0	0	0
新大塚	6	6	3	7	5	4	31
ハローワーク前	0	1	1	0	0	0	2
角館病院前	58	51	54	72	44	50	329
小学校前	0	0	0	0	0	0	0
角館中学校前	5	19	4	30	4	33	95
田町下丁	0	9	0	8	0	21	38
西宮家前	0	7	0	0	0	1	8
秋田銀行前	4	11	3	4	2	4	28
中町	0	12	0	6	0	7	25
横町	8	0	10	3	9	1	31
羽後交通前	6	2	4	2	1	0	15
立町（左回り循環のみ）	30	1	21	0	19	0	71
高校角（左回り循環のみ）	1	0	0	0	0	0	1

○車載器データ取得結果

個体番号	車両名	取得項目	数値（総数）			単位
			12月	1月	2月	
TR400362	生保内観光ハイヤー① (田沢湖観光)	瞬間最大速度	73	73	81	km/h
		速度超過回数	538	567	1,094	回
		急加速回数	49	69	95	回
		急減速回数	410	292	433	回
		シートベルト非装着時間	0	0	0	秒
		アイドリング時間	0	0	0	秒
		総運転時間	1,670,500	1,443,800	2,243,200	秒
		総走行距離	1,095,661	1,028,216	1,128,297	m
		走行回数(ACC ON回数)	80	73	81	回
TR400359	生保内観光ハイヤー② (田沢湖観光)	瞬間最大速度	79	81	86	km/h
		速度超過回数	2,014	1,361	2,778	回
		急加速回数	82	4	18	回
		急減速回数	650	154	308	回
		シートベルト非装着時間	1,741	80	797	秒
		アイドリング時間	1,260,658	519,841	526,360	秒
		総運転時間	3,814,100	1,779,500	2,814,600	秒
		総走行距離	2,190,214	815,294	956,744	m
		走行回数(ACC ON回数)	91	76	94	回
TR400360	平和観光タクシー③ (白岩乗合タクシー)	瞬間最大速度	83	87	86	km/h
		速度超過回数	950	876	1,028	回
		急加速回数	117	75	219	回
		急減速回数	782	544	751	回
		シートベルト非装着時間	0	0	0	秒
		アイドリング時間	0	0	0	秒
		総運転時間	1,764,700	1,554,400	2,246,900	秒
		総走行距離	565,906	718,434	857,228	m
		走行回数(ACC ON回数)	110	102	121	回
TR400361	平和観光タクシー④ (白岩乗合タクシー)	瞬間最大速度	81	83	81	km/h
		速度超過回数	851	441	764	回
		急加速回数	277	263	279	回
		急減速回数	597	392	500	回
		シートベルト非装着時間	0	0	0	秒
		アイドリング時間	0	0	0	秒
		総運転時間	2,328,900	1,429,300	2,198,700	秒
		総走行距離	745,107	505,109	801,275	m
		走行回数(ACC ON回数)	52	42	51	回

○実証の写真



(写真①) 運転席のドライバーアプリ



(写真②) デマンドタクシー乗車の様子

○デマンドタクシーの利用状況について

実証は12月2日～2月28日までの計90日（うち日、祝日は運休）で行った。実質稼働が70日の中で、予約件数は1,391件。1日あたり約20件の運行が確認され、地域住民の交通として重要な役割を果たしていることが認められる。利用者の属性については高齢者を含めた大人が76.2%であり、通勤、通院、買い物など経済活動においても重要な役割を果たしていると推察できる。利用者の性別は約3分の2を女性が占めている。利用の時間帯では朝9時までの利用が39.1%、次いで夕方15時～16時までが15.2%、お昼の11時～12時が14.4%となっている。朝、昼、夕方と一定利用時間の傾向がみられるため、今後の路線計画の参考にすることが可能である。利用場所については、スーパーと病院を乗降者場所とする人が多く認められた。

○デマンドタクシーの運行管理について

本実証ではアナログとハイテクを共存させる形での対応を行った。（電話予約をPCでシステムに打ち込む等）今後オペレーターの業務の慣れや、アプリ上での予約に移行してくことにより、効率的な運行管理が実現される可能性がある。ただし高齢者の多い地域になるため、スマートフォンの保持、またはアプリの操作などが不慣れな方が多く、アプリ予約への移行に向けた地域住民向けのサポート体制などは今後の課題である。これらは実働しながら見えてくる課題でもあるため、継続したシステム運用により課題をブラッシュアップし、サービスとしての精度を高めていく必要がある。

システムを導入したことにより、データを可視化することができるようになったため、今後はサンプル数を増やしながら、効率的な運行のために必要な分析を行いつつ、利用者の利便性向上に向けた対策も検討する必要がある。

○車載器のデータ取得結果について

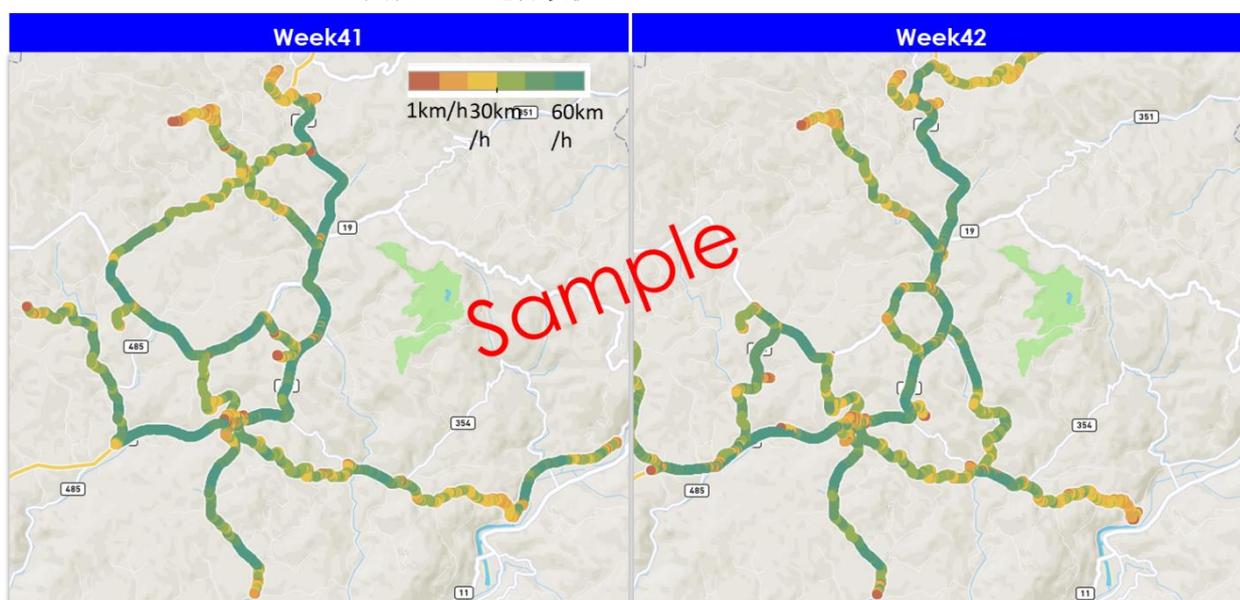
当初観光バスへの車載器搭載も予定していたものの、現行の車載機器では対応していない車格であることが明らかとなり、搭載できる車両を複数検討した上で、今回は10項目について、4台の車両でデータ取得を行った。車両を固定したため、ドライバーは都度変更となつてはいるものの、今後さらにサンプル数を増やすことで、路線運行上の対策箇所を統計的に確認できるようになることが期待され、自動運転の深層学習にも活用が期待できる。ただし、今回の実証の中で車載機器を搭載できる車両が限定されることが明らかになったため、多様な社格に搭載できる車載機器の開発が必要である。

また、今回の実証で可視化したデータは10項目のみであるが、データベースにはこれらの項目と位置情報がリアルタイムで蓄積されていることから、下記のような分析も今後可能となる。分析のためのシステムは現在開発中であるため、今回のデータも活用しながら、システムの開発と合わせて導入することで、分野横断的な活用の可能性が見込まれる。

➤走行ルートに見える化

走行ルートとルート上での走行速度をマップ化。事故防止のために速度が上がりやすいルートへの対策を講じることや、逆にスムーズな運転に支障のあるルートを可視化し整備するという活用法も見込まれる。

図表 14 走行状況レポート イメージ

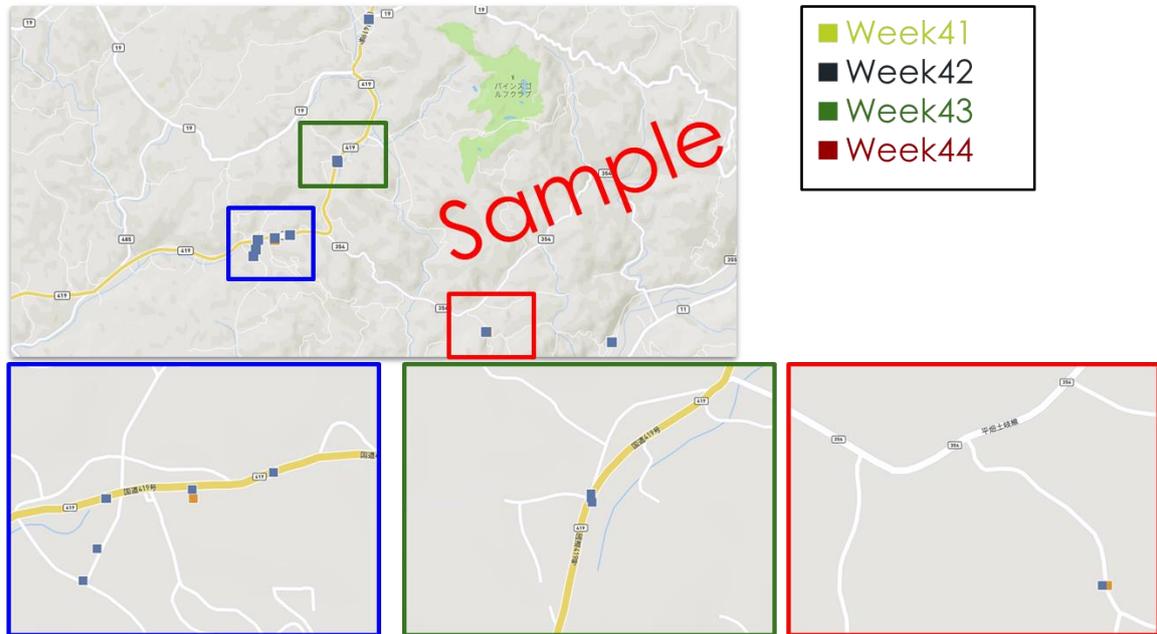


出典：Monet Technologies より提供

➤急制動箇所の見える化

急加速、急減速した場所のマップ化。事故防止のための危険箇所把握に活用が見込まれる。

図表 15 ヒヤリハットマップ イメージ

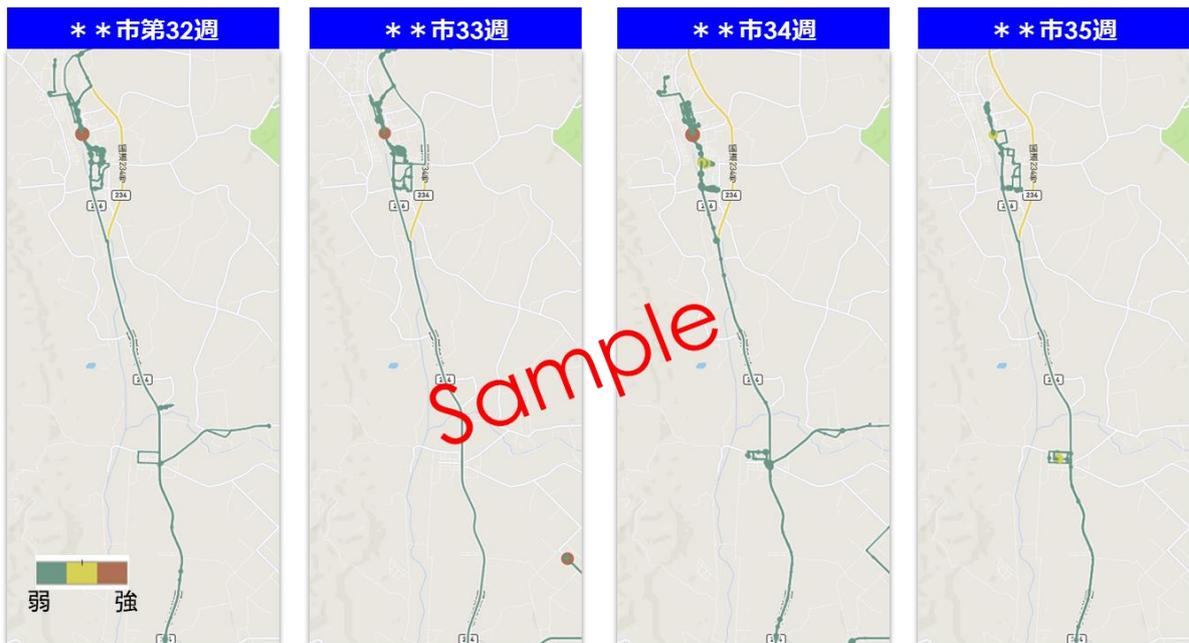


出典：Monet Technologies より提供

➤車両の縦軸（z 方向）の振動を元に、道路状況を可視化

道路状況（縦振動）の可視化。道路の修繕箇所を効率的に発見することや、修繕の優先順位などの検討に活用が見込まれる。

図表 16 道路状況マップ イメージ



出典：Monet Technologies より提供

④データ連携による発展性に関する考察

○リアルタイムでのデータ活用

今回は定時型のデマンド運行で実証を行ったが、今後リアルタイムでの予約の受付や、ルート最適化ができるようになることで、運行の時間に縛られないライフスタイルの実現に期待することができる。また、これらのニーズにリアルタイムで対応する運行スタイルは、域内での配送や、将来の移動型サービスの展開を想定した場合にも必要と想定される。

○データ連携による活用

デマンドで取得したユーザー属性等のデータは、今後公共交通の路線検討（重点整備エリア）などに活用できる可能性がある。さらに、今後ユーザー個人の行動状況などを把握できるようになれば、一人一人にとって最適なサービスの提供、情報発信などを展開できる可能性もあると考えられる。

また、車載器のデータについては、結果でも示したように事故防止や道路修繕などに活用が期待される。

○ビックデータとしての活用

道路状況や運行のレポートなどは、自動運転車両の開発にとって有用なデータになると考えられる。様々な条件でのサンプルを増やすことから、より精度の高い開発が見込まれる。

⑤今後の展開に必要な規制緩和

自動運転車両の社会実装に向けた規制緩和が必須となる。

⑥横展開に向けた方針

公共交通の高度化について、まずは既存のデマンドの高度化を実証した。特に仙北市の場合は定時定路線型の体制であったため、同様の地域での導入の検討の際に本実証で得られた知見等は活用可能である。

(2) ドローンによる物流サービスの実証

① 概要

地域課題	過疎地における生活環境整備、宅配サービスの効率化、緊急時の物流確保 等
目指すサービス (課題解決の手法)	ドローンによる物資配送サービス
活用する技術	ドローン、民間サービスアプリ、AI 技術（配送の最適化）等
実施事業者	東光鉄工株式会社
実証の目的	ドローンの社会活用のひとつとして、物流におけるサービス展開の可能性を調査し、実装に向けた課題整理を行う。
本年度実証内容	ドローンによる物流サービスの実装に向けた物資配送の実証実験
実証の区域	仙北市 田沢湖地区

② 実証内容詳細

<p>○ドローンを活用した物資配送に関わる実証実験の実施</p> <p>地元スーパーが宅配業者と連携して行っている買物代行宅配サービスでのドローン活用に関わる実証実験。地元スーパーから交通の便が悪い集落の高齢者自宅まで、日用品、食料品等の積載・配送を想定して行う。</p>
--

< 現行の買物代行宅配サービスの概要 >

対象区域には拠点となるスーパーが 2 店舗あるが、うち既に買物代行宅配サービスを事業実施しているグランマート田沢湖店（株式会社タカヤナギ）を今回の想定とした。

図表 17 現行の買物代行宅配サービスの概要

実施者	グランマート田沢湖店（株式会社タカヤナギ）	-
受付時間	午前 9 時～午後 5 時	午前 9 時～午前 11 時までの注文は当日配送。 午前 11 時～午後 5 時までの注文は翌日配送。
配達時間帯	午後 4 時～午後 8 時	時間指定不可
配送料金	5,400円未満 1,100円（クール+220円） 5,400円以上 550円（クール+220円）	個数によって1個当たり610円～960円加算
配送業者	ヤマト運輸	-
注文方法	電話注文のみ	-
支払方法	現金のみ	配送ドライバーへ支払い
配達除外品	刺身、寿司、オードブル、アイス、冷凍食品、ケーキ、生花、専門店（テナント）商品、危険物（ガスボンベ等）、その他専用ケースに入らない商品	



