ＩｏＴを活用した農山漁村の灯油難民防止等に向けた地域実証実験

報告書

平成３０年９月
石狩振興局

目　次

0　はじめに
1－1　実証実験を行った背景①
1－2　実証実験を行った背景②
2　実証実験開始までの経緯など
3　本実証実験のねらい＜まとめ＞
4　全体システム・体制の概要
5－1　実証地区の概要（新篠津村全体）
5－2　実証地区の概要（実証実験対象地区）
5－3　実証地区の概要（センサー設置家庭の灯油配送実績）
6　実証実験結果の検証内容及び手順概要
7－1　実証実験の検証結果　～ 電波（通信成功）状況の検証 ～
7－2　実証実験の検証結果　～ センサー設置家庭における「給油回数」の検証 ～
7－3　実証実験の検証結果　～ 実証実験対象地区全体の「配送日数」の検証 ～
8　本実証実験の成果＜まとめ＞
（別添１）システム詳細【 ゼロスペック（株）が提供するスマートセンサー 】
（別添２）システム詳細【 京セラコミュニケーションシステム（株）が提供するＳｉｇｆｏｘ 】
（別添３）タイアップ事業協定
（別添４）基地局の設置、センサー設置計画の策定、灯油タンクへのセンサー取り付け
（別添５）実証実験結果の検証手順　詳細

0　はじめに

寒冷地である北海道では、「灯油」は最も重要なライフラインのひとつです。

しかし、道内の農山漁村では、人口減少や高齢化・過疎化の急速な進展などによって、ガソリンスタンドや燃油配送業務に従事する人材が減少傾向にあり、灯油の購入や配送が十分に受けられない、いわゆる「灯油難民」と呼ばれるようなエネルギー弱者を生み出す可能性が高まってきています。

また、従来からの働き方が見直されている中、燃油配送業務に携わる従業員は、厳冬期に万一でも灯油切れが起こらないよう、家庭用灯油タンクの残量に関わらず定期的に配送しなければならないほか、災害時でも緊急配送が求められるなど、その労働負担はライフラインを担う責任からも大きいものがあります。

こうしたことから、将来を見据え、灯油の配送システムの効率化や、配送業務に関わる労働者の負担軽減をどのように図っていくかといった課題への対応は、北海道では必要不可欠なものと考えていました。

今般、低コストで通信可能な「LPWA」が、道内ではいち早く使用可能となる石狩振興局管内において、ＩｏＴ技術を活用し、農業を基幹産業としている地域をモデルに、灯油配送業務の効率化の実現と従業員の労働負担の軽減、さらには、消費者の利便性や灯油配送の不安解消、高齢者の見守りなどといった視点も含め、官民協働のタイアップ事業協定のもと、実証実験事業を企画しました。

実証実験結果は、本報告書のとおり配送業務の効率化に十分資するものとなっており、将来の「灯油難民」発生防止への手応えを得たところです。

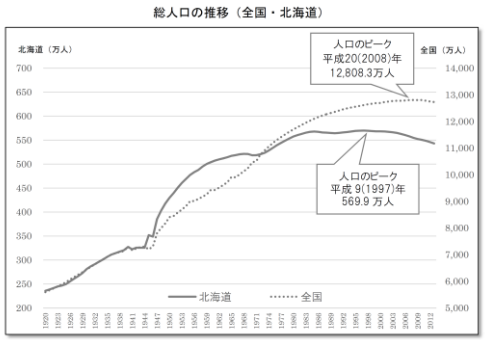
この取り組みがきっかけで、全国的にも進むガソリンスタンドや燃油配送業者の減少による灯油の安定供給確保の懸念、さらには様々な地域課題をＩｏＴ技術を活用して解決する、その一助になればと思っています。

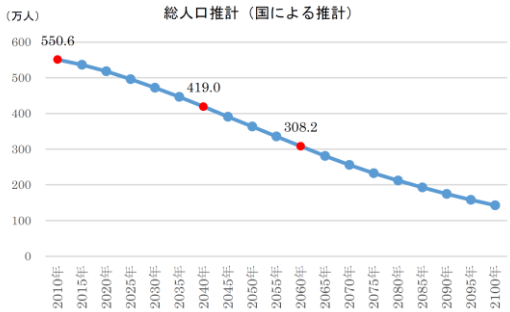
なお、本事業にはたくさんの関係機関・団体・企業の皆様に御協力をいただきました。
あらためて感謝申し上げます。