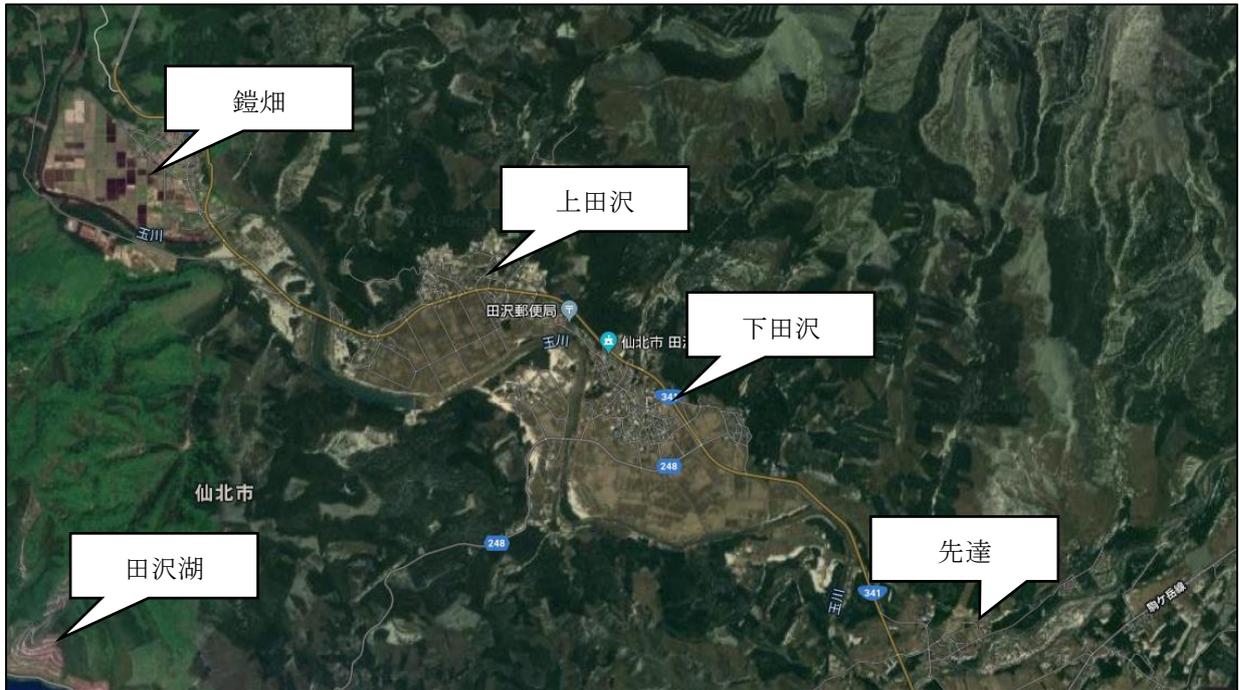
出典：株式会社タカヤナギホームページより

<想定する配送エリア>

○仙北市 田沢地区

田沢地区は、旧田沢湖町田沢の北側に位置する山里で、4つの地域、11の集落で構成される。面積は382平方キロメートルで、仙北市の35%を占める。昭和の合併時の人口は4,542人だったが、平成30年では609人となっている。買い物や病院など、生活圏は生保内地区であり、車で約10～15分程度の距離にある。生活バス路線は現在平日には6本、休日は3本のみの運行である。

図表 18 仙北市 田沢地区 位置図



図表 19 仙北市 路線バス時刻表

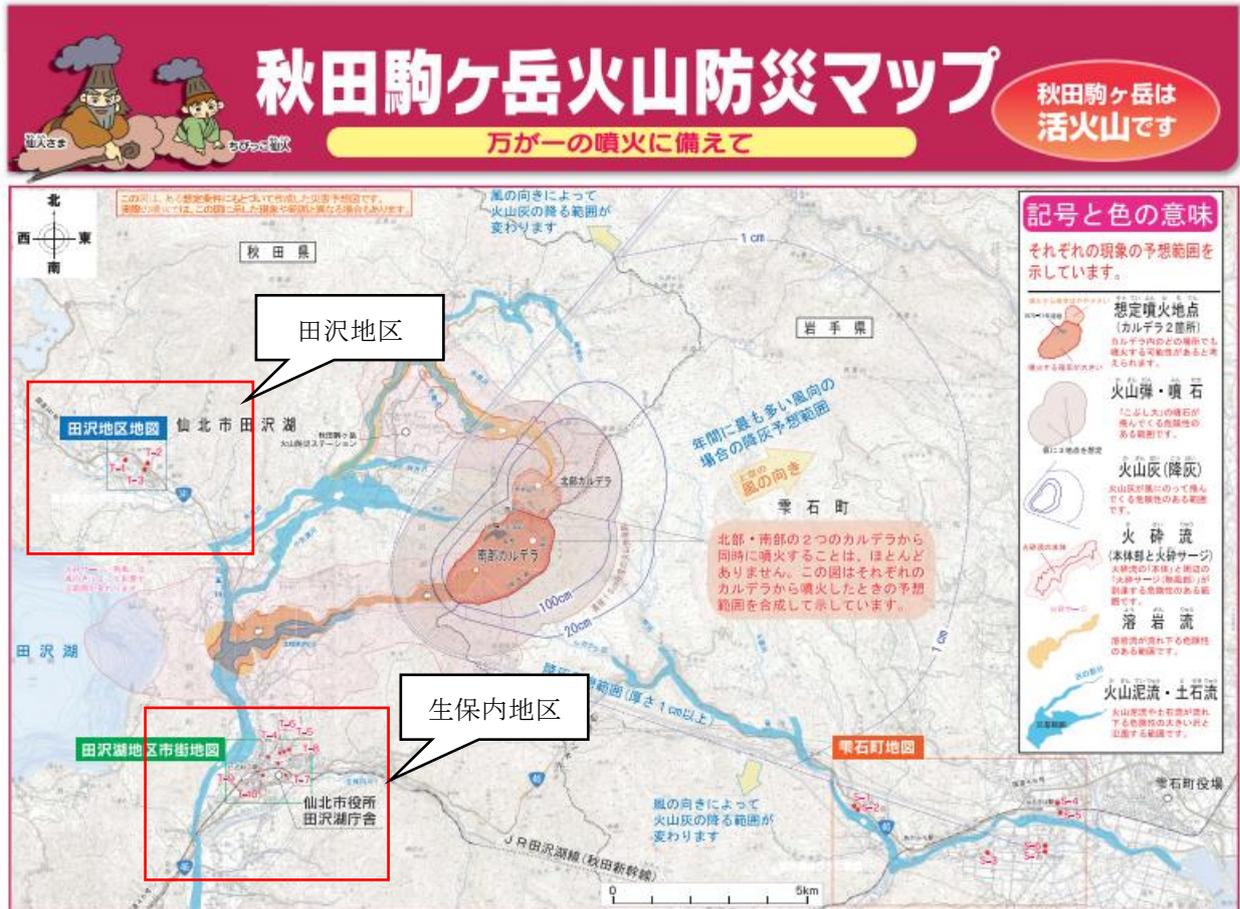
市立田沢湖 病院前発	田沢湖駅前 発	小中学校前 発	黒沢 発	石神橋 発	先達 発	下田沢 発	坂下 発	鎧畑 着
● 7:49	7:50	7:53	7:55	8:00	8:02	8:07	8:09	8:14
	9:09	9:10	9:13	9:15	9:20	9:22	9:27	9:29
● 11:59	12:00	12:03	12:05	12:10	12:12	12:17	12:19	12:24
	13:59	14:00	14:03	14:05	14:10	14:12	14:17	14:19
	16:19	16:20	16:23	16:25	16:30	16:32	16:37	16:39
● 17:19	17:20	17:23	17:25	17:30	17:32	17:37	17:39	17:44
鎧畑 発	坂下 発	下田沢 発	下田沢 発	先達 発	石神橋 発	黒沢 発	田沢湖駅前 発	市立田沢湖 病院前発
● 7:30	7:31	7:37	7:38	7:44	7:45	7:51	7:54	7:55
● 8:20	8:21	8:27	8:28	8:34	8:35	8:41	8:44	8:45
	9:40	9:41	9:47	9:48	9:54	9:55	10:01	10:05
● 12:30	12:31	12:37	12:38	12:44	12:45	12:51	12:54	12:55
	14:30	14:31	14:37	14:38	14:44	14:45	14:51	14:55
	16:50	16:51	16:57	16:58	17:04	17:05	17:11	17:15

●印は、土・日・祝運休

出典：羽後交通ホームページより

また、田沢地区は国土交通省が発表している「秋田駒ヶ岳火山防災マップ」によると、火砕流によって生活圏である生保内地区への動線が経たれる可能性もあり、市民の日常生活を維持するという観点のみならず、災害時の対策としても空路を活用した物流経路の確保は重要であると認識できる。

図表 20 仙北市防災マップ



出典：国土交通省 湯沢河川国道事務所ホームページより

注釈) 秋田県駒ヶ岳

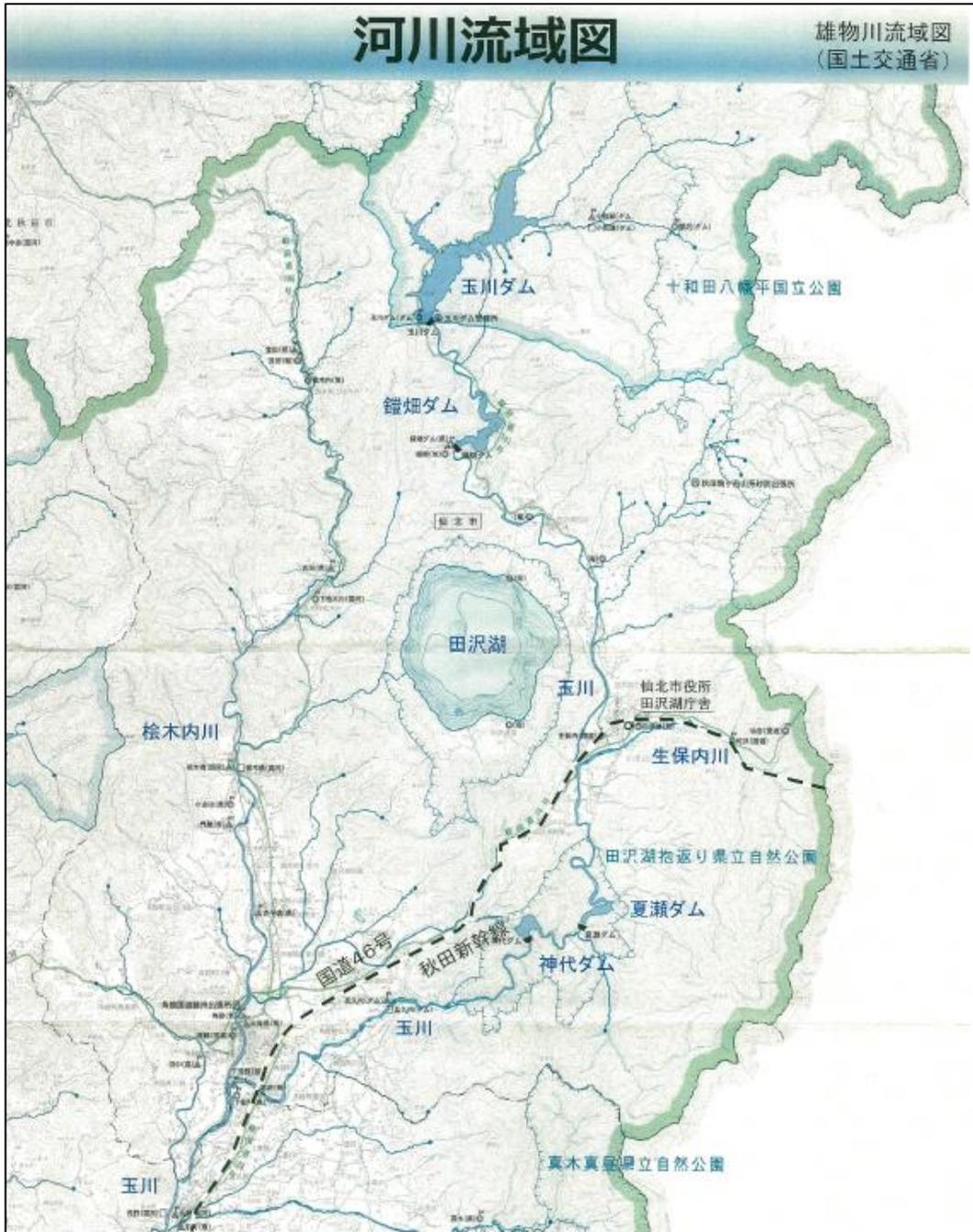
秋田駒ヶ岳は、秋田県・岩手県両県にまたがる活火山で、1970～71年に溶岩流を伴う噴火が発生するなど東北の活火山では活発な活動を継続している状況にある。一方で、秋田駒ヶ岳周辺は、火山の恩恵による美しい景観や豊富な温泉、コマクサに代表される高山植物を求めて毎年多くの方が訪れる観光地となっている。十和田八幡平国立公園の南端。標高1,637m。確かな記録にある噴火は、1890～1891年、1932年、1970～1971年の3回であり、その周期は約40年である。2019年現在は前回噴火から既に48年経過しており、噴火のリスクを常に検討すべき年代となっている。

<飛行ルートの設定>

○河川上を主要経路とした配送ルートの検討

実際の物流を想定した場合、道路や民家上空等は安全管理の面から法整備が十分ではなく、実用に向けてはまだハードルが高い。そこで今回は、比較的許可申請が簡易な河川を主要経路として設定することとした。下記が仙北市内の河川流域図である。中山間地である本市においては、河川の流域と周辺にドローンの宅配拠点を設置することで過疎地域を含めた市内の各エリアに物流拠点を整備できる可能性がある。

図表 21 仙北市 河川流域図

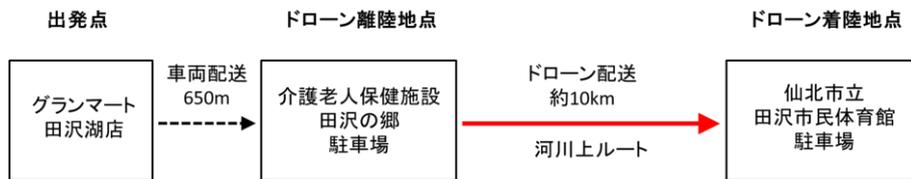


出典：国土交通省 湯沢河川国道事務所より提供

○実装を想定した配送ルート

将来的にはスーパーから消費者の自宅までのダイレクトフライトの実現を模索するものの、現行の法規制の中では実現に向けた課題は多い。そこで、今回は現行の法規制の中でも実現の可能性が高い配送ルート、方法を想定し、下記の配送ルート、方法でのサービスを事例として検証する。

図表 22 実装を想定した配送ルート



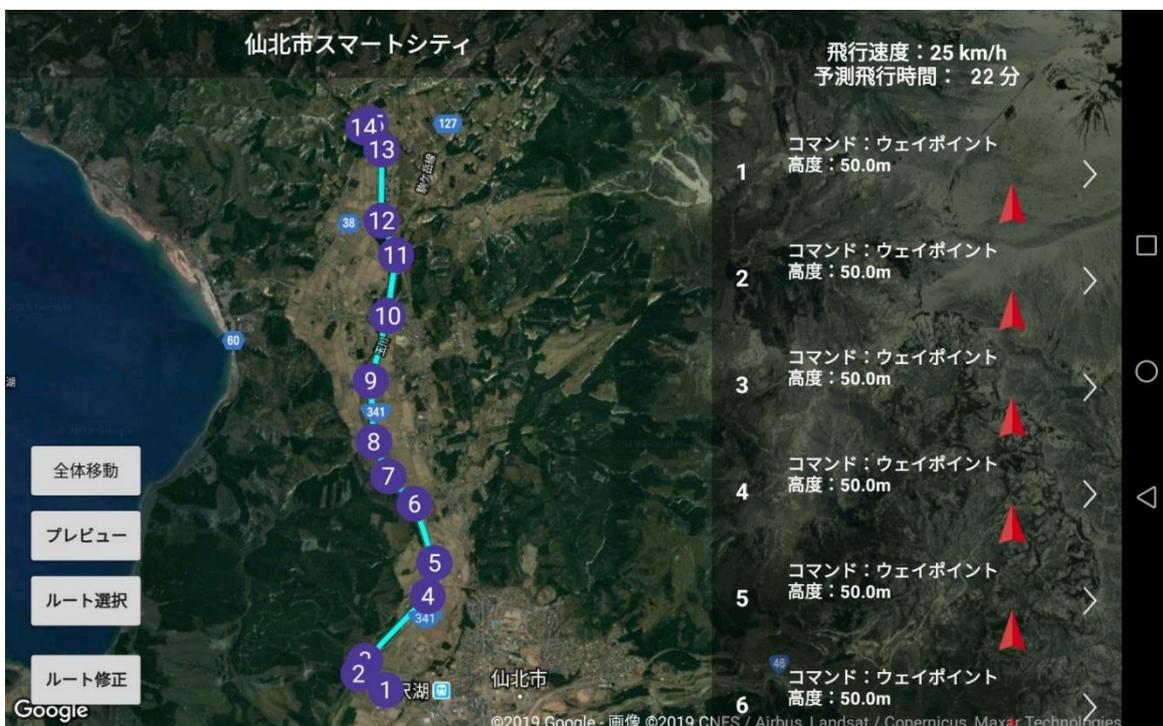
(運用素案)

- ・スーパーからは道路や私有地の上空を通過する必要があるため、極力許可申請の数を減らすべく、最寄りの施設を離陸地点に設定。
- ・離陸地点から着陸地点までは、河川上のルートを飛行。
- ・着陸地点は河川沿いであり、災害時の避難場所にも指定され、地元民が集いやすい体育館の駐車場に設定。
- ・自宅までのダイレクト配送ではなく、拠点への配送をすることで、住民のコミュニケーションが起りやすい状況をつくる。

○実証飛行ルートの設定

想定した配送ルートでの運行を実現するためには、一部目視外飛行やドローンの機体性能の向上が必要と認められたため、本実証では現行の法規制の中で一定の安全性を確保しながら、現状の機体性能で対応可能な距離でルートの設定を行った。(田沢の郷から田沢市民体育館の中間地点までの約6km)

図表 23 実証飛行ルート



<使用機材>

○実機概要

機体は、東光鉄工製 TSV-AH2 を改造し長距離飛行、自動航行を可能にして使用することとした。また、ドローンで荷物を運搬するため、積載する荷物を傷めないようにする工夫を行う。今回使用する機体と主な改造点は下記の通り。

➤ 機体 東光鉄工製 TSV-AH2

図表 24 TSV-AH2 概要

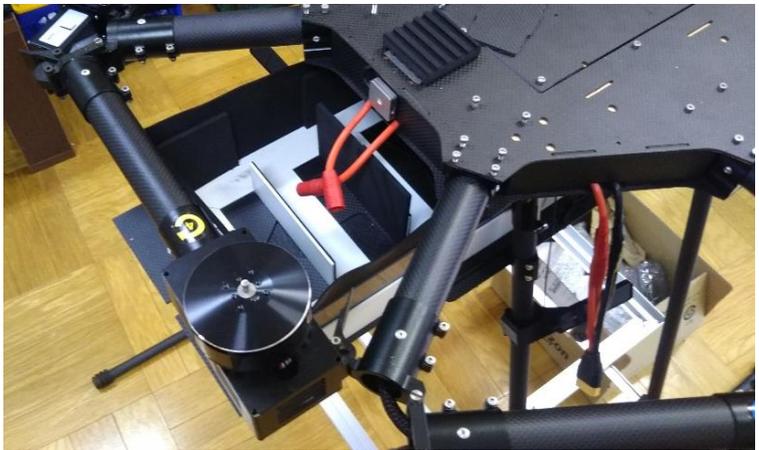


最新型、大型液剤&粒剤農薬散布用マルチコプター。TSV-AQ1 と比べ散布装置の容量アップ、液剤 10L 搭載時 1.25ha、粒剤 9kg 搭載で散布可能。散布装置はネジを使用せず、プルアップノブで脱着可能。従来機と違い、Li-Po バッテリーを本体プレート下部に配置、低重心化より安定した飛行が可能、こちらスライドプレートで脱着可能。プロペラは折り畳み式を採用、取り外すことなく運搬可能。12.5 分の飛行時間で 1.25ha を散布可能。機体総重量は 24.5kg で、アームを水平方向に折り畳み、レバー固定し軽トラックで運搬可。将来、自動航行化のパーツを取り付けることにより、機体を流用可能。

仕様	性能確認 番号	全幅	全長	全高	ローター数	ローター長	最大 離陸重量	総重量	飛行時間	液剤タンク 容量	粒剤タンク 容量	バッテリー 容量
	MR-12	1450mm	1200mm	668mm	6枚	566mm	24.2kg	10kg	12.5分	10L	9kg	16Ah×2本

出典：東光鉄工ホームページより

➤ 改造点

<p>(改造①) 運搬用に、ボックスをスライド式に設置できるよう変更。</p>	
<p>(改造②) 長距離飛行用に、バッテリーを4本搭載できるように変更。</p>	
<p>(改造③) 目的地まで飛行するため、自動航行を可能に変更。</p>	

<p>(改造④)</p> <p>ドローンの振動を吸収するため、バンパーゴムボールを使用しボックスを吊るす構造を検討したが、重さ、傾き（風等の影響）、振動によりゴムが抜ける可能性があり、機体側に振動吸収するための構造を持たせずに、ボックス側に作成。</p>	<p style="text-align: center;">バンパーゴムボールによる振動吸収の例</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div> <p style="text-align: center;">このゴムボールにより振動を吸収する</p>
<p>(改造⑤)</p> <p>荷物を機体から外して運ぶことも想定し、ボックス側に吸収する仕組みを採用。</p>	<p>実証用に作成したボックス</p> <div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;">  <p>※このボックスは、テスト用に作成しています。販売はしてません。</p> </div> <div style="flex: 2;"> <p>サイズ:高さ200mm 幅200mm 長さ300mm 重さ:約500g 素材:フレーム アルミ 面 ポリプロピレン</p> <p>振動吸収のため、フタとケースを固定する金具にバネを使用しています。また、フタとケースの間に発泡ゴムを入れて、ここでも吸収できるようにしています。</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;">  <p>バネ カラビナ</p> <p>※落下防止用にカラビナを装着します。</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>フタとケースの間に発泡ゴムを設置</p> </div> </div>

< 配送物 >

実際の買物宅配代行サービスで需要の大きい生鮮・日配関連の食品から、今回の機体にて積載可能な重量 (1kg) に合わせ、「納豆、豆腐、もやし、しめじ、みそ汁の具」の 5 種類を配送することとした。

< 実証当日の流れ >

- ①電話にて実際に商品を注文 (注文を受けるスタッフには、注文品について事前に知らせずに行う)
- ②スタッフが電話にて受注
- ③受注後、店内にて商品を取りまとめ、ドローン配送ボックスへ梱包
- ④梱包後、離陸地点まで車での宅配
- ⑤離陸地点にて配送ボックスをドローンへ取り付け、離陸
- ⑥農地、民有地、河川上を飛行 (該当箇所については関係者へ届け出、事前説明等を実施した)
- ⑦着陸後、着陸地点にて配送ボックスを取り外し、商品の確認

③ 実証結果まとめと課題

<実証日/天候>	令和元年 11 月 26 日 / 晴れ
<飛行方法>	自動航行（車両での目視追走あり）
<飛行時間>	18 分 ※電話注文から箱詰めまでは約 5 分で完了
<飛行距離>	6.1km
<飛行高度>	50m
<最高飛行速度>	25m/h
<配送物資>	食料品（合計約 1k g）

○実証当日の写真



(写真①) ドローン用宅配 BOX と実際の宅配 BOX



(写真②) 注文後スタッフが品物をピックアップ



(写真③) レジ打ち、金額の確定、梱包



(写真④) 宅配 BOX を配送スタッフへ引き渡し



写真⑤ 配送スタッフからドローンスタッフへ



写真⑥ 実証内容説明の様子



写真⑦ 宅配BOXがセットされた実機



写真⑧ 飛行前確認の様子



写真⑨ 河川ルート上を荷物を搭載して飛行するドローン

○航行結果

約 6km の長距離の自動飛行。実証日が 11 月末で外気温が低下したことにより、バッテリー消費が激しくなったものの、問題なく目的地まで到着できた。今回の実証では、簡単に取り外しができるように、ボックスをスライド式とし、着脱もスムーズに完了。運搬物に対する振動吸収構造の確認と、バッテリーによる長距離飛行の方法も検討し実証を行う事が出来た。

○配送ルートの検証

河川を物流経路としたことにより、地上を経路とするよりも許可申請が容易に調整可能なこと、また墜落等のリスクを最小限に留められることなどの優位性を確認することができた。商用化に向けた許可申請のあり方など、今後利用体系を整備することにより、飛行ルートの確保が容易となり、サービスの展開が促進されることが期待される。

また、河川上のルート飛行をした場合においても、自宅までの直接配送のためには引き続き飛行許可の問題が発生するため、規制緩和等の環境整備を継続して要望すると共に、例えば自宅配送をせず、河川沿線上に拠点を整備し、そこへ配送するという仕組みでの実用化は検討の余地があると考えられる。

○ドローンによる買物代行宅配サービスの展開の可能性

軽微な物資の配送については、今回の機体に積載した配送ボックスにて十分対応可能なことが実証された。本地域における現状の買物代行宅配サービスは、1 日 1 便、到着時間が不明であるのに対し、本実証では実際の電話注文から配送、到着まで 30 分を切る形で対応することができ、市民のニーズに迅速に対応可能な、ドローンによる新たな買物代行宅配サービスの可能性が見出せた。今後注文や精算、受取方法などについても具体的な検討を進めることで、サービス展開が期待できる。

ただし移動距離については引き続きの課題。今回 6km と長距離のフライトに成功したものの、気象条件や積載量に左右される部分が大きく、実装に向けては機体の改善やサービスのあり方に工夫が必要となる。

○ドローンによる物資配送の課題

荷物を運搬する場合、重量と飛行時間の関係性、天候によるフライト条件も発生する。飛行中に強風になった場合、墜落の可能性と荷物の破損の可能性がある。長時間飛行と、目視外飛行が可能になった場合でも、自動航行で輸送する場合、荷物を運搬後の戻るための安全確認等の方法を検討する必要がある。整備等の基準を決め、チェックを遠隔でも行えるようにする仕組みが必要。(機体状態、バッテリー状態等の確認) また、今回の荷物積載は 1kg 未満に設定したが、実際の買物ではさらに重量のある品物の注文も想定されることから、ドローン機体本体の性能向上は必須条件といえる。その点においてハイブリッドドローンや水素燃料ドローンなどの開発、実装はドローンによる物流を検討する上で必須。

○実装（ビジネス化）に向けた課題

運営者については、今回はスーパーマーケットの買物代行宅配サービスのドローン代替を想定したものの、現状の積載量や発注数から考えると、単体でのビジネス化は難しいものと考えられる。ただし、ドローンによる配送で効率化を図れる事業者は他にも宅配、新聞配達、郵便などがあるため、事業者毎にドローンの用途を限定するモデルではなく、サービスとしてのドローン（ドローンアズアサービス）のあり方を検討することによって、可能性が広がるものと考えられる。今後は各物流事業者を交えて検討する必要がある。

また、人口減が進む中山間地においては、便利さはもとより人間同士のコミュニケーションの場も非常に重要であることから、単に物資を配送するだけにとどまらない、運用、ソフト面での対策の検討が必要であると考えられる。

④ データ活用・連携による発展性に関する考察

○リアルタイムでのデータ活用

今後実装を想定した際、当然ながら複数機の同時飛行が考えられる。また、今回は買物代行宅配サービスを想定した飛行であったが、ワンフライトで複数のサービスを搭載しながら飛行することも将来的には考えられる（往路は宅配、帰路は郵便配送など）ため、リアルタイムでの飛行状況確認は必要不可欠である。また、飛行時の機体の異常発生等を迅速に対応するためにも、飛行については常にリアルタイムで管理統制できるような体制の検討も必要である。

○データ連携による活用

飛行結果をその時々々の気象データなどと組み合わせることにより、航路上の安全飛行における基準作成などが可能になる。また、物流という観点から行けば、他のサービスとの連携により、より効率的な配送を実現できる可能性がある（自動運転、有人宅配、ドローンなどの連携）

○ビックデータとしての活用

飛行条件をデータ連携により多数解析することで、ドローン運行の安全基準整備が体系化される可能性がある。気象条件や飛行条件（距離、時間等）、機体条件（バッテリー種類、積載量等）を今後プラットフォーム化し共有することが必要であると考えられる。

⑤ 今後の展開に必要な規制緩和等

目視外飛行、燃料電池等の搭載、通信環境の整備。通信環境については、携帯電話の電波を活用するなど、ドローン等で使用できる周波数帯を準備し、長距離でも使用可能に出来るようにする。ルート上の飛行を管制するためのシステム運用も必要になる。また、機体整備も基準作成が必要になる。

⑥ 横展開に向けた方針

中山間地におけるドローンの物流経路として、河川上空を主要経路とした取組は他地域でも展開が可能と思われる。また、物資配送用のボックスを今回は実証用に作成し成果を得たため、ドローンの物資配送における取組については横展開が可能である。

(3) スマート農業による農業高度化の実証（園芸）

① 概要

地域課題	農業生産性向上、作業負担軽減、営農年齢の延伸、農業知見の形式化
目指すサービス (課題解決の手法)	スマート農業による農業の高度化
活用する技術	農業 IoT AI、農業ビッグデータ
実施事業者	株式会社池田
実証の目的	仙北市に適した技術導入とデータ利活用のあり方を検証し、スマート農業の実装における課題整理を行う。
実証内容	センサーによるハウス内環境の基礎データモニタリング トマトの栽培にかかわるうどんこ病、葉かび病の AI による病害予測の実証実施
実証の区域	仙北市 西木地区

② 実証内容詳細

<p>○センサーによるハウス内環境の基礎データモニタリングの実施 農業 IoT 機器を導入し、温度、湿度、CO2、日射量の計測（データ化）を行うことで、仙北市に適した技術導入とデータ利活用のあり方を検証する。</p> <p>○トマトの栽培に関わるうどんこ病、葉かび病の AI による病害予測の実証実施 モニタリングデータから、AI を活用し病害予測を実施。仙北市内での機器の有用性の検証とデータ利活用のあり方を検証する。</p>
--

<対象作物（トマト）について>

トマトは、熟練された生産者ではなくとも取り組みやすく、収益性の高い作物であり、新規就農者向けでもあることから、栽培データの形式化は新規就農者獲得に期待が持てる作物である。土地を選ばず、ハウス栽培（施設園芸）で、土耕でなくとも水耕栽培や隔離栽培（ポット栽培）を活用して収益を得ている。栽培方法も慣行栽培もあるが、最近では養液土耕システムを使い養液冠水作業を省力化し若い世代の方々も取り組むケースが多い。きゅうり等の作物とは違い、毎日朝晩収穫する必要がなく、成熟具合に合わせて収穫が可能なことから、収穫負担の少ない作物である。また、水稻育苗が終わった後の隔離栽培なども始まっている。

<実証先情報>

○実証圃場：仙北市 西木地区

図表 25 圃場位置図



○圃場内容

- 栽培品目：ミニトマト
- 栽培面積：ビニールハウス 3 間×10 間（30 坪）
- 栽培期間：6 月～10 月



(参考写真) ハウス内部

<使用機材について>

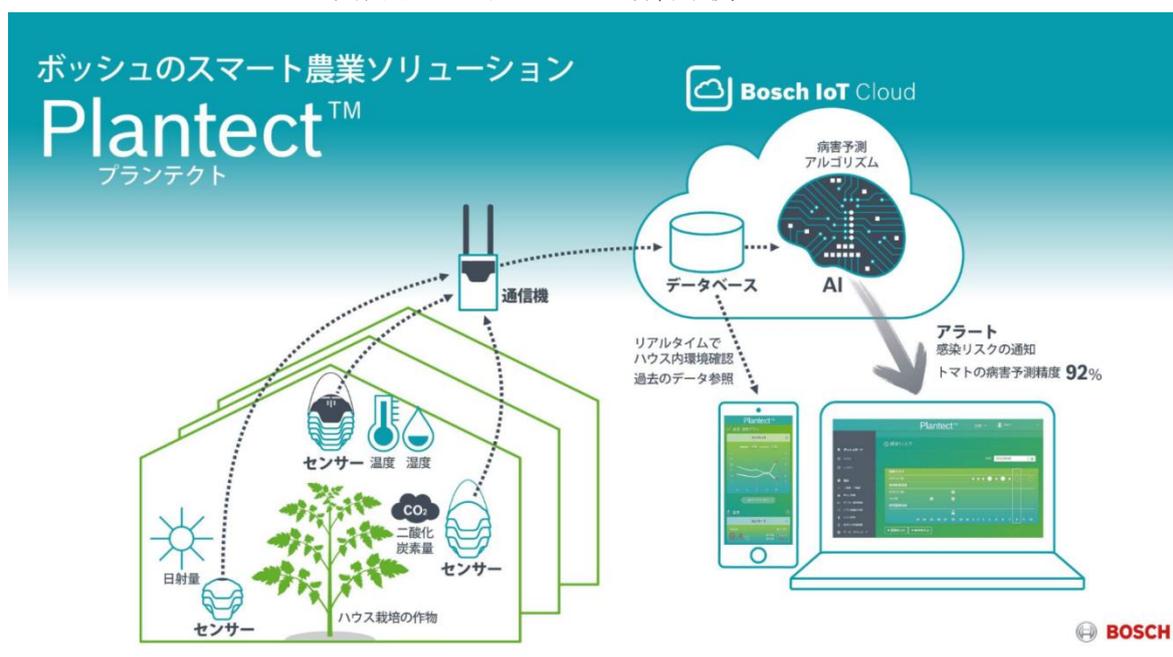
本実証では、IoT 機器等に不慣れな高齢者でも簡単に導入が可能な BOSCH 社の Plantect（プランテクト）を設置し、基礎データモニタリングと AI による病害予測を実施することとした。バッテリー方式のセンサーが採用されているため、配線や電源の大規模な工事の必要がない。また通信も長距離無線方式（LoRa）が採用されているため、どこにでも設置が可能であり、汎用性が高い。さらに、モニタリングや病害リスクなどは直感的にわかりやすいようグラフなどでデータが表示となっており、スマートフォンやパソコンで簡単に確認が可能となっている。

○BOSCH 社 Plantect (プランテクト) 概要

➤病害予測機能

モニタリング機器 Plantect (プランテクト) では、クラウド上へ 10 分毎にデータを蓄積する。各種データ、圃場地区で取得する環境データ等を基に、独自のアルゴリズムにより AI が病害を予測し薬剤散布や換気等を行い病害の回避を促す。収量 (出荷量) から前年比を出し成果を確認する。病害予測に関する制度は 92% (メーカー発表値) となっている。

図表 26 プランテクト病害予測フロー



出典：BOSCH 社ホームページより

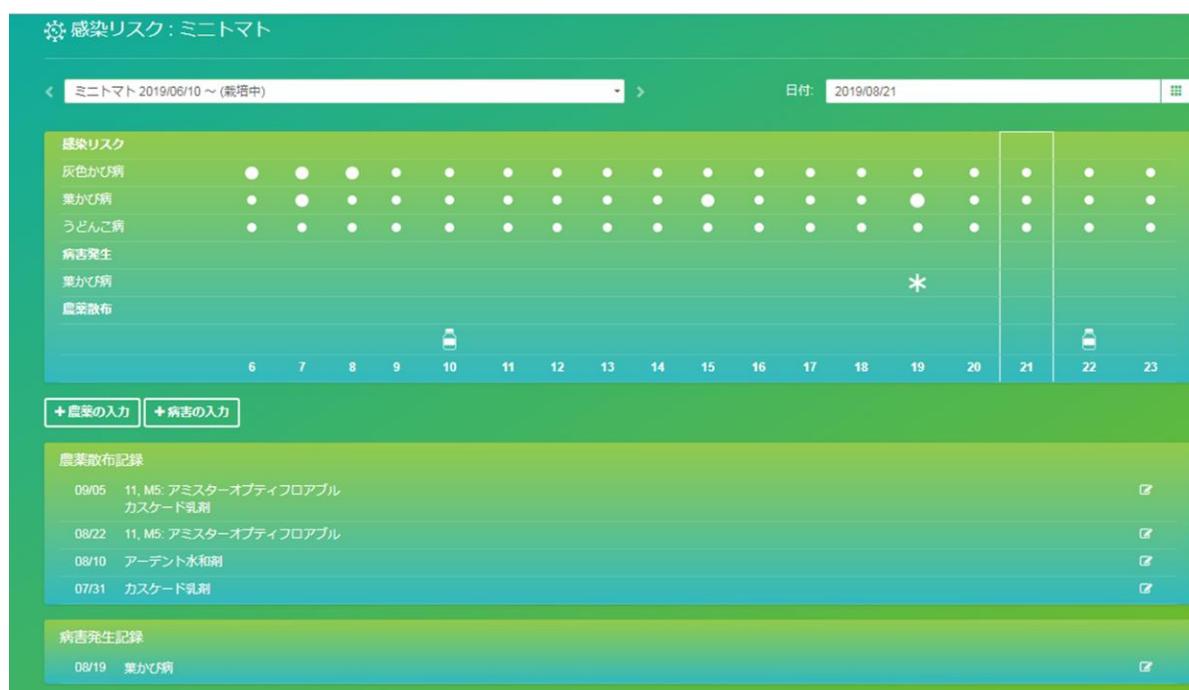
③ 実証結果まとめと課題

<実証期間> 2019年8月7日～10月21日

<モニタリングデータ（管理画面）>



<病害予測データ（管理画面）>



○農家に対する IoT 機器の導入について

設置についてはハウス内に吊り下げるだけの簡単なもののため、別途工事等が必要なくすぐにでも導入が可能機種となり、つけてすぐにモニタリングが開始できた。動力も乾電池のため電源を設けることもなくスムーズに実証に移ることができた。価格帯についてもセンサー一式で 10 万円程度と比較的安価のため、小規模の農家においても活用の可能性がある。