北海道石狩振興局長　　佐藤　哲夫

◆　北海道の人口減少・過疎化をめぐる情勢

○　北海道では、全国を上回るペースで人口減少が進展。





・国（国立社会保障・人口問題研究所）の推計によると、今後、何も対策を講じない場合には、2040 年の人口は 419 万人となる。

資料）「北海道人口ビジョン（平成27年10月、北海道）」より抜粋

2010 年　550 万人
↓
2040 年　419 万人

○　人口の少ない自治体ほど人口減少ペースが速い。

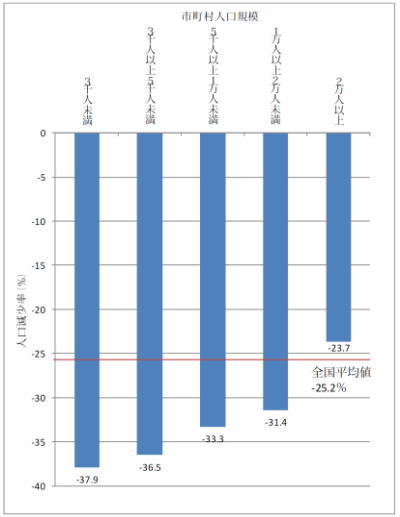
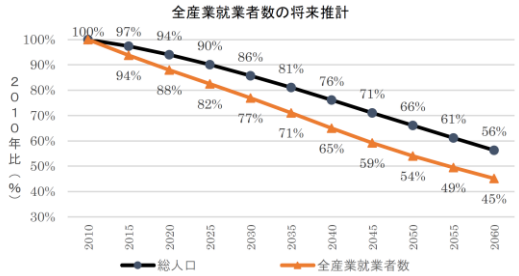


図 1-3　市町村人口規模別の人口減少率
（平成 47 年/平成 22 年）

資料）「次世代北方居住空間モデル構想（平成25年３月、北海道）」より抜粋

○　高齢化に伴い、将来の就業者数は総人口を上回るスピードで減少。



・生産年齢人口の減少と高齢化の進展による非就業者の増加により、将来の就業者数は総人口を上回るスピードで減少する。
・就業者数の減少による人手不足は、地域活力の低下や農林水産物の供給力の低下を招くことが懸念される。

資料）「北海道人口ビジョン（平成27年10月、北海道）」より抜粋

→　**生活関連サービスの低下や労働力不足が懸念される。**
農山漁村では特に。

次頁へ

◆　灯油配送をめぐる情勢

○　低下が懸念される生活関連サービスの中でも、寒冷地の北海道では、「灯油」は最も重要なライフラインの１つ。

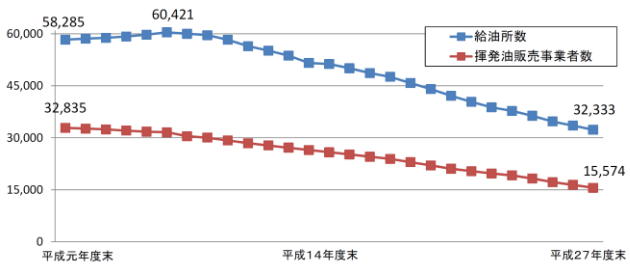
○　一方で、過疎化が進展する農山漁村では、灯油事業の採算が困難となるケースが多く、実際にガソリンスタンド（サービスステーション：ＳＳ）の減少が起こっており、灯油配送に支障をきたす恐れも出てきている（右記データ参照）。

○　過疎化が進展すれば、灯油事業の採算性はさらに悪化することは容易に想像できる。

○　また、各家庭の灯油タンクまわりは除雪されてないことも多く、厳寒の中、積雪をかき分け、１日に何十軒と灯油を配送する業務はかなりハードであり、全体的に人手不足が進む中、労働力確保が難しくなることも想定される。