○モニタリング結果について

各種センサーのグラフ化数値化について 10 分毎リアルタイムでタブレット端末、スマートフォン等にて確認できた。温度においては上限値 40℃、下限 10℃となるよう設定し、設定値になると E メール通知が届くように設定。換気など、ハウス内温度の管理を数値で行えるようにした。実証先の農家様については、本実証を行うまでは携帯電話（ガラケー）を使用していたものの、ガラケーではシステム画面が閲覧できず、当初はスタッフから直接通知を行うという形で対応していたが、実証を進めるうちに自身でさらに活用を進めたいということで、スマートフォンへ買替し、こちらからの情報を待たずに自分自身でモニタリングしながら生育管理を行う形になり、高齢者でも簡単に導入できる機器であることが確認された。また、圃場主はミニトマトの他水稲も栽培しており、日々水稲の生育管理も行う中で、スマートフォンでのモニタリングが可能となったことで、全体としての作業効率が向上したとのことで、今後の継続的な導入についても検討をしている。

○病害予測について

病害予測システムについては農家様よりの希望で「うどんこ病」「葉かび病」の2つにて実施。毎朝当日、翌日、翌々日の3日間を予測し「中程度」の発生予測でEメール通知。これを基に薬剤散布等実施を実際にとりおこなった。下記が実際の病害対策シーンのシステム画面である。

図表 27 病害予測結果



8月15日に葉かび病「中程度」予測が発生。薬剤対策をすべきだったが、農家取引業者で対応薬剤の在庫がなく防除ができず。その後8月19日に葉かび病が発生。葉かび病の潜伏期間は4日程度であるため、システムの病害予測が仙北市でのトマト栽培においても有効であることが確認された。感覚として圃場主も病害についての発生を勘により感じていたとのことで、機器と農家の感覚が本実証では類似していたことも確認できた。

○実装に向けた課題

本実証で導入した機器は、仙北市内でも活用の有用性が認められた。一般にIoT機器は高齢者にとって難しいものと嫌煙されがちであるが、一度体験してみると活用意欲が高まると思われるため、今後も実際に触れていただく機会の提供は必要である。

また、仙北市のスマート農業として確立していくためには、個人の利用を促進すると同時に体系的なデータ活用をどのように行っていくかという分野別でのデータ活用に関する議論が必要である。

④ データ活用・連携による発展性に関する考察

○リアルタイムでのデータ活用

モニタリングにより、ハウス内の生育管理が可能となることで、作業の効率化を図ることができ、また病害予測にも一定の成果を得たことから、リアルタイムでのデータ活用にも有効性が確認できた。

○データ連携による活用

本事業で取得したデータについては、「環境データ」であるが、例えば今年度実際に作付した作物の収量、品質なども合わせてデータ化し、照らし合わせることで、「豊作（不作）だった年の環境データ」、「品質がよかった（悪かった）年の環境データ」などといった形で活用が可能であり、これらの組み合わせにより、農家の経験知やノウハウを見える化することができると考えられる。これについては別途データ化する必要性があるものの、しっかりと分類し蓄積していくことで、新規就農者へのガイドラインとしての活用など、活用の可能性が拡大するものと思われる。また、今回は薬剤についても選定等は農家様に一任したが、モニタリングしているハウス環境の他、散布する薬剤の選定等も育成管理には重要なことから、これら様々なケース（データ）をさらに集積することにより、より精度の高い病害予測が可能になると見込まれる。

○ビックデータとしてのデータ活用

掛け合わせるデータを拡充することにより、一定の分析が可能となり、仙北市でのトマト栽培に関する体系整備に活用できる可能性がある。また、今回の実証は開放型ビニールハウス（前後妻面ビニールを張らないタイプ）で実証した。通常センサー機器などでデータ管理を行う場合は、環境管理のしやすい園芸型ビニールハウス（前後ビニールを張りサイド換気などの換気機構が備わっている）を活用するケースが多いため、ビニールハウスの形状や栽培環境別の分析をビックデータで行うことで、より精度の高い病害予測に期待ができる。様々な条件での就農に対応できるようになることが、広く仙北市内において新規就農者の獲得や営農年齢の延伸に繋がるものと考えられる。

○その他

Plantect やドローンをはじめ様々な IoT 農業機器がある中、現状では危機に応じて ID を作成し、機種別にデータ管理が行われるものが多い。1つのクラウド、1つの ID で農家（ユーザー）が確認できる各社連携が大きな課題。そこで地域連携のコミュニティの1つとして実施していければ若い世代、ベテラン世代の情報交換の場そこからつながる仙北市農業の発展に貢献できると思われる。

⑤ 今後の展開に必要な規制緩和等

個人の栽培方法などを形式化し、他者への提供をすることで新規就農に対するハードルを下げるができると思われるものの、知的財産権の考え方の整理が今後必要になるとと思われる。

⑥ 横展開に向けた方針

農業 IoT 機器の導入やデータの利活用法などについては他地域にも共有できる内容であるが、個人の栽培データについては取り扱い方針がまだ整備されていないため、都度所有者との検討となる。

(4) スマート農業による農業高度化の実証（水稻）

① 概要

地域課題	農業生産性向上、作業負担軽減、営農年齢の延伸、農業知見の形式化
目指すサービス (課題解決の手法)	スマート農業による農業の高度化
活用する技術	農業 IoT AI、農業ビッグデータ
実施事業者	ヤンマーアグリジャパン株式会社 東北支社
実証の目的	仙北市に適した技術導入とデータ利活用のあり方を検証し、スマート農業の実装における課題整理を行う。
実証内容	GPS 機能を搭載した収量コンバインによるリアルタイム収量マッピング
実証の区域	仙北市 生保内地区

② 実証内容詳細

○GPS 機能を搭載した収量コンバインによるリアルタイム収量マッピングの実証実施
圃場全体の収穫量、作業時間等のデータとその変動を記録することで、収穫作業の効率化（次年度に向けた施肥計画や土づくり等）に向けた課題整理を行うと同時に、農家の経験則を照らし合わせることから「農家の経験知をデータ化（稲作）」することに寄与し、生産性向上に繋げる。

<対象作物（水稻）について>

農業の担い手不足、農業従事者の高齢化等により農業生産性が低下しており、担い手への農地集積に伴う経営規模の拡大が大きな課題となっている。特に仙北市では水稻はメインの作物であり、経営規模拡大、生産性向上のために省力・低コスト化、収量・品質の安定化は必要不可欠であるが、基盤整備や、受託圃場が増加することで従来の機械作業や、栽培管理方法では限界がありは収量・品質にバラつきが出てしまう。

収量を可視化することで、圃場毎の収量から圃場特性、地力を把握し、適切な栽培方法を行うことができ、新規就農者でも圃場特性に左右されず作業が可能となる。農作物の栽培データ分析の活用により、篤農家のノウハウを蓄積し、農作業の暗黙知を形式知として農業者が共有することにより、農業生産性の向上や新規就農のハードルを下げることに寄与することが考えられる。

<実証先情報>

○実証圃場 仙北市 生保内地区

図表 28 圃場位置図



○圃場内容

- 栽培品目：水稻（あきたこまち、）
- 作付面積：63ha （実証圃場は 50a×2 面）

<使用機材について>

本実証では、「自動ロス制御機能」により、オペレーターの技術に左右されにくく、ロスの少ない収穫が可能で、圃場本来の収穫量を把握しやすいヤンマー社製の収量コンバインを活用し実証することとした。収量センサー、水分センサーが内蔵されており、リアルタイムで収穫状況の把握も可能であることに加え、得られたデータをコンバインに搭載されている情報支援機能と営農支援ソフト（スマートアシスト）を用い、圃場ごとの収量、作業時間を可視化することが可能である。

図表 29 ヤンマー製収量コンバイン



出典：ヤンマーアグリジャパンホームページより

③ 実証結果まとめと課題

<実証日> 令和元年9月30(月)

<実証場所> 生保内南ライスセンター付近の圃場(田沢湖生保内字下手倉地内)

<収量データ>

圃場名	面積(a)	刈取時間	収穫量(生籾)	水分量(平均)	収穫量(乾燥・調整後)	反収(乾燥・調整後)
①	55.5	2:01	2,725kg	26.1%	1,895kg	341kg/10a
②	47.2	1:09	2,328kg	24.0%	1,666kg	352kg/10a

<マッピングデータ>

>圃場①

TOP > 圃場情報 > 圃場詳細

圃場情報

FARM FIELD INFORMATION

気象情報 収穫情報 栽培履歴

基本情報

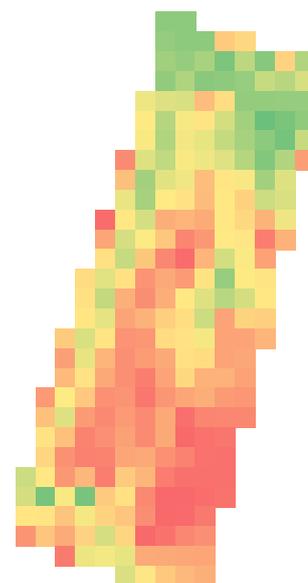
圃場名	圃場グループ	面積	所在地	所有区分
スマートシティ1	スマートシティ	55.5a		自己所有

作付履歴

年度	作物	品種	期間
2019	水稲	あきたこまち	2019/03/20-2019/10/29

作業履歴

作業日	作業内容	作業者	作業時間	機械	作業機	作物	品種	作業日報へ
2019/09/30	稲刈り	佐々木 幸花	02:01	収穫コンバイン		水稲	あきたこまち	



>圃場②

TOP > 圃場情報 > 圃場詳細

圃場情報

FARM FIELD INFORMATION

気象情報 収穫情報 栽培履歴

基本情報

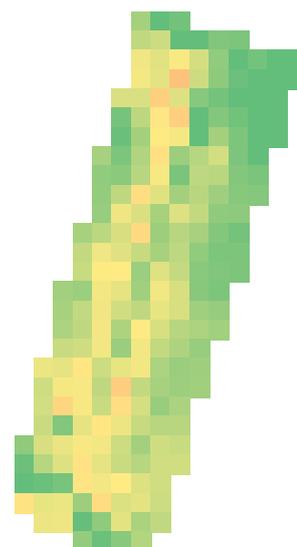
圃場名	圃場グループ	面積	所在地	所有区分
スマートシティ2	スマートシティ	47.2a		自己所有

作付履歴

年度	作物	品種	期間
2019	水稲	あきたこまち	2019/03/20-2019/10/29

作業履歴

作業日	作業内容	作業者	作業時間	機械	作業機	作物	品種	作業日報へ
2019/09/30	稲刈り	佐々木 幸花	01:19	収穫コンバイン		水稲	あきたこまち	



○実証当日写真



写真① 当日使用した収量コンバイン



写真② 実証中の機器説明の様子



写真③ コンバイン内でのリアルタイム確認



写真④ 収穫作業の様子



写真⑤ 実証を行った1haの圃場（農業組合法人 生保内南）

○収量結果について

一般の圃場と比べ収量が低いことが確認された。原因として基盤整備後の圃場の為、十分な地力が無かったと推測される。

○マッピング結果について

同一圃場内、また圃場別にも収量にムラが確認された。このムラの発生については、地力ムラがあり収量が高い、低いと明確であったこと、水はけが悪く生育が遅れたこと、雑草があり収量が下がったことなどが要因として考えられる。しかしながら今回のデータを活用し、局所的に低収量箇所の施肥量を増加させ、高収量箇所の施肥量を減らすことで、施肥の無駄・ムラを低減することができ、肥料コストの低減が可能になる。また、継続的にデータを得ることで圃場全体の地力の底上げによる収量向上・品質の安定化が図ることも可能。データは年毎蓄積され、適切な栽培がおこなわれていたかを遡って確認することも可能であるため、従来は経験と勘により、収量性を考慮し行っていた作業が新規就農者や新たに作付する圃場でも同一精度で作業を行うことができる。

④ データ連携による発展性に関する考察

○リアルタイムでのデータ活用

収量については、その後のマッピングのためにリアルタイムでデータ取得することにより、その後の活用に繋がるため、直接的な効果は見込まれないものの、作業時間等については日報や作業管理などに活用が期待できる。

○データ連携による活用

「収量データ」については、作業、生育管理データと照らし合わせることで、「豊作（不作）になった年の要因分析」といった形で活用できる可能性があり、農家の経験知やノウハウが見える化することができると考えられる。これについては別途データ化する必要性があるものの、しっかりと分類し蓄積していくことで、新規就農者へのガイドラインとしての活用など、活用の可能性が拡大するものと思われる。

また、今回のような基盤整備後の圃場の場合、圃場の収量を可視化できたことで、個別に対策を行うことが可能となった。圃場収量がわかる為、次年度の栽培計画の見直しに寄与することができると思われる。経営規模が大きくなるほど、圃場の特性を把握するのは難しく同一な栽培管理を行っているため、圃場毎の収量可視化は栽培管理を見直す重要な基礎データであり、施肥設計の見直しによっては収量品質の向上が見込まれる。

さらに、営農に関する個々のデータを連携させることで、継続的に経営の見直しや、収益性の向上を図ることができる。また、水稻については収穫時期の圃場の美しさが観光資源にもなり得るため、生育状況と観光データを連携させることにより、美しい風景を提供できる期間、場所等について観光客へ情報として提供できる可能性がある。また、仙北市においては農作業体験も観光コンテンツとして一部提供していることから、体験が可能な時期などを生育状況のデータ化により可視化することで、高度な観光戦略にも繋がる可能性がある。

○ビックデータとしてのデータ活用

掛け合わせるデータを拡充することにより、一定の分析が可能となり、仙北市での水稲栽培に関する体系整備に活用できる可能性がある。

○その他

経営規模が 100ha を超える大規模経営体が多数出現すると予想され、収益性の向上の他、徹底したコスト管理や限られた人員による適期作業や適切な人員配置が必要となる。

近未来技術を導入し生産性を向上させるには、ロボットトラクターなどによる無人作業や複合作業での省力・省人化や人員配置の最適化、センシング・収量コンバインを活用し収益品質の改善・向上、営農支援ソフトで作業の可視化し技術伝承を効率的に行うことが必要である。

機械の個々の機能だけでは効果が限定的になるため、年間を通して導入し使用していく必要がある。下記サイクルを繰り返すことで安定的に生産性向上を図ることが可能となる他、食糧生産の在り方を見直すことが可能になる。

(水稲栽培 生産安定化の手順)

1. 収量コンバインでの収穫
2. データに基づいた施肥設計
3. ロボットトラクターによる無人 or 複合作業
4. 密苗等省力栽培技術の導入
5. センシングによる生育診断

⑤ 今後の展開に必要な規制緩和等

今後収穫作業についてはロボットトラクター化が見込まれ、その際には有人監視や近距離監視に関して規制緩和が必要となる。

⑥ 横展開に向けた方針

省力・低コスト化、収量・品質の安定化はどの農業経営体でも喫緊の課題であり、今実証の取組は他地域においても同様の効果が得られると思われる。スマート農業を現行農業の裏付けとしてだけでなく、データ活用で新規就農者への技術習得支援や、若手農業者の技術向上、省力省人化による高齢者の負担軽減へ繋げる。

(5) 観光施策の高度化に向けた調査検討

① 概要

地域課題	通過型観光地からの脱却、観光消費額の向上
目指すサービス (課題解決の手法)	観光人流データの活用などにおける「観光施策の高度化」
活用する技術	人流解析、民間サービスアプリ、AI 技術（解析等）等
調査事業者	株式会社フィデア情報総研
調査の目的	観光戦略の高度化に向けた、観光人流データを活用した観光戦略立案の可能性についての調査・検討し、実装に向けた課題整理を行う。
調査内容	観光人流データを活用した観光戦略立案の可能性についての調査・検討
調査対象	仙北市 全域

② 調査内容詳細

○観光人流データを活用した観光戦略立案の可能性についての調査・検討

一般的な観光人流データの利活用について整理した上で、仙北市での観光戦略立案における Wi-Fi を活用した人流データの活用方策を検証する。また、人流データの発展的な利活用方法についても検討を行い、滞在型観光地における先端技術の活用について知見を得る。

③ 調査結果まとめと課題

観光人流データは、特に日帰り客の滞在時間を延伸させるための観光施策に効果を発揮できると考えられる。事前事後の人流状況を可視化することで、観光施策の効果検証にも活用が可能である。また、各種データ連携により観光客の詳細な動態分析も可能となることから、これらの取得と連携により観光施策のさらなる高度化が見込まれる。

データを蓄積、連携させるために観光分野におけるデータプラットフォームの整備が必要であると同時に、それらを可視化するためのシステム（ダッシュボード等）の整備も合わせて検討が必要である。

<観光分野における人流データの活用ニーズ>

観光客がどこからきて、どこに向かったのか。観光地の中でどこに滞在し、どこが通過されているのか、これまではアンケート調査などを基にしか把握できなかった人の動きが、インターネット社会の普及によりデータとして可視化することが可能となった。特に観光分野においては、観光施策への反映や、商業ベースでのマーケティング、店舗運営などに参考となるデータであり、近年注目が高まっている。

<観光人流データで可能となる分析と対策>

仙北市における観光では、通過型観光地からの脱却が求められている。観光客の滞在時間の延伸と観光消費額の向上を目的とした場合の活用方法は、下記のようなアプローチが考えられる。

図表 30 観光人流データの活用方法

分析項目	分析目的	実現される観光施策
観光客の混在状況を把握 (時間と場所)	・混雑分散、消費機会増 ・店舗人員配置等最適化	・店舗分析(消費拡大) ・エリアの集客最適化
観光客の滞在状況を把握 (時間と場所)	・エリア内滞留場所の判別	・販促活動の効率化 ・受け入れ環境整備 (宣伝、案内板多言語化等)
観光客の入れ込み経路を把握	・経路別の入込状況の判別	・PR対策 (セカンドディステーション)
域内の流動状況を把握	・実際の散策経路の実態把握 ・店舗への入店実態の把握	・受け入れ環境整備 (案内板、多言語化等) ・店舗呼び込みの対策検討
日帰り観光客の入れ込み数を把握	・外国人日帰り観光客の入込実態把握	・PR対策(国籍別) ・受け入れ環境整備 (パンフ、案内板多言語化等)