→　**将来的な“灯油難民”発生の懸念**

【SS数及び石油販売事業者数の推移】



資料）SS過疎地対策ハンドブックより
（平成29年５月、SS過疎地対策協議会）

＜ＳＳ過疎地の市町村数＞

		Ｈ26年度末	Ｈ27年度末	Ｈ28年度末
道内		６０	６２	６２
	SSが１箇所	8	8	8
	SSが２箇所	１９	２３	２３
	SSが３箇所	３３	３１	３１
全国		２８３	２８８	３０２

※「ＳＳ過疎地」とは、市町村内のガソリンスタンド数が３箇所以内の自治体
※　道内179市町村のうち62市町村が該当している
※　経済産業省資源エネルギー庁ＨＰを基に作成

○　こうした情勢の中、道内農山漁村の灯油配送業務の中核を担うJAグループでは、農協広域石油宅配センタ（JAOC）による広域的・効率的な配送システムの構築に努めているが、

→　**将来を見据えた、さらなる灯油配送システムの効率化や労働負担の軽減を検証しておくことも必要。**

2　実証実験開始までの経緯など

- 前頁の重要課題に対し、**民間企業から提案**のあった**低コストな**スマートセンサー・通信サービスを使用する**「IoT技術」を活用したシステム**について、平成29年９月頃から検討開始。
- 本システムに**必要な通信網が現時点で整備可能な石狩地域**は、農山漁村のモデル地域となることが可能なため、石狩振興局で関係機関・団体と調整の上、**「新篠津村」を選定**して地域実証実験を企画。

  ・（基地局を一部追加等すれば）通信環境（後述するLPWA等）の使用条件を満たすこと
  ・専業農家の多い北海道の典型的な農村であること
  ・比較的コンパクトにまとまった地域で実証実験を円滑に進めやすい
  ことから「新篠津村」を選定。

- 本企画を円滑に進めるため、平成29年11月27日、関係機関・団体・企業６者による**タイアップ事業協定＊**を締結。
- 石狩振興局で、センサー設置計画を策定（実証実験に提供可能なセンサー数が限られるため、的確に実証結果が得られるよう、過去の配送実績等から**センサーを設置する地区・家庭を抽出選定**）
- 石狩振興局で近隣の関係機関・団体とあらかじめ交渉した上、実証実験に**必要な基地局**を前倒しで**設置**。
- **平成29年12月21日**、関係団体・企業と協力し、**センサーを各家庭に設置・本格スタート**。
- **平成30年５月23日、実証実験のデータ収集終了**。
- 平成30年６月～８月、収集したデータの分析。
- **平成30年９月**、実証実験結果を取りまとめ、過疎化に悩む**道内他地域の参考となるよう広く公表**。

＊・・・北海道では、民間企業等から道内地域や経済の活性化、公共サービスの充実に資する事業企画や協力・支援に関する提案を募集、それぞれの資源を提供しあうことでお互いの課題を解決していく「協働」を推進している。具体的な事業展開の協議が整ったものをタイアップ事業と呼んでいる。

3　本実証実験のねらい　＜まとめ＞

①　将来の人口減少・過疎化を見据えた、効率的な物流システムの実証

②　ハードな冬季配送業務の労働負担軽減に向けた実証

③　厳寒期や災害時においても万全なライフライン確保による消費者不安解消

④　道内ではまだまだ数の少ない、ＩｏＴ“実装”事例の創出

⑤　石狩管内で、ＩｏＴ関連取組を活発化するためのインフラ（LPWA基地局）整備促進

⑥　民間企業との協働による、地域課題解決モデルの創出

⑦　その他、高齢世帯の見守り・盗難の早期検知が可能かどうかの検証

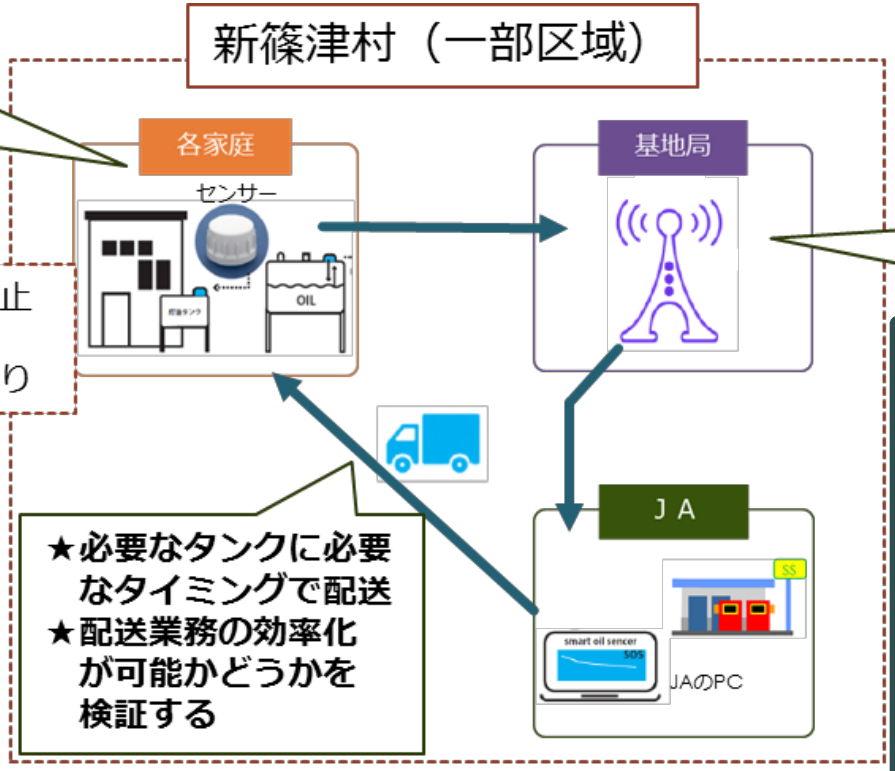
4　全体システム・体制の概要

※　詳細は別添１～４を参照

センサーでタンクの灯油残量を１台１台毎日測定・可視化

灯油漏れ・盗難防止
高齢世帯の見守り
といった効果もあり

【センサー拡大写真】



★必要なタンクに必要なタイミングで配送
★配送業務の効率化が可能かどうかを検証する

通信サービスは低コストなものを使用(Sigfox、sakura.io)

◆実証実験は、12月～５月まで実施
◆新篠津村内の一部区域の一部家庭に83戸、延べ97センサーを設置
◆配送は今までどおり定期配送を基本に行い、実際の配送実績と、得られたデータ（灯油残量）から算出できる最適化した場合の配送を比較し、どの程度効率化されるか等の検証を行った。