<観光人流データの取得方法について>

人流データを取得する方法については、様々なサービスが民間各社により提供されているが、下記のように整理することができる。

図表 31 観光人流データの取得方法

人流データ取得手法	可視化できるもの	データ取得条件	データ分析要素	個体判別 (個人情報外)
Wi-Fi (ネットアクセス)	いつ、特定の場所に、どのくらいWi-Fiアクセスがあり、どのくらい滞在し、どう移動したか	Wi-Fiへの接続 (利用登録)	Wi-Fi間の移動を判別 (接続した場所と時間)	○
Wi-Fi (macアドレス)	いつ、特定の場所に、どのくらいの人がきて、どのくらい滞在し、どう移動したか	なし	Wi-Fi間の移動を判別 (接続した場所と時間)	○
観光アプリ系 (ビーコン)	いつ、特定の場所に、どのくらいの人がきて、どのくらい滞在し、どう移動したか	アプリのダウンロードと起動	条件による ※ビーコン設置場所の移動等	○
GPS等 キャリア系	いつ、どこに、どのくらいの人がきて、どのくらい滞在し、どう移動したか	なし	設定エリア内の移動軌跡	○
カメラ	いつ、特定の場所に、どのくらいの人がきて、どのくらい滞在し、どう移動したか	なし	Wi-Fi間の移動を判別 (接続した場所と時間)	○
センサー	いつ、特定の場所に、どのくらいの人が来たか	なし	センサー通過した流量	×

<仙北市内フリーWi-Fi を活用した観光人流データの分析可能性について>

仙北市では 2019 年 4 月 17 日に「秋田県における観光客の周遊促進等に向けた取組について ～観光地、列車内における ICT (Wi-Fi、AR・VR 等) を活用した魅力発信等を試行実施～」として、秋田県、仙北市、一般社団法人東北観光推進機構、東日本旅客鉄道株式会社秋田支社、東日本電信電話株式会社宮城事業部、NTT 東日本・東北秋田支店、エヌ・ティ・ティ・ブロードバンドプラットフォーム株式会社と連携し、秋田県内における国内外観光客の周遊促進ならびに観光振興に向け、官民連携により、ICT (Wi-Fi、AR・VR 等) を活用した秋田県の魅力発信等の各種取組を試行実施している。

うち、仙北市では (1) Wi-Fi 環境の充実化、(2) AR・VR 等による観光情報の発信、(3) Wi-Fi 利用ログを活用した観光客の動態分析の 3 項目について実施されていることから、「(3) Wi-Fi 利用ログを活用した観光客の動態分析」について、まずは実態の把握と人流データとしての利活用の可能性について検証する。

○Tazawako_Bukeyashiki_Free_Wi-Fi

➤ 設置場所：仙北市内に合計 9 カ所の Wi-Fi 拠点を整備している。

図表 32 Tazawako_Bukeyashiki_Free_Wi-Fi の設置図



➤ 提供されるデータについて

本 Wi-Fi による取得データは基本的に認証ベース（認証登録を行い、無料インターネットを利用）でのデータである。これによって得られたデータについては、「インターネットアクセスされた回数」、「インターネットアクセスした人数」、「時間帯別利用回数」、「言語別利用回数」、「デバイス別利用回数」、「拠点別利用回数」の6項目に結果がまとめられていた。これらの結果により確認できる事実と分析項目を下記に整理した。

図表 33 Tazawako_Bukeyashiki_Free_Wi-Fi による取得データと分析

得られたデータ	確認できる事実	可能な分析	活用例
インターネット利用回数	日別の利用回数 (累積により月別、年別)	アクセスが多い月、日にち。 イベント等と照らし合わせることでその要因考察。	イベント等の効果分析の要素として活用。
インターネットアクセスした人数	日別の利用者数 (累積により月別、年別)	アクセスが多い月、日にち。 イベント等と照らし合わせることでその要因考察。	イベント等の効果分析の要素として活用。
時間帯別利用回数	1日の中でアクセスの多い(少ない)時間帯 (累積により月別、年別)	アクセスが多い時間帯。 観光客の大まかな流動状況と捉えることも可能。	4～6月は午前～昼のアクセスが多く、9月は夜のアクセスが多いなど。
言語別利用回数	1日の中でアクセスの多い(少ない)言語 (累積により月別、年別)	アクセスが多い言語。 アクセスページを活用したPR戦略などに活用可能。	4～5月は台湾語が多く、6～7月は日本語が多いので、時期に合わせて誘導先を変更など。
デバイス別利用回数	1日の中でアクセスの多い(少ない)デバイス (累積により月別、年別)	アクセスが多いデバイス。 アクセスの多いデバイスにて見やすいHP等への誘導などPR戦略に活用可能。	タブレットよりも携帯端末の方が多いので、スマートフォン向けのサイト作成など。
拠点別利用回数	1日の中でアクセスの多い(少ない)拠点 (累積により月別、年別)	アクセスが多い拠点。 観光客の大まかな入込傾向の把握。 イメージやPR戦略の立案の検討が可能。	春は角館エリアが多く、夏は田沢湖エリアが多いなど。

今後も定期的にデータ取得を行い、サンプル数を増やすことで、大まかな流動、入込状況の把握は実現できそうなものの、旅行者の実際の動線を確認するという点ではデータ取得・活用法に工夫の余地があると考えられる。Tazawako_Bukeyashiki_Free_Wi-Fi は、観光客向けの Wi-Fi (インターネット) 環境の強化が主目的の事業であるため、インターネットアクセスがあったデータを中心に抽出している。現存のデータでは人流の分析は適しておらず、本レポート内のデータのみで人流データとしての利活用は難しいのが実態であった。人流分析のために活用する対策としては、下記が考えられる

○人流分析として活用するために考えられる対策

➤対策1：仙北市に設置されている他の Wi-Fi データも合わせて分析する。

例) Semboku-City Wi-Fi、各店舗設置の Wi-Fi 等

➤対策2：市外の Wi-Fi データとの連携を図る。

例) 空港、新幹線、クルーズターミナル、県内主要観光地等

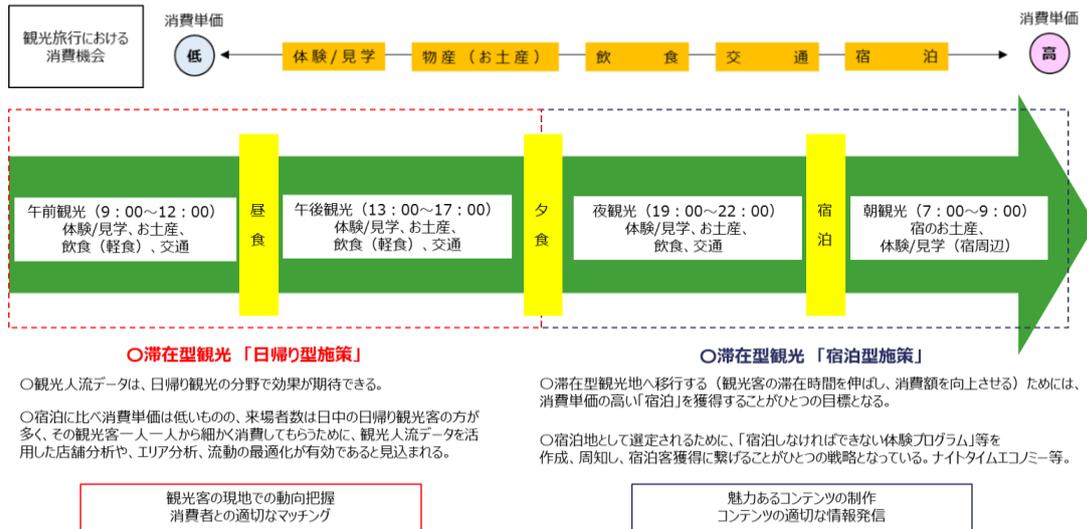
➤対策3：設置場所を工夫すると同時に、分析サンプル数を増やすために利用促進する。

例) 空港、新幹線、クルーズターミナル、県内主要観光地等

<滞在型観光地を目指すための観光人流データの活用方法について>

仙北市の目標に通過型から滞在型の観光地への転換が掲げられている。観光人流データがこれにどのように寄与できるのかを整理する。まず、滞在型観光地を目指す大きな目的のひとつは、観光消費額の向上である。観光客の消費機会については「体験/見学」、「物産（お土産）」、「飲食」、「交通」、「宿泊」の5つに大別できる。また、滞在型観光を目指す主目的は、観光消費額を向上させることにある。この点を踏まえ、旅行者の滞在と消費機会を整理すると下記ようになる。

図表 34 観光客の消費機会と滞在型観光に向けた施策の方針



観光人流データは「日帰り型」の滞在型観光施策においてその有用性を発揮すると見込まれる。仙北市では既に「宿泊型」の施策を各方面から実施しているため、今後「日帰り型」の施策を合わせて進めることで、総合的に滞在型への転換のアプローチが可能になると思われる。また、施策に紐づけた活用法を検討すると、旅アトのPR 以外には一定の効果が期待される。

図表 35 把握したい情報と観光戦略

【把握したい情報】	【主旨】	紐づく観光戦略				
		旅マエPR	旅ナカPR	旅アトPR	販売戦略(物産)	満足度向上
観光客が 遊びあう時間 を把握したい。	どの時間帯が販売のチャンスなのか？	-	○	-	○	○
観光客の 具体的消費活動の内容 を知りたい。	何が誰に売れるのか？	○	○	-	○	-
観光客の 実際の滞在時間 を把握したい。	どの場所にどの程度滞在しているのか？	-	○	-	○	○
観光客が どこから仙北市に 来ているのか把握したい。	空港経由か、新幹線か、車か？	○	-	-	○	○
観光客が 域内でどのようなルート で観光しているのか把握したい。	田沢湖～角館は両方いくのか、片方だけなのか。	○	○	-	○	○
実際に 外国人がどの程度 きているのか把握したい。	宿泊客以外の日帰りの外国人入込数は？	○	-	-	○	○
日本人と外国人で、域内での観光ルート に違いがあるのであれば把握したい。	国籍別にどのようなコンテンツが興味関心を惹くのか？	○	○	-	○	○
実際に訪れてみて、 何に興味関心を示したのか を把握したい。	どんな感想を持ち、何をシェアしているのか？	○	○	-	○	○

(観光戦略に基づく具体的な対策)

- 〇旅マエPR : メディアを活用したプロモーション(動画、SNS発信等)、広告活用、イメージ戦略等
- 〇旅ナカPR : 現地での観光客の誘導消費喚起等。イベント、サイン計画、多言語表記等。
- 〇旅アトPR : 口コミなどによる情報の拡散、発信。HP内容の精査等。
- 〇販売戦略(物産) : 消費額の向上。適切な人に、適切なものを、適切な時に売る。(いつ誰がどこで何を買う)
- 〇満足度向上 : 案内板の表示、サイン計画、多言語案内表記、パンフレット整備等。リピーター獲得戦略。

<Wi-Fi を活用したスマートシティの事例>

Wi-Fi の本来機能である通信機能は、スマートシティの実現において活用用途が多くある。例えば各種 IoT の通信機材として活用することで、来訪者のインターネット利用環境の整備、人流データ分析の他、新たなスマートサービスを支える土台としての発展活用が期待される。バルセロナ市におけるスマートシティの取組では、Wi-Fi 設置と同時に各種センサーの設置を行い、センサーからデータを取得するためのハブとして Wi-Fi を活用している。これにより得られたデータが渋滞の緩和や人流データの分析などとして活用されている。市民・観光客向けのインターネット環境の整備と同時に、スマートシティの土台となるデータ取得の基盤としても活用するあり方は、今後の参考となる。

図表 36 バルセロナ市の事例



出典：シスコシステムズ合同会社 社会インフラとしてのWi-Fiがもたらす地域のイノベーションより

<今後の仙北市における観光人流データを活用した観光施策の立案について>

Wi-Fiによる人流データ活用は、滞在型観光でも特に「日帰り型」の施策に有効であると考えられることが明らかとなった。また、購買分析やSNS分析など、人流以外との連動性を図ることにより、より詳細に地域の旅行者の実態を把握することが可能であることが整理された。今後これらの分析を着実にを行い、多様化する旅行者のニーズに適切に対応した観光地として整備することで、観光業の持続的な発展が見込まれる。また、Wi-Fiの通信機能を活用した市内スマートサービスを支える基盤となる可能性も得た。

仙北市におけるWi-Fiを活用した人流データの分析には、現在のデータのアウトプットにアレンジを加えること、分析母数を増やすために仙北市内に設置されている他のWi-Fiとのデータ連携を図ること、市外のWi-Fiデータの連携を図ることが必要である。また、他の観光データとの連動（購買情報、WEB解析、SNS解析等）させることでより詳細な分析、対策がたてられるものの、データを連動させるためのプラットフォームや分析方法、データを可視化するためのダッシュボードの作成、運営事業者等にはまだ課題の整理が必要である。既に札幌のデータプラットフォーム等、他県に先行事例が存在するため、スキームを参考にしながら仙北市版にアレンジを加え、実現を目指す必要がある。さらに、分析のみではなく、実際に旅行者に対して情報のプッシュアップを行い、適切なマッチングを行うための方法論についてもさらなる整理の必要性がある。

④ データ連携による発展性に関する考察

○リアルタイムのデータ活用

観光人流データは、リアルタイムで可視化することにより、店舗への来店予測や、観光客呼び込みへの対策など、観光客獲得に向けた現場での対応が可能になる。

○データ連携による活用

観光人流データを可視化することで、「いつ」、「どこに」、「どんな人が」、「どのくらい移動したのか」が判別できるようになる。人流は観光施策の検討においては基礎的なデータとなるため、データ連携により利用価値がさらに高まるものと想定される。例えば、購買データとの連携では、地点での消費行動を可視化することができる。また、気象データとの連携においては、天候別の観光客流動状況の把握が可能となるため、天候別に観光の対策を講じることが可能となる。他にもSNSやWEB解析などとの連携をすることで、観光客の観光地での行動がより鮮明に見える化できるようになるため、積極的に他のデータ取得についても検討を行い、分析項目を増やすことが望まれる。

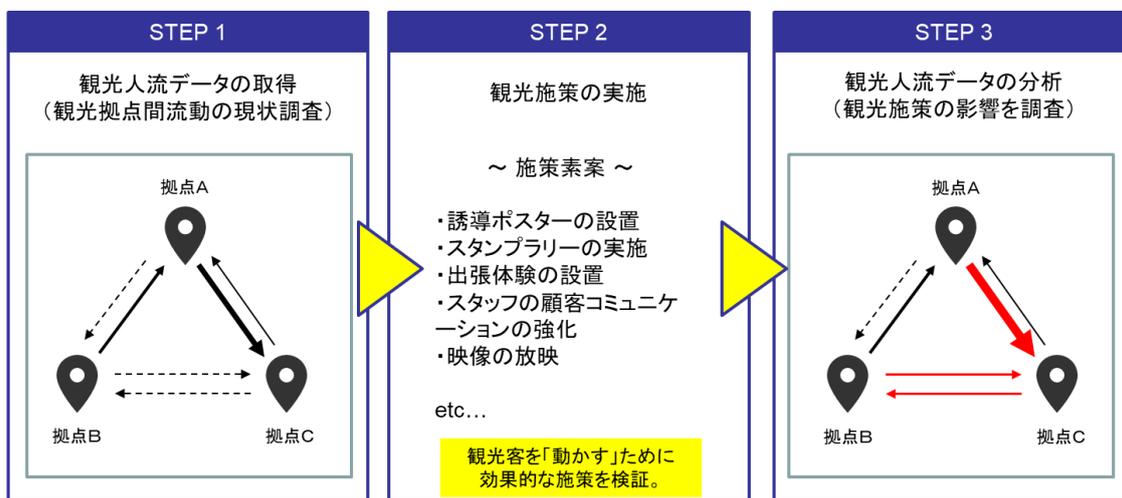
○ビックデータとしての活用

仙北市内でのデータを、他地域のデータと連携することで、さらに広域の分析が可能となる。日本観光振興協会が提供している「観光予報プラットフォーム」では実際に混雑状況の予想などをデータとして提供している。ビックデータとしての活用には膨大なサンプル数が必要となるため、市内独自でもデータの蓄積を行い、将来的な活用を目指しながらも、当面は他のプラットフォームの情報を有効に活用しながら観光戦略の立案に活用することが望まれる。

○その他

観光人流データの活用方法について、データ連携のみならず、実際の観光施策と連携、分析をすることで、人流に関する効果測定を行うことが可能になると思われる。アナログ情報との連携、分析も観光施策の検討においては重要であると考えられる。

図表 37 観光人流データによる観光施策の効果検証案



⑤ 今後の展開に必要な規制緩和等

個人のニーズに合致させるための分析や、それに合わせた情報発信には、個人情報の取り扱いに常に留意が必要となる。またこれを商業的に利活用していくための体制整備も必要であると考えられる。

⑥ 横展開に向けた方針

同じく通過型観光地から滞在型観光地への転換を図る地域、また宿泊施設が極端に少ないが観光客を呼び込みたい地域に対し、「日帰り型」の滞在型観光施策モデルとしての取り組みは共通に活用できる取り組みである。仙北市の場合はまずは Wi-Fi を切り口に調査をはじめたものであるが、これについては他地域の実態に合わせ、各種データの取得と運用を検討できる。

(6) 水素エネルギーの利活用に向けた調査検討（ドローン）

① 概要

地域課題	ドローンの社会活用
目指すサービス (課題解決の手法)	水素燃料電池ドローンの社会実装によるドローン活用
活用する技術	水素燃料電池ドローン
調査事業者	東光鉄工株式会社
調査の目的	水素燃料電池ドローンの社会活用計画について検討し、ドローンの地域活用の可能性について検討する。
調査内容	水素燃料ドローンの社会実装計画の検討
調査区域	仙北市 全域