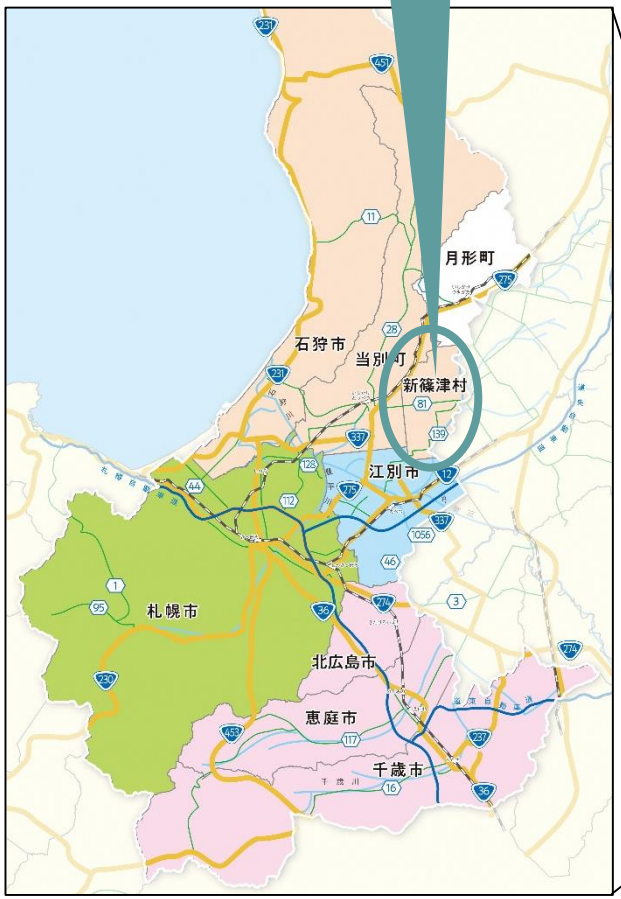
６者によるタイアップ事業協定

石狩振興局	ＪＡ新しのつ	新篠津村役場	ゼロスペック(株)	京セラコミュニケーションシステム(株)	さくらインターネット(株)
◆タイアップ事業企画 ◆関係機関・団体等との調整 ◆センサー設置計画の策定	◆配送関係データの提供 ◆センサー設置家庭との調整、取り付け	◆基地局設置の協力 ◆センサー設置計画策定に必要な資料提供	◆センサー開発及び無償貸出 ◆全体システム状況管理 ◆実験データの検証	◆通信サービスSigfox(ＬＰＷＡ方式)の提供 ◆基地局の設置 ◆通信状況管理	◆通信サービスsakura.io(ＬＴＥ方式)の提供 ◆通信状況管理

５－１　実証地区の概要（新篠津村全体）

【 実証実験エリア 】

北海道石狩郡新篠津村
（石狩振興局管内）



- 新篠津村は、石狩平野の中央部に位置し、北海道の中心都市である札幌市から北東に約40km の距離にある。
- 東西8.7km、南北14.3kmの総面積78.04km²で、平坦な地形が特徴である。
- 農業が基幹産業で、総面積の約66%が農用地、耕地面積の約94%が田で占められており、道内有数の経営規模を誇る水稲主産地。
- 人口は3,134人、1,403世帯（2018年7月現在）で、石狩管内では唯一の「村」。平成26年に過疎地域指定を受けている。
- 冬季の最低気温は、マイナス20℃を下回ることがあるほか、最深積雪量は200cmを超える年もあり、特別豪雪地帯の指定も受けている。

５－２　実証地区の概要（実証実験対象地区）

１　実証実験期間

平成29年12月21日～平成30年5月23日

２　実証実験対象地区　及び　実証実験期間中の実際の配送実績

※　後述のとおり、本実証実験期間中も、従来どおりの配送（センサー計測結果に依らずに配送）していることに注意

	配送した日数	配送した実戸数	配送した延べ給油回数
A　新篠津村全域	**123**	**541**	**2,775**
B　実証実験対象地区	**96**	**153**	**858**
（B／A）	－	(28.3%)	(30.9%)
C　センサー設置家庭	**73**	**83**	**470**
（C／A）	－	(15.3%)	(16.9%)
（C／B）	－	(54.2%)	(54.8%)

A：ＪＡグループが実証実験期間中に新篠津村内で配送した実績

B：Ｃの家庭を１戸でも含む地区の実証実験期間中の配送実績

※　具体的には、北新・新湧・川上・高倉・新高倉・西高倉・上篠津・沼ノ端・豊ヶ丘・上達布・平安・豊野地区

C：実際にセンサーを設置した家庭の実証実験期間中の配送実績

- ◆　本実証実験で設置可能なセンサー数に限り（100基程度）がある中、実際の配送実績と最適化した場合の比較を適切に行う必要があったため、過去の実績から同一日に比較的まとまりをもって配送されている地域を抽出。
- ◆　この地域を核にして、なるべく同一日に配送されている近隣地域の家庭を抽出。

Ｃの家庭（83戸、延べ97センサー）

※　１家庭に複数のタンクが設置されている場合があるので１戸１センサーではない

５－３　実証地区の概要（センサー設置家庭の灯油配送実績）

実証実験期間		平成２９年１２月２１日～平成３０年５月２３日 （１５４日間、営業日数１２４日）
センサー設定家庭数		８３戸、延べ９７センサー
配送した延べ給油回数		４７０回
給油量	最大	４６１．７ﾘｯﾄﾙ
	最小	１９．６ﾘｯﾄﾙ
灯油消費量/日	最大	３１．９ﾘｯﾄﾙ
	最小	１．０ﾘｯﾄﾙ
給油頻度パターン		約　７日に１回定期配送：　３戸（　３％） 約１０日に１回定期配送：　０戸（　０％） 約１５日に１回定期配送：１３戸（１６％） 約２０日に１回定期配送：２１戸（２５％） 約３０日に１回定期配送：４２戸（５１％） 約６０日に１回定期配送：　２戸（　２％）

なお・・・
１回の給油量に大きな差

ここに
効率化・最適化
の余地がある
ということ

※　センサーを設置した灯油タンクは４９０ﾘｯﾄﾙタイプ
※　灯油消費量/日は、センサーで測定したオイル高さからの推計
※　ＪＡグループの新篠津村における灯油配送の約９６％は定期配送（灯油残量に関係無く配送）となっている

6　実証実験結果の検証内容及び手順概要

①　電波（通信成功）状況の検証

◆　新篠津村という純農村地帯・豪雪・厳寒地域の中でも、確実に灯油残量を計測できるかどうかを確認した。

②　給油回数・配送日数を削減できるかどうかの検証（実際の配送と、センサー計測結果により最適化した場合の配送の比較）

◆　既に定期配送計画が組まれていたことから、実際の配送は、従来どおり行った。

※　実証実験期間中は、センサー計測結果を考慮せずに配送したということ

◆　センサー計測結果より、各家庭ごとに、「理論上の最適給油日」を算出し、実際の配送との比較（「給油回数」の比較）を行った（詳細は別添４参照）。

◆　「理論上の最適給油日」は、オイル残量が約175㍑相当まで減った時点（計測データ上は灯油の液面高さが250mmまで減った時点）とした。

※　175㍑は、万一の灯油切れが起こらない安全ラインで設定（センサーを設置した家庭の最大灯油消費量/日が31.9㍑であるが、その場合でも５日以上持つ計算）

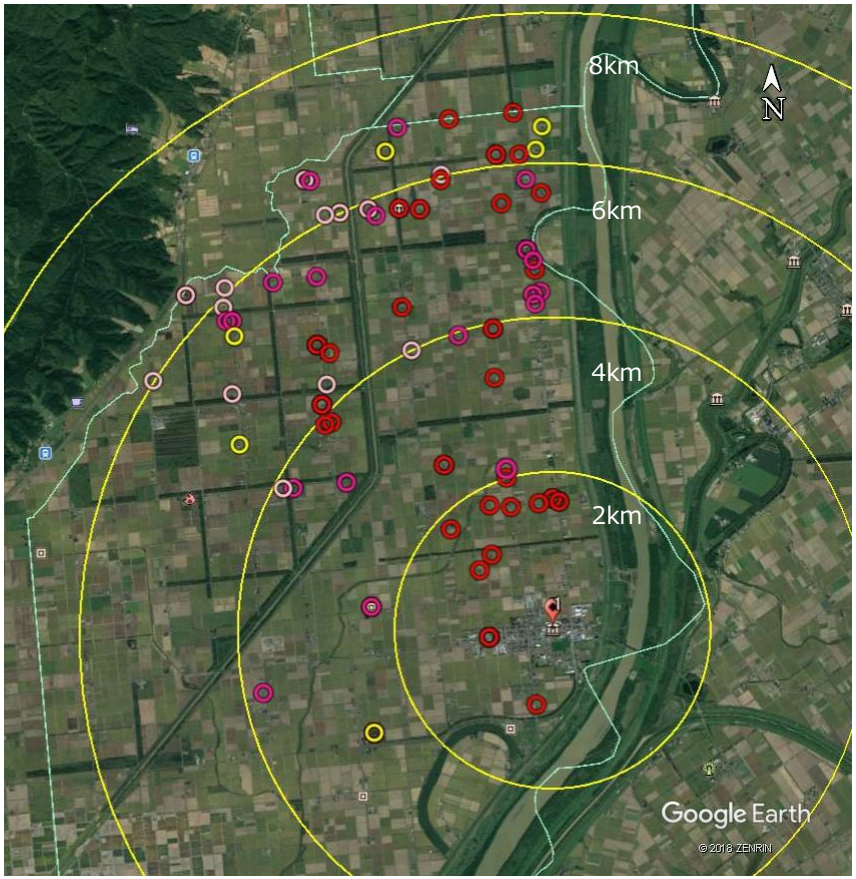
◆　また、実際に本システムを導入しても、「理論上の最適給油日」に必ずしも配送するわけではない（配送する家庭が例えば１戸だったら、別日に他の家庭とまとめて配送する）こと等を考慮し、一定の仮条件＊のもと、実証実験対象地区（前頁のＢの地区）全体で、「配送日数」がどれくらい減るかも検証した。