② 調査内容詳細

○水素燃料ドローンの社会実装計画の検討

地域資源の有効活用の観点から、水素を燃料とするドローンの社会実装について課題整理を行い、新たな産業の創出の可能性について調査検討を行う。

③ 調査結果まとめと課題

水素燃料電池ドローンは、現在実装に向けて課題となっている飛行時間の延伸、積載容量の拡大という点で有益性が認められ、機体の開発や法整備が進めば、仙北市においても様々な活用が期待できる。ただし、社会実装に向けては水素燃料電池の容器を中心とした技術基準や安全整備に向けた法整備など課題が多く山積している。また、仙北市においては水素エネルギーの域内生成、活用を目標としているため、水素プラントからの充填なども今後の課題である。これらに対し引き続き実証実験等を行いながら課題整理を行い、実装に向けた検証を継続することが求められる。

<水素燃料電池ドローンの概要>

現在一般に利用されているドローンでは、Li-Po バッテリー（リチウムポリマーバッテリー）などが主流であるが、水素燃料電池ドローンは、燃料電池を動力源とするドローンである。

ドローンは新たな産業としての期待が高まる一方、現状のバッテリードローンでは 20 分～30 分程度の飛行が限界であり、またそれは機体に積載する物資や飛行環境によって左右され、産業用途として活用を広げるためには十分な性能ではない。水素燃料電池ドローンは現状のバッテリードローンに比べ、飛躍的に飛行時間が伸びる可能性が見込まれることに加え、クリーンなエネルギーとして環境にも考慮されていることから、注目を集めている。

<仙北市における水素燃料電池ドローンへの期待>

仙北市ではこれまで、ドローンの社会実装に関わる実証実験として、下記のような取り組みを実施してきた。また、本スマートシティ推進モデル事業内において、物流という観点からの配送実験も実施した。

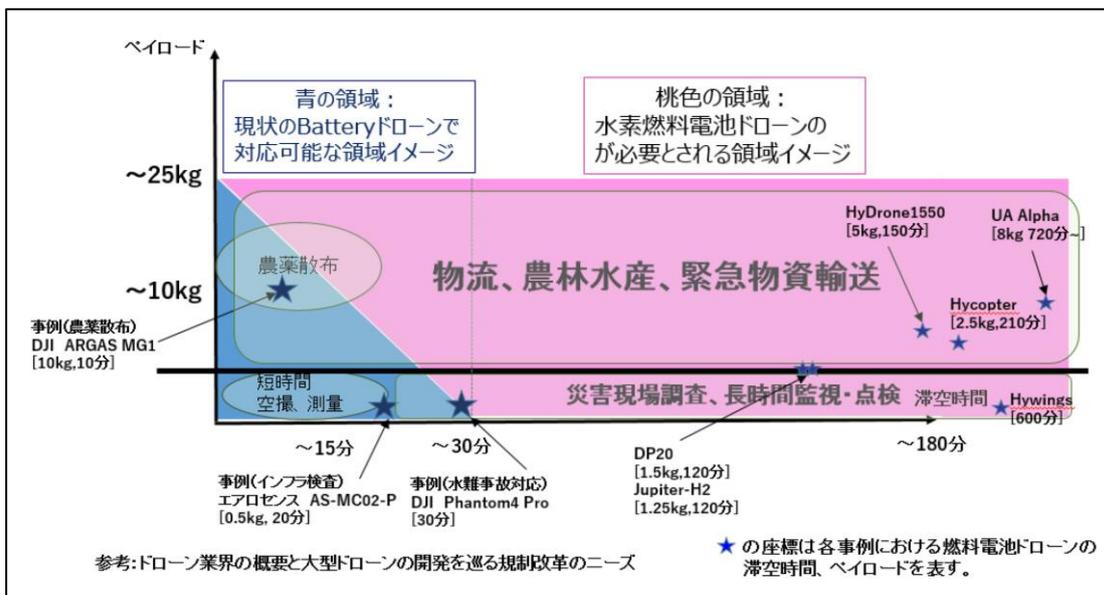
- ドローンと秘匿通信による図書輸送の実証実験図書の配送（2016年）
飛行距離：1.2km / 積載量 1.0kg
- ドローンによる農産物の物資配送実験（2019年）
飛行距離：2.8km / 積載量 2.0kg
- ドローンによる買物代行宅配サービスを想定した物資配送実験（2019年）
飛行距離：6.1km / 積載量 1.0kg

いずれも、法規制による制約を除けば、飛行時間と積載量がサービス化に向けた課題となっている。また、仙北市では SDGs 未来都市計画にてクリーンエネルギーに関する取り組みを推進することとしており、水素生成から域内での利用を含めて、検討している。

<水素燃料電池ドローンの性能ポテンシャル>

水素燃料電池ドローンの活用が期待される領域については、平成30年度新エネルギー等の保安規制高度化事業（水素燃料電池ドローン等に係る基準作成の検討等に関する調査）内にて整理されている。物流や農林水産業での活用が期待され、これらは仙北市がこれまで取り組みを進めてきた内容と合致することから、仙北市での水素燃料電池ドローンの実装により、地方への新たなサービス展開の可能性が期待できる。

図表 38 水素燃料電池ドローンの活用が期待される領域のイメージ



出典：平成30年度新エネルギー等の保安規制高度化事業より

(水素燃料電池ドローン等に係る基準作成の検討等に関する調査) みずほ情報総研株式会社

<水素燃料電池ドローンの開発事例>

○開発事例（事例収集結果）

主に海外を中心として、水素燃料電池ドローンの開発が進んでいる。公表されている飛行性能を見ると、バッテリードローンに比べ飛躍的に飛行時間が伸びていることがわかる。

図表 39 水素燃料電池ドローンの開発事例

国	企業/機体名	内容	タンク容量	外観
イギリス	Project RACHEL (Productiv, BATCAM, Intelligent Energy の共同プロジェクト)	5kgの荷物を搭載させた状態で、70 分間の連続飛行に成功。	6L	
中国	MMC/Griflion H	3kgのペイロードで10時間飛行。 ペイロードなしでは15時間を記録。	27L	
韓国	Doosan Mobility Innovation / DS30	120分(ペイロードを除く)	10.8 / 7L	
韓国	Doosan Mobility Innovation / DT30	110分(ペイロードを除く)	10.8 / 7L	

出典：各種公開情報より

○国内実証実験の事例

2019年7月、ドローンの開発・製造を手掛ける Robodex 社と Intelligenet Energy 社により、福島ロボット・テストフィールドにて水素燃料電池ドローンのデモフライトが実施された。本デモは、DJIM600PRO に 800W の燃料電池モジュール (FCPM) を搭載した機体を用いて行われ、3kg のペイロードで約 80 分のフライトを実現するものであった。今後は機体の軽量化や、大型の商用ドローン開発などに取り組むとした。

水素燃料電池ドローンの実証実験はまだ国内では事例が少ない。実際の飛行実証を通じて技術開発を促進していく必要がある。

<水素ドローンに関わる基準等検討状況>

○安全性確保に向けた検討状況（技術整備基準の現状把握）

仙北市における水素ドローンの社会実装にあたっては、全体の取り組み状況を把握する必要がある。水素燃料ドローンについては、まだ安全性の基準作成などがはじまったばかりの状況である。2019年3月に、基準作成の検討に関する調査が行われた。法規制実装に向けてはまだ時間を要すると見込まれるものの、現時点での課題が下記にまとめられている。

図表 40 水素燃料電池ドローンの技術基準検討に向けた論点と優先度のまとめ

大項目	項目	短期的に優先度が高いもの	中長期的な対応の検討が必要なもの	備考
全体	検討対象とする容器について		○	ドローン専用容器の利用ニーズが高まった場合に改めて技術基準の必要性について検討が必要。
①容器	材料について		○	Type4容器、あるいは低温脆性のある容器の利用ニーズが高まった場合に検討が必要。
	耐用年数について		○	運用にあたって、短期間に多数の充填が実施されるような用途が明らかになった場合、容器の寿命とその把握手段についての検討が必要。
	再検査について		○	運用にあたって、短期間に多数の充填が実施されるような用途が明らかになった場合、容器の寿命とその把握手段についての検討が必要。
②移動	容器搭載済の水素燃料電池ドローンの陸上移動について	○		容器搭載済みのドローンの陸上移動が運用上重要なことを確認の上、車両振動に対する適切な措置の検証が必要。
③使用	空中飛行時の安全性について	○		一般則に抵触しない飛行に向け、特に空中飛行時の機体振動等が搭載容器へ与える影響と悪影響を防ぐ措置の、実証を交えた検討が早急に必要。
	空中飛行中の水素燃料電池ドローンが落下した場合の容器への影響について	○		一般則に抵触しない飛行に向け、飛行時の水素燃料電池ドローンからの容器の落下について、落下時リスクの整理や、落下後の事故や悪影響を防ぐ措置について、実証を交えた詳細な検討が早急に必要。
	保安確保の主体について	○	○	短期的には想定される容器の提供手段を踏まえ、ガス事業者が容器保安の主体になると考えられるが、想定される運用形態の確認が必要。 長期的にはユーザーが容器への充填等を希望する場合の枠組み整理が必要。

今後詳細な技術基準の検討が必要

出典：平成30年度新エネルギー等の保安規制高度化事業

(水素燃料電池ドローン等に係る基準作成の検討等に関する調査) みずほ情報総研株式会社

短期的中期的な観点でまとめられているが、水素燃料電池の容器を中心とした技術基準が最も大きな課題である。東光鉄工(株)では、この水素タンクの開発に関して、秋田県産業技術センターからの要望に応じて、水素タンクの強度向上のためのタンク回りをプロプレン(炭素繊維と樹脂)コーティングのための金型を試作した。以下に試作した金型とタンクの写真を提示する。

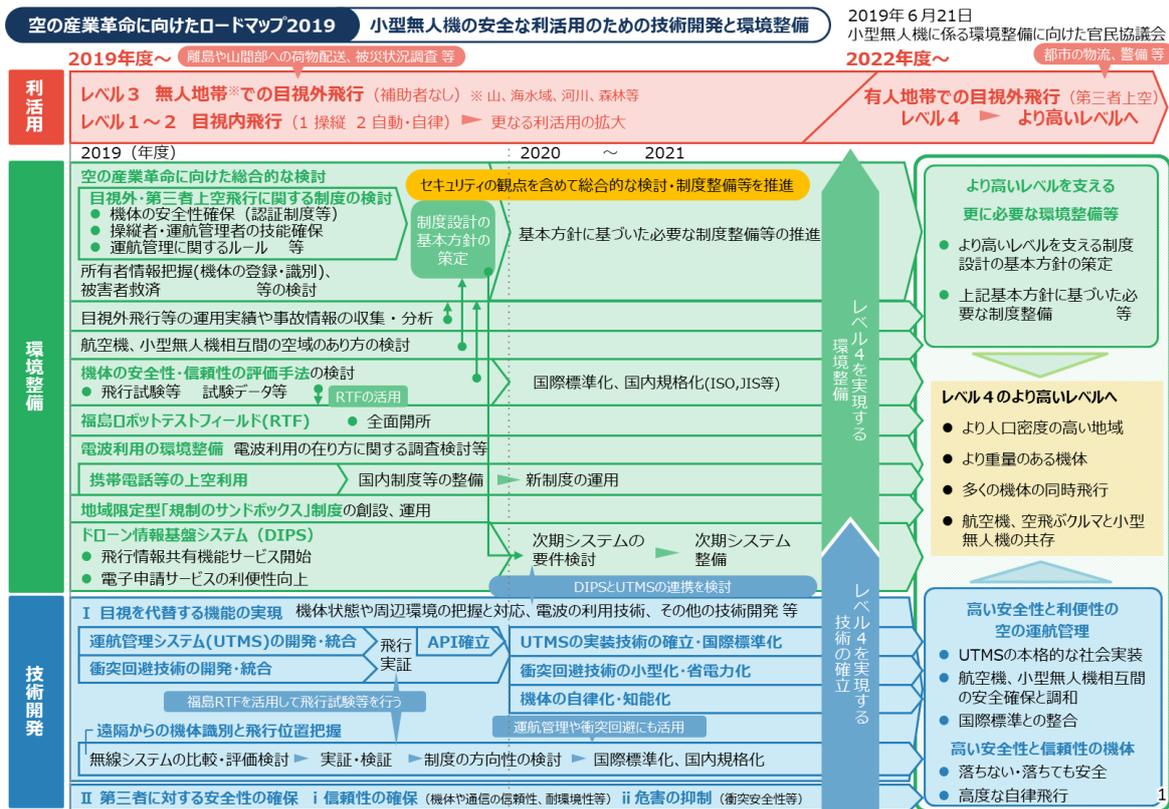


(参考写真) 水素タンクの強度向上に関わる金型の試作品（東光鉄工）

○ドローン活用のロードマップ

ドローンの社会実装に向けては国でも法整備含めた検討が進んでいる。水素ドローンに関わるここでは機体の安全性等に関する検証が引き続き必要であると同時に、目視外飛行のための環境整備・技術開発も重要な位置づけである。

図表 41 小型無人機の安全な利活用のための技術開発と環境整備



出典：小型無人機に係る環境整備に向けた官民協議会より

○機体開発の検討

燃料電池モジュールを開発する Intelligent Energy Japan 社とデモ機の開発に向けた意見交換を実施した。結果、日本での高圧ガス容器を使用するために、日本での調達やバルブと燃料電池モジュールとの接続部分の制作、機体と接続部分の制作の開発に相応の経費と時間を要することが確認された。また、英国で所有するドローンを日本国内用に調整する場合でも、部材の重量が大きくなり、本来のポテンシャルを発揮できないことも懸念事項であった。将来的には地場での開発を視野に入れ、引き続きモジュール提供者との意見交換を実施しながら、開発に向けた課題整理を行う必要がある。

<仙北市内におけるドローンの社会活用に向けた検討>

○仙北市内における水素燃料電池ドローンの活用アイデア

物資配送・物流のテーマでは、既存の業務の負担軽減や、人口減による人材不足などに効果が期待される。また、ドローンを活用した新たなサービスとしての展開も見込まれる。

図表 42 仙北市での物資配送・物流をテーマとしたドローンの活用アイデア

活用シーン	活用用途	活用アイデア	主な受益者	事業主体 (想定)	アプローチできる地域課題				
					交通弱者 支援	人材不足	業務負担 軽減	新たな産業 の創出	緊急時 対策
日常生活	郵便	神代郵便局から都わすれまでの配達	郵便配達員	郵便局	-	○	○	-	-
	宅配(配達)	新聞集配所本部から支部までの配達	新聞配達員	新聞配達業者	-	○	○	-	-
		ヤマト運輸などの夜間再配達	配達員/市民	宅配業者	-	○	○	-	-
	地域配送	仙北市広報、JA案内等	市民/業者	シルバー人材	○	○	○	-	-
業務	買い物	安藤醸造から栗田までの配達	市民	安藤醸造	○	-	-	○	-
	食材配送	ワクワクマーケットから多世代交流施設への配達	業者	ワクワクマーケット	-	○	○	-	-
	機材・食材等配送	駒ヶ岳やスキー場	業者	田沢湖スキー場	-	○	○	-	-
	資材等配送	古城山公園へ山桜への追肥、道具運搬	業者	地元運送業者	-	○	○	-	-
観光	物販配送	かたくり館からかたくりの群生地まで不足分補充	業者	かたくり館	-	○	○	-	-
	釣り客へのサービス	鮎釣りへの軽食配送(川辺)	観光客	漁協/地元飲食店	-	-	-	○	-
	登山客へのサービス	8合目から頂上まで軽食等の配達	観光客	山の案内人	-	-	-	○	-
	キャンプ(食材)	むらっこ物産館~かたまえ山コテージへの食材配送	観光客	田沢湖キャンプ場	-	-	-	○	-
むらっこ物産館~田沢湖キャンプ場への食材配送		観光客	むらっこ物産館	-	-	-	○	-	
農業	商品配送	栗園からかたくり館へ、拾った栗の配達、調理サービス	観光客	かたくり館	-	-	-	○	-
	商品配送	収穫した野菜を産地直送で販売所等まで配達(採れたて)	農家(市民)/消費者	地域運営隊	○	○	○	○	-
医療(日常)	常備薬運搬	高齢者単身世帯へ、定期的な常備薬の配達	市民	市民病院/薬局	○	-	○	○	-
医療(緊急)	救急用品配送	備パド、水分補給剤等救急対応(抱返り、駒ヶ岳等)	市民/観光客	地元消防	-	-	○	-	○
災害	行方不明者の捜索 救急物資搬送	田沢湖での行方不明者捜索、物資搬送(水難)	市民/観光客	地元消防	-	-	○	-	○
		駒ヶ岳での行方不明者捜索、物資搬送(登山)	市民/観光客	地元消防	-	-	○	-	○
		玉川での行方不明者捜索、物資搬送(山菜採り)	市民/観光客	地元消防	-	-	○	-	○
	非常食搬送	玉川、田沢湖畔等雪害(雪崩等)による孤立地域への搬送	市民/観光客	地元消防	-	-	○	-	○
災害実態把握、警報	水害、雪害等の情報収集、伝達、緊急用品搬送(湖畔等)	市民/観光客	地元消防	-	-	○	-	○	

<今後の仙北市内における水素燃料ドローンに関する取り組みについて>

仙北市内において、水素燃料電池ドローンの活用領域は多岐に渡ることが想定される。長時間飛行が可能となることにより、サービスの可能性が広がるとともに、新たな産業創出にも繋がることを期待される。ただし、実装においてはまずは法規制や技術開発など課題が多い。これについて、仙北市の国家戦略特区の枠組みを活用しながら、全国に先駆けた実証実験などを通し、法整備や技術開発を進める取り組みを推進していく必要がある。本年度は調査のみの実施であったが、来年度以降実機の性能試験などを通し、さらに具体的な課題や、活用のポテンシャルを抽出していく。また、仙北市の場合は玉川温泉水を活用した水素の生成の実用化を目指していることから、将来的には水素プラントから、燃料電池への充填方法等についても具体の検討を進め、域内でのエネルギー供給、活用できるモデルを構築することも目標にする。

これらの取り組みを適宜情報発信することから、域内への事業者の参画など、地方における新たな産業の創出を目指す。

④ データ連携による発展性に関する考察

本調査は水素燃料ドローンによるドローンの社会活用の可能性を調査したものであるため、データ連携等については物流の実証実験で行った内容を参照【2.4 - (2) - ④】