＊・・・過大な試算とならないようセンサーを設置してない家庭は給油回数は変えずに、配送日のみ３日の範囲内で調整
１日あたりの配送件数も考慮（詳細は別添５参照）

７－１　検証結果　～ 電波（通信成功）状況の検証 ～

- **<u>通信成功率は９９．７%</u>**
- 付近１０km以内に基地局が１局（新篠津村役場庁舎）のみであった１２月においては通信成功率が９８%台であったが、近隣の関係機関への基地局設置が進んだ１月以降は通信品質が向上。実証試験期間を通じての通信成功率は９９．７%となった。

RSSI（受信強度）



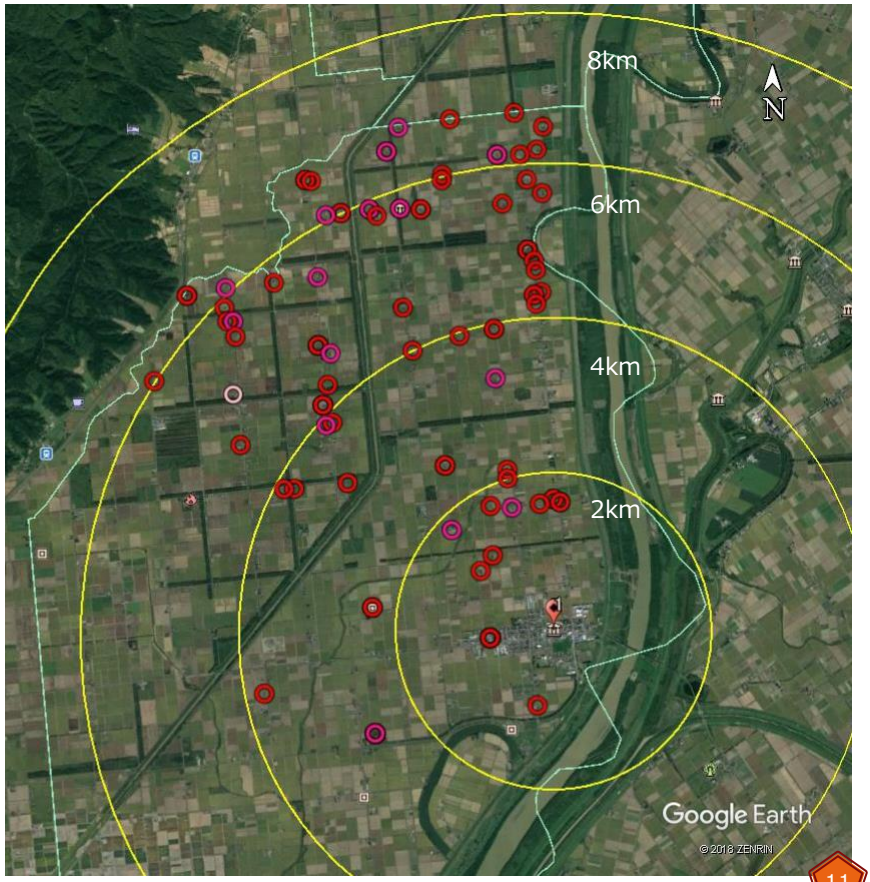
凡例（RSSI）

- -112dBm以上
- -112dBm ~ -117dBm
- -117dBm ~ -122dBm
- -122dBm ~ -127dBm
- -127dBm ~ -132dBm
- -132dBm ~ -137dBm
- -132dBm ~ -142dBm
- -142dBm以下