⑤ 将来像実現のために必要な規制緩和

開発に当たっては法規制の見直しなど多くの機関の理解や協力が不可欠であり、水素の取り出し及びタンクへの充填作業についても専門的な技術が不可欠である。

⑥ 横展開に向けた方針

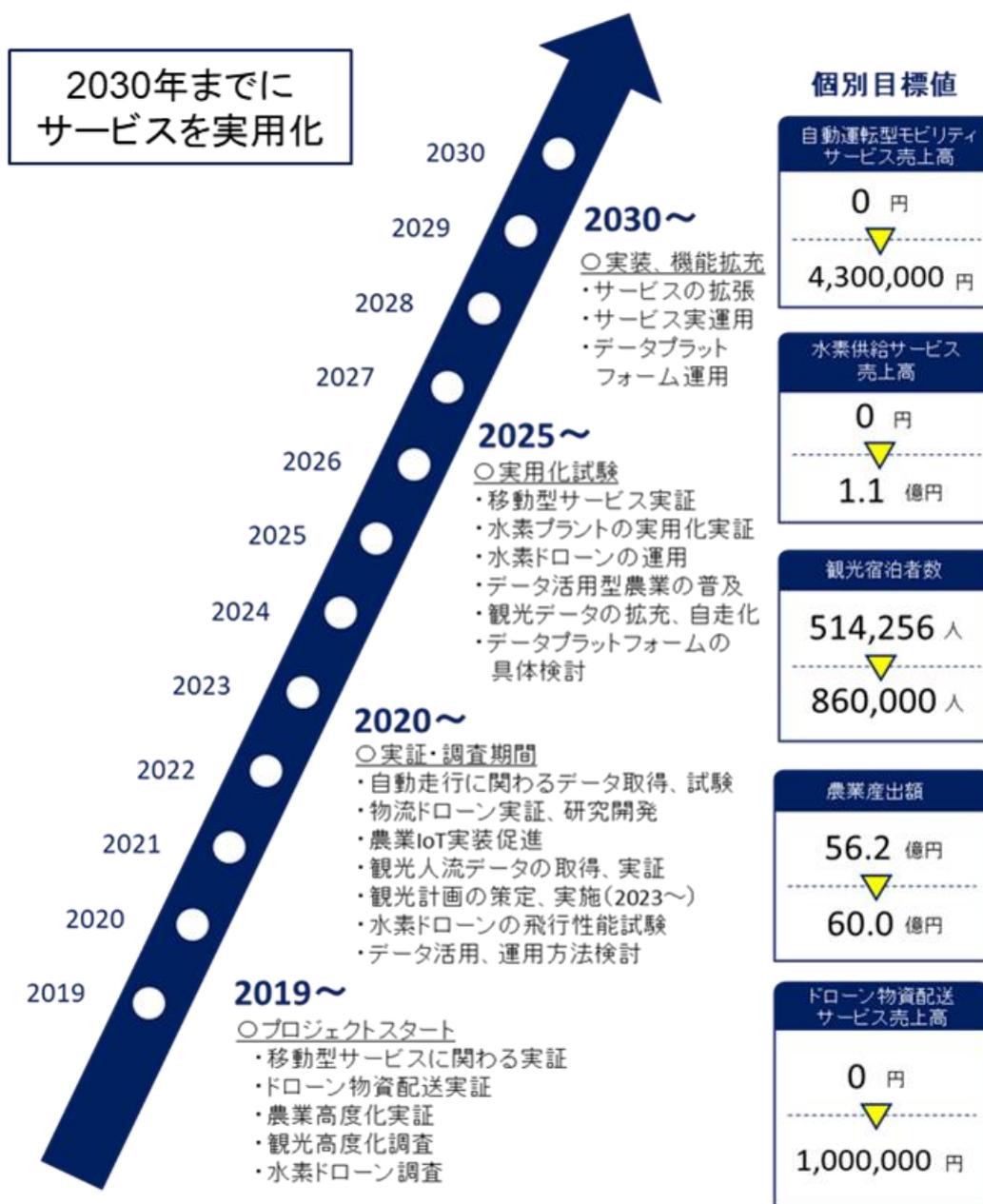
水素燃料ドローンの社会実装に関する取組みは国内でもまだ実証事例が少なく、先駆けて課題等を整理することにより、他地域での水素燃料電池ドローンの利活用に向けて知見を提供できる。水素燃料ドローンの社会実装に関する取組みは地域インフラの活用という側面などを勘案して非常に有益な取組みと思料される。

2.5 スマートシティの実現に係るロードマップ

(1) 全体の取組スケジュール

全体の取組としてのスケジュール概略を下記に示す。2030年までをひとつの目標とし、2020年度から個別の取組についての具体化も検討している。2025年度以降から実用化に向けた具体の実証等でビジネスモデルの検討などを進め、2030年度には実装を目指すスケジュールとしている。内容については技術の開発状況、法整備の状況を踏まえ柔軟に変更に対応し、適切に対応することとする。

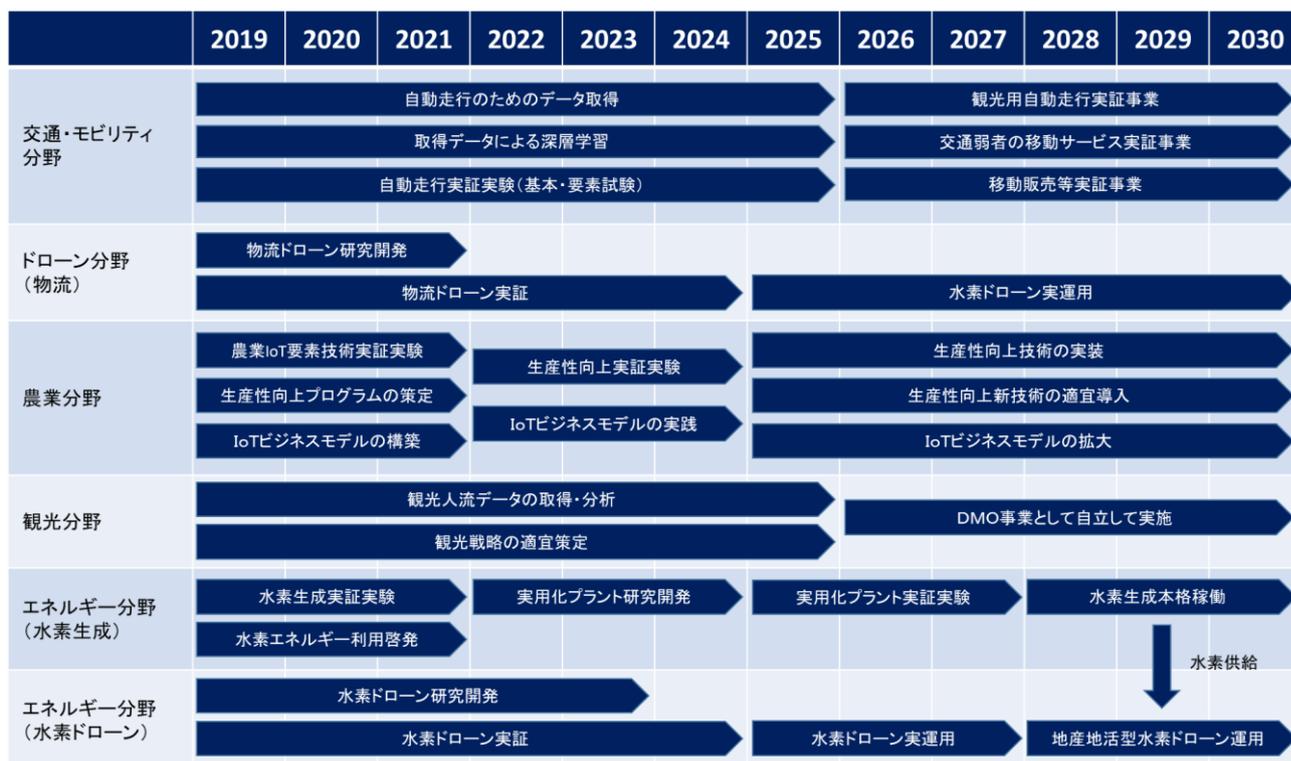
図表 43 全体スケジュール



(2) 個別事業のロードマップ

仙北市のスマートシティ実現の技術分野には、自動走行、水素エネルギー等の最先端技術も含まれることから、スマートシティ実現の目標年度を2030年度に設定し、以下のロードマップに従い、近未来技術等を社会実装することを目指す。

図表 44 個別事業のロードマップ



第3章 データ利活用に向けた検討

3.1 活用を予定するデータの想定

導入を目指すサービス毎に必要なと想定されるデータを下記にまとめた。今後それぞれの用途に応じて、各サービスを具体化していく中で継続的に協議し、効率的に取得、データ化する。また、基本的にはプラットフォームにデータ連携することとするが、データのオープン化については個別案件毎に協議し、取り決めをしていくこととする。

図表 45 活用を予定するデータの想定

分野	導入を目指すサービス	活用を予定するデータ (データ種別)	取得方法			活用用途 (データ利活用方針)
			独自 取得	データ 連携	オープン データ	
モ ビ リ テ ィ	無人自動運転車両を 活用した移動型サービス	★走行データ各種	○	○	○	自動運転車両開発
		公共交通運行データ (交通手段別)	○	-	-	マーケティング
		★市民の行動データ	○	-	-	マーケティング
		購買データ (市民の消費動向)	○	○	-	マーケティング
		観光人流データ	○	○	-	マーケティング
		地図データ	-	○	○	効率化、マーケティング
		★乗降データ (交通手段別)	○	○	-	効率化
ド ロ ー ン	ドローンによる 物流サービス	★航行データ各種	○	○	-	機体開発
		配送データ (業者別)	-	○	-	マーケティング
		購買データ (市民の消費動向)	○	○	-	マーケティング
		地図データ	-	○	○	効率化、マーケティング
		気象データ	-	○	○	マーケティング
農 業	スマート農業による 農業の高度化	★作物別の栽培環境データ	○	○	-	体系化
		★作物別の生育管理データ	○	○	-	体系化
		営農・経営データ	○	○	-	効率化、体系化
		気象データ	○	○	○	効率化、体系化
		★作業データ	○	-	-	効率化、体系化
		土壌データ	○	-	-	効率化、体系化
		★収穫データ	○	-	-	効率化、体系化
		出荷データ	○	○	-	効率化、体系化
		地図データ	-	○	○	効率化、マーケティング
品質データ	○	○	-	効率化、体系化		
観 光	観光施策の高度化	人流データ	○	○	-	効率化、マーケティング
		購買データ	○	○	-	効率化、マーケティング
		公共交通運行データ (交通手段別)	○	○	-	効率化、マーケティング
		SNSデータ	-	○	-	効率化、マーケティング
		WEB解析データ	-	○	-	効率化、マーケティング
		地図データ	-	○	○	効率化、マーケティング
エ ネ ル ギ ー	水素燃料ドローンの 社会実装	水素生成量データ	○	-	-	マーケティング
		水素蓄積量データ	○	-	-	マーケティング
		地図データ	-	○	○	効率化、マーケティング
		水素ドローンの域内航行データ	○	○	-	機体開発

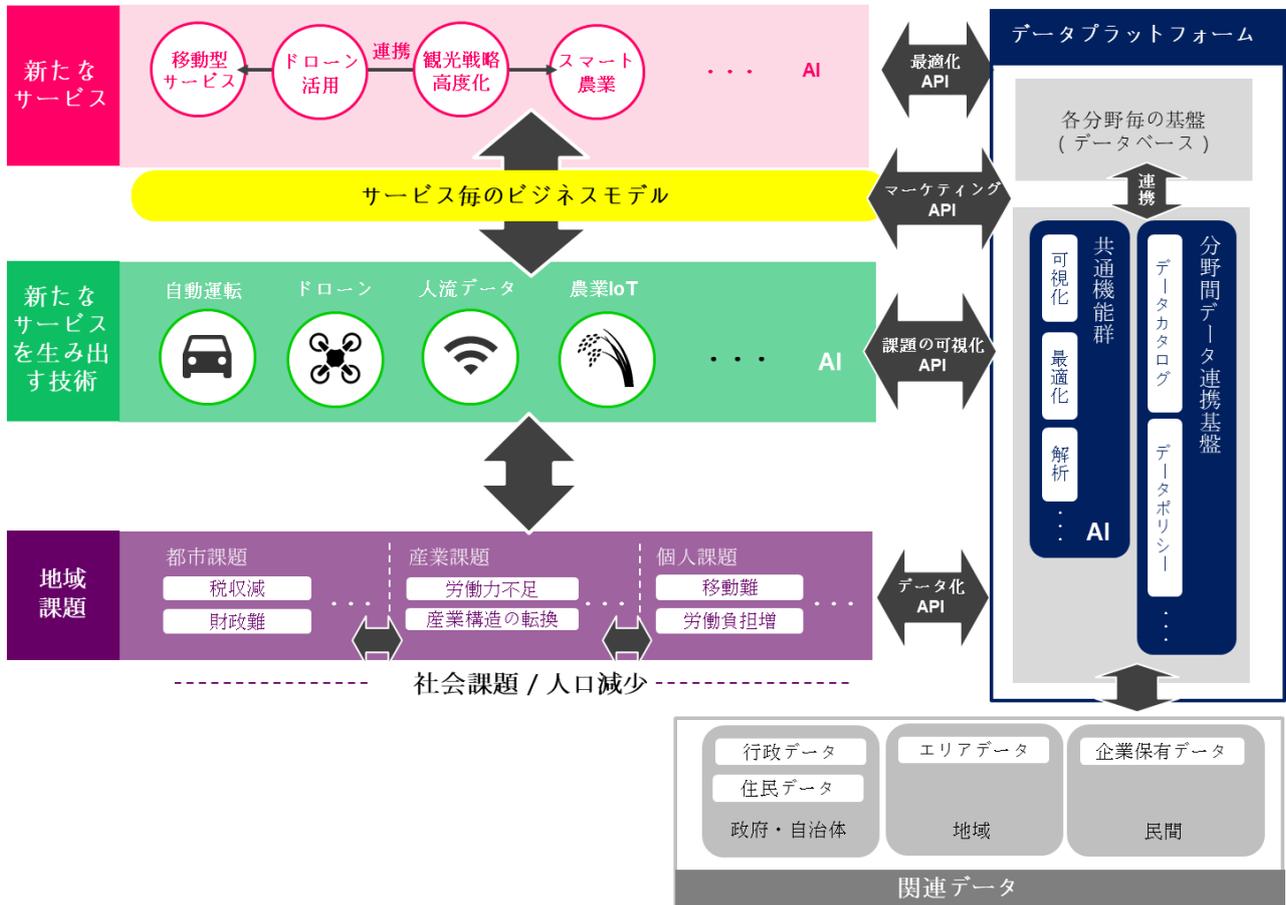
★：令和元年度事業にて一部取得したデータ

3.2 データプラットフォームの整備及び活用方針

データプラットフォームの整備について、まずはサービスの実装に必要なデータから可視化し、蓄積していくこととする。将来的には分野毎に基盤を整備しながら、データのオープン化についての協議を重ね、データカタログとして提供することで、様々な事業者が参加できる体制を構築する。また、たとえば農業などでは農水省が主導し、大規模のプラットフォームを整備中（Waguri）であり、企業が独自にプラットフォーム整備を行っている事例もある。これらのプラットフォームとの連携も視野に入れながら、相乗効果を得られるよう効率的に整備・活用していくこととする。

図表 46 データプラットフォームの整備・活用イメージ

仙北市スマートシティの姿（地域課題を基に、域内に新たなサービスが展開、浸透）



3.3 データの活用方法に関する考察

スマートシティ化に向けたデータの活用モデルについて検討した。

(1) リアルタイムデータによる「即時活用モデル」

リアルタイムデータは、常時センサー等により可視化されることで価値が生まれるデータである。例えば農業であれば作業の対応へ（管理アラート、ロボットトラクター等）、観光であれば店舗での対応（人流に合わせた接客対応等）へ、ドローンであれば航空管制、自動運転であれば運行管理と予約対応などである。データが現実世界での行動に即時直結する特性があり、即効性の高い活用モデルである。常時通信しデータ管理する必要があるため、通信の安定性確保がサービス化において重要になると考えられる。5Gなどの通信環境が整うことが望ましいが、地方においては携帯キャリアの電波状況が不安定な場所も多数存在するため、ローカル5Gの利活用なども検討の必要性があると考えられる。

(2) データ連携による「分析活用モデル」

リアルタイムデータと異なり、必ずしも即効性が考えられるデータではないものの、事実の組み合わせにより価値が生まれるケースである。例えば農業であれば施肥計画と収量の関係、観光であれば人流と消費の関係などである。個別のノウハウや経験測の形式化や、パターン化、効率化などが期待される活用方法であると考えられる。現状に合わせて必要な分析を明確化すること、どのようなデータを掛け合わせれば解にたどり着けるかを考察することなど、データ利活用に対し人的要素が含まれる活用法であると考えられる。

(3) ビックデータによる「統計活用モデル」

データ連携の規模をさらに拡充し、各種データを多数入力、解析することにより、統計的な価値が生まれるケースである。例えば農業であれば作物の病害予測、観光であれば混雑予想、ドローンであれば安全性の確認、自動運転であれば運行の高度化などである。多量のデータ蓄積が必要となるため、蓄積容量をしっかりと確保することと、解析のためのAI導入が必要になる。運用や維持費も膨大になることが予想されるため、大きな枠組みでの取り組みが必要である。

第4章 持続可能な取組とするための検討

4.1 仙北市版スマートシティのビジネスモデルについて

(1) ビジネスイメージについて

仙北市版スマートシティを実現するには、「サービスマネジメント」、「技術・データマネジメント」、「ビジネスマネジメント」の3つの要素をサイクルとして回すことが必要になると考えられる。仙北市版スマートシティにおけるそれぞれの役割は下記のイメージである。

○サービスマネジメント

地域課題を、地域（都市、産業、市民）が求めるサービスの源泉として捉え、どのようなサービスがあれば課題の解決に効果的にアプローチできるのかを検討する。データプラットフォームとの連携により、課題を具体的に見える化する役割などを担う。

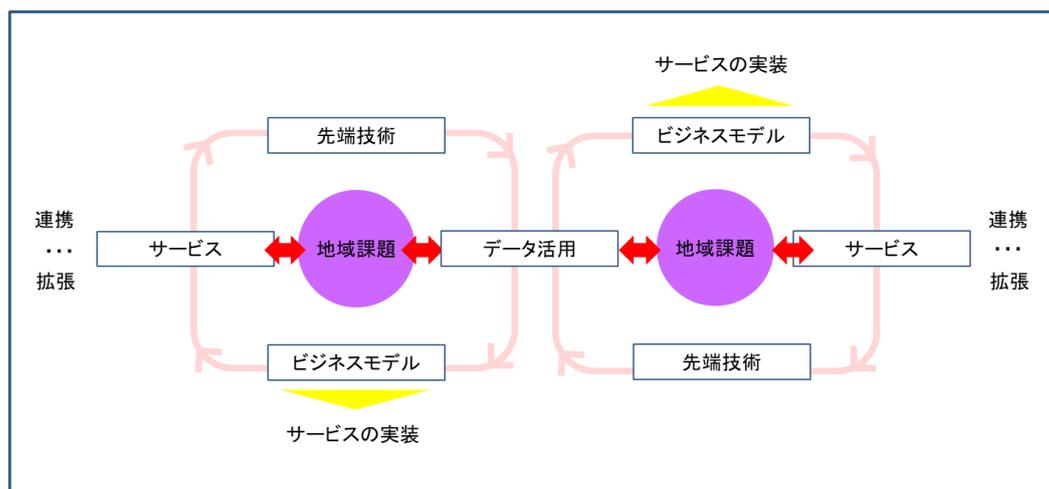
○技術・データマネジメント

必要となるサービスについて、先端技術やデータの活用で具体化が可能なのかの検討・検証し、実装に向けた課題整理等を行う。ビジネス化に向けた基礎マーケティングなども担う。

○ビジネスマネジメント

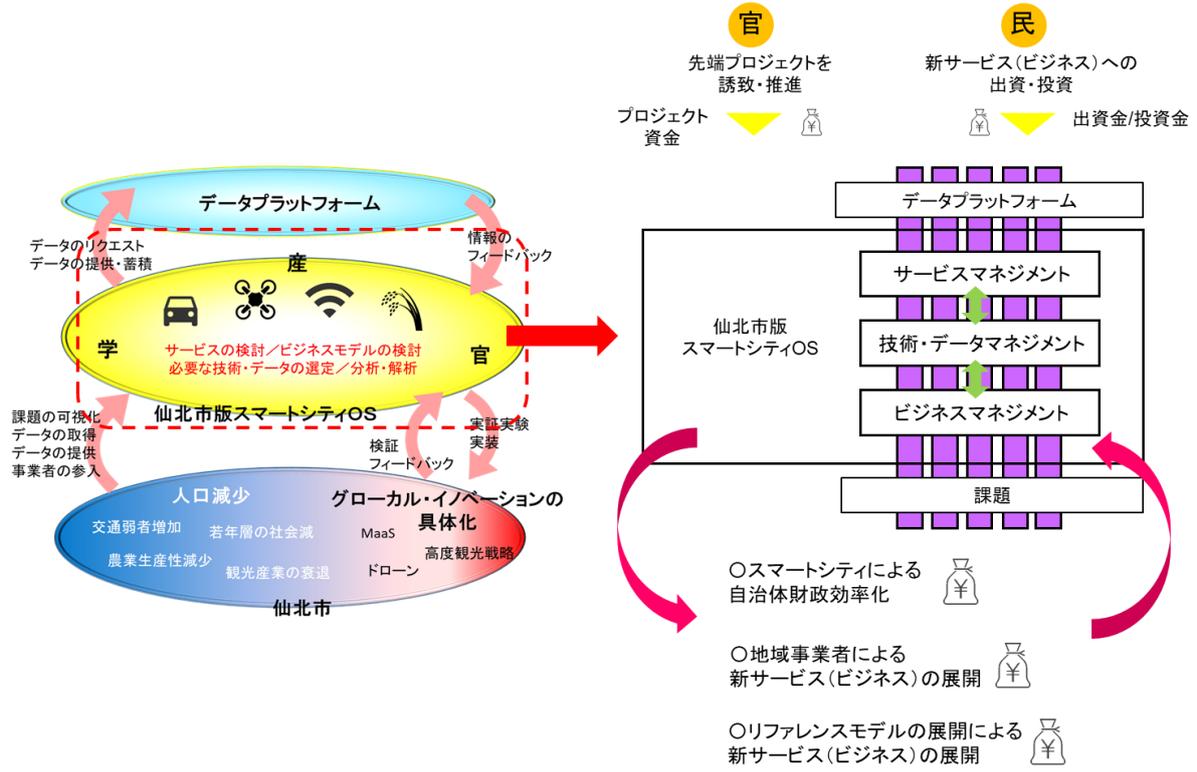
サービスの実装に向けた具体のビジネスモデル、事業計画を検討する。他社との連携、地元企業との連携なども積極的に行いながら、域内での雇用創出に繋がるようなモデル構築を行う。

図表 47 仙北市版スマートシティの運用サイクルイメージ

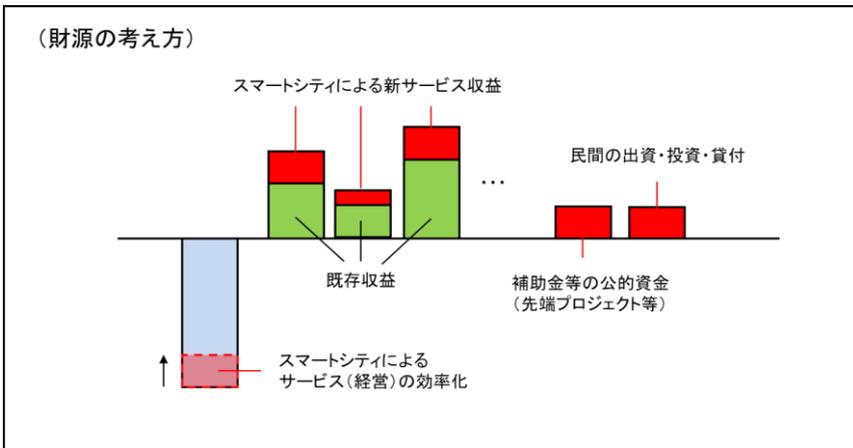


また、これら3つの機能から生み出される結果に対して収益を獲得することを想定する。具体的な収益、財源としては「サービス（経営）の効率化により生まれる財源」、「新サービスの実装による新たな収益」、「補助金等の公的資金」、「民間からの出資」の4つが主なところと考えられる。公的資金や出資以外の観点では成果型報酬の要素が強いものであることから、成果をいち早く見える化することが求められる。その成果が見込まれるまで補助金や出資等で活動を継続させていく体制が必要である。

図表 48 仙北市版スマートシティのビジネスモデルイメージ



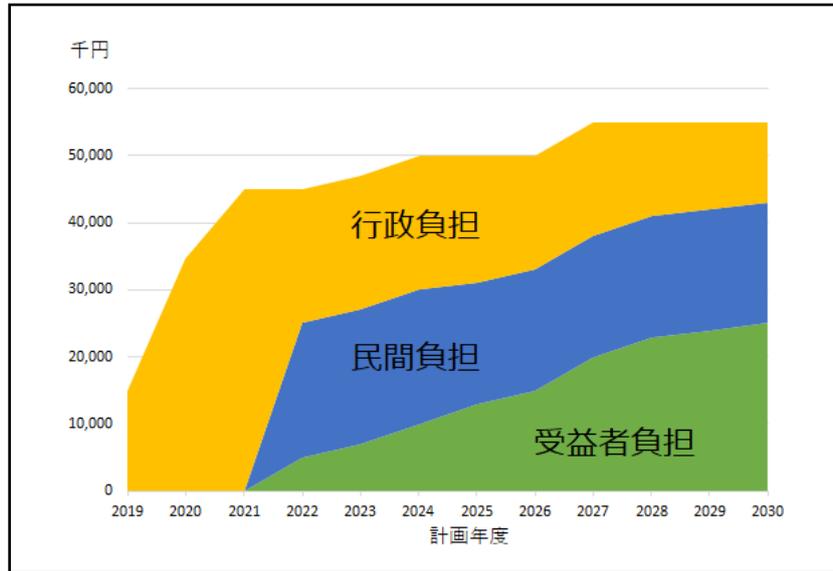
図表 49 仙北市版スマートシティの財源イメージ



(2) 資金計画について

2020 年以降は、スマートシティモデル事業の補正予算、内閣府地方創生推進交付金のほか、国、民間の予算支援を想定している。2022 年以降は、一部サービスの実証的展開や、事業者の参入促進などにより、民間や受益者負担の割合を増加させ、持続可能な計画として推進していく。

図表 50 資金計画 (想定)



(3) KPI について

仙北市版スマートシティの取組全体として、重要業績評価指標 (KPI) を設定する。さらに、本事業の実施状況、KPI の達成状況について、仙北市総合政策審議会、仙北市近未来技術を活用した新たな産業づくり支援協議会等の場において報告し、有識者等からの意見を聴取し、意見に基づき計画の見直しを図り、着実な事業の実施を図るものとする。

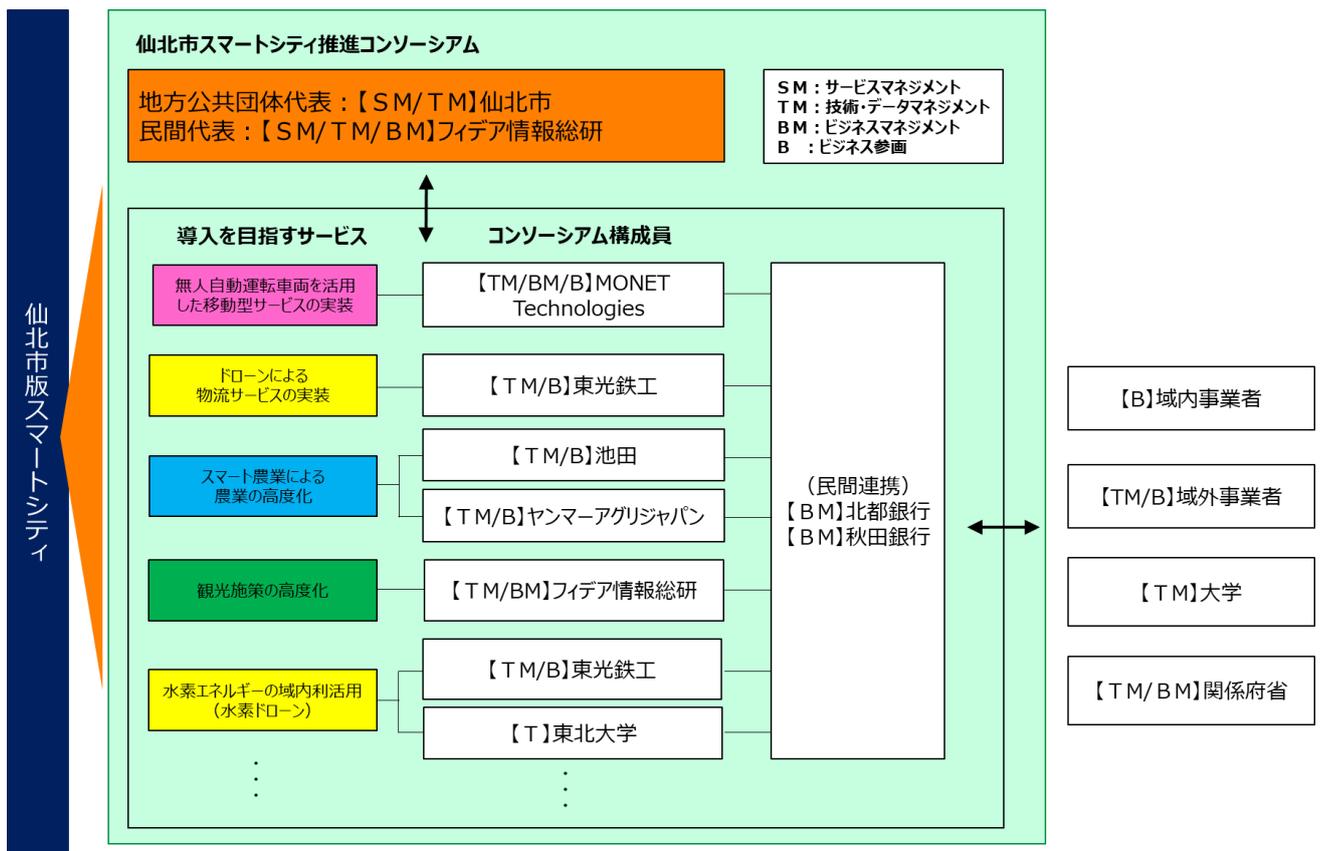
仙北版スマートシティの取組は、サービスの実装により地域へ変革をもたらし、グローバル・イノベーションの創出を行うことから地域の活性化に寄与するものであることから、各取り組みにおける目標を全体の KPI とし設定し、成果の検証を実施することとする。

取組分野	重要業績評価指標 (KPI)		
	指標	基準値	目標 (2030)
交通・モビリティ	自動運転型モビリティサービス売上高	0 円	4,300,000 円
エネルギー	水素供給サービス 売上高	0 円	1.1 億円
観光	観光宿泊者数	514,256 人 (2018/3)	860,000 人
農業	農業産出額	56.2 億円 (2015)	60.0 億円
ドローン	ドローンによる物資配送サービス売上高	0 円	1,000,000 円

4.2 仙北市版スマートシティの運営体制

この機能を維持・発展させていくためには、コンソーシアムの構成員が中心となりながら各サービスの実装に向けた取り組みを引き続き推進するとともに、また域内外からの事業者の参画を求めながら、実装に向けた具体検討を進めていくことが必要である。データプラットフォームについては当面はコンソーシアムとして整備方針を取り決めながら、関係機関との調整の上で実現に向けた調整を行う。

図表 51 仙北市版スマートシティ運営体制イメージ



第5章 横展開に向けた検討

5.1 仙北市版スマートシティの横展開について

仙北市版スマートシティは、ハードとしての都市像ではなく、地域へのイノベーション（先端技術やデータを活用した様々なサービス）を生み出すエンジンとしての都市像を目指すこととした。

仙北市の場合は全国に先駆けて国家戦略特区などの取組を通じ、技術活用の模索を続けてきたことから、それらをサービス化し、実装するフェーズに入ったが、これから都市全体の最適化を通じて課題解決に取り組む都市については、本スマートシティの個別の取り組みはもとより、その個別の取り組みを生み出すためのエンジンとしてのスマートシティのあり方を掲示できる。

5.2 個別事業の横展開について

○無人自動運転車両を活用した移動型サービスの実装

地方都市におけるビジネスモデルは、横展開が可能である。また、中山間地や積雪地帯での自動運転における課題などは、同様に他地域へ展開可能である。

○ドローンによる物流サービスの実装

地方都市におけるビジネスモデルは、横展開が可能である。また、河川上を主要経路とする取り組みは他の中山間地でも活用可能な展開であると思われる。機体の詳細な改造方法等については一部企業独自の保有情報になるため、その点についてはすべてを掲示できないが、コンソーシアムを窓口とした助言等で機体開発のサポートは可能である。

○スマート農業による農業の高度化

スマート農業における取組は全国に横展開が可能である。特に高齢者の多い地域においては共に取り組み内容を共有することにより相乗効果が見込まれる。体系化については地域特性が出るため、同様の気象条件の地域との連携により、効率的な展開が期待される。

○観光施策の高度化（通過型観光地から滞在型観光地への転換）

全国の通過型観光地に対してその知見を掲示できる。今後具体的なデータ取得により、観光人流データの有効活用に対する知見を得られることから、ひとつのモデルとして展開可能である。

○水素エネルギーの域内利活用

水素ドローンの社会実装に関わる課題等は全国に先駆けた検討事例として掲示できる。ただし仙北市の場合は域内で生成される水素をドローンのエネルギー源として活用することを目指しているため、その点については独自の取組となる。

5.3 横展開に向けた情報発信について

仙北市が地域課題とする少子化高齢化は、人口規模が小さい自治体に共通する課題である。少子高齢化という課題は、単に人口減少に伴う生産人口や高齢化率の上昇といった側面だけではなく、雇用、コミュニティ、環境、防災、健康、教育等、様々な分野に影響する課題である。そのため、仙北市スマートシティ推進コンソーシアムが取り組む最先端技術を活用したまちづくりは、仙北市と同様の課題を抱える多くの自治体の先行事例となるものである。

このような観点から、仙北市以外の他都市・地域への横展開を図るべく、積極的な情報発信を行う。具体的には、以下のような仙北市が活用可能な様々な枠組みを活用しつつ、仙北市モデルの積極的な情報発信による横展開を目指す。

仙北市は、国家戦略特区に指定されていることから、仙北市が利用する規制緩和、あるいは仙北市が新たに提案する規制緩和は、他の国家戦略特区の自治体でも利用可能となり、仙北市の取り組みの横展開の成果となる。また、規制緩和が全国展開されれば、仙北市と同様の事業を検討する自治体の先行モデルとなり、多くの自治体で、最先端技術を活用した新しいまちづくりが広がり、我が国における Society5.0 の実現に大きく貢献することができる。

また、仙北市は、経済産業省等が認定する IoT 推進ラボに選定されている。仙北市 IoT 推進ラボでは、平成 28 年度から設置している仙北市「近未来技術を活用した新たな産業づくり支援協議会」を組織し、仙北市内で、IoT を活用した事業をどのように育成すべきかの議論をしており、ようやく、小さい事業ではあるが、ドローンの農業分野での活用等で、成果が出始めている。このような事例は、小規模自治体が如何に IoT の社会実装を推進すべきかというモデルともなっており、IoT 推進ラボのシンポジウム等で事例紹介をさせていただく機会を得ている。IoT 推進ラボは、現在、全国で 93 地域が選定されており、仙北市の取り組みを IoT 推進ラボの仕組みを活用して、発信し、全国展開を目指す。

さらに、仙北市は、SDGs 未来都市に認定されており、持続可能なまちづくりの中に近未来技術の活用を掲げている。東北地方で SDGs 未来都市に認定されている他自治体と、東北 SDGs 未来都市サミットを組織し、東北地方での SDGs の推進の旗振り役として、活動を行っていくなかで、スマートシティ推進の取り組みについても、情報発信し、普及展開を図る。特に、令和元年度は、仙北市が同サミットのホスト自治体となっていることから、スマートシティの推進についても情報発信し、全国の SDGs 未来都市への横展開を図る。

先進的技術やデータを活用したスマートシティの実現手法検討及び実証調査（その1）

仙北市スマートシティ推進コンソーシアム

報 告 書

令和2年3月

国土交通省 都市局