凡例（成功率）

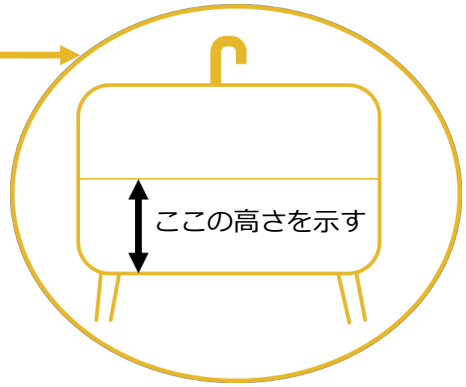
- 100%
- 100% ~ 90%
- 90% ~ 80%
- 80% ~ 70%
- 70% ~ 60%
- 60% ~ 50%
- 50%以下

通信成功率



７－２　検証結果　～ センサー設置家庭における「給油回数」の検証 ～

- ８３戸、延べ９７センサーの計測結果を分析。
- 実際の給油は、平均して“オイル高さ”が約410mm（灯油量に換算すると約285㍑）の時に給油されている。
- これを250mm（灯油量に換算すると約175㍑）に達した時点で給油するものとした場合、**給油回数は全体で約37%削減**される。



【８３戸、延べ９７センサーの計測結果まとめ】

給油直後のオイル高さ平均（mm）	給油直前のオイル高さ平均（mm）	実際の給油回数（回）A	最適化した場合の給油回数（回）B	削減回数 A－B	削減割合（A－B）÷A
707 mm（平均）	410 mm（平均）	470 回	296 回	174 回削減	37.0% 削減

※　**検証の詳細は別添５を参照**

○　ただし、上記検証は、新篠津村内のごく一部の「センサー設置家庭」ごとに個々に「給油回数」を試算し、単純加算した数字。
○　実際の配送では、**「給油回数」だけではなく「配送日数」も重要。**
→　運搬費用に直接影響するため。また、例えば仮にその日が最適日だとしても、その日の配送が１軒だけであれば、翌日以降に他の家庭とまとめて配送したりもするため。
○　次頁で、**センサーを設置してない家庭も含む「実証実験対象地区（Ｂの地区）」全体で、一定の仮条件の下、「配送日数」がどのくらい効率化されるかを検証**（過大な試算とならないよう、センサーを設置してない家庭は給油回数は実際の配送どおりとし、配送日のみ３日の範囲内で調整。なお、１日あたりの配送件数も考慮（詳細は別添５参照））。

７－３　検証結果　～ 実証実験対象地区（Ｂの地区）全体の「配送日数」の検証 ～

◆　実証実験対象地区（Ｂの地区）１５３戸のうち、８３戸（約５４％の家庭）の給油日を最適化するだけで、

○　**給油回数を１７４回（８５８回→６８４回、削減率約２０％）減らす**ことができる。
※　センサー設置家庭に限れば、
１７４回（４７０回→２９６回、削減率約３７％）

◆　さらに右記条件のもと、配送日数を試算したところ、

○　**配送日数を３５日（９６日→６１日、削減率約３６％）減らす**ことができる。

◆　残りの４６％にもセンサーを設置して最適化すれば、さらなる削減効果が見込まれる。
※　実証実験対象地区の戸数は新篠津村全体の約２８％（センサー設置家庭に限れば１５％）なので、新篠津村全体に導入すれば、当然、さらなる削減効果が見込まれる。

◆　今回は、灯油切れが起こらない相当安全な水準である、灯油残量が250mm（約175㍑相当≒490㍑タンクの約３割）に達した時点で給油すると仮定して算出したが、この数字をさらに調整（例えば残量100㍑相当程度など）することで、さらなる削減効果が見込まれる。

【参考】
センサー設置
家庭のみ

実際の配送		
配送日数	９６日	７３日
給油回数	８５８回	４７０回

給油回数は減るが
配送日数は増えてしまう

153戸中、センサー設置家庭 83戸の給油日を最適化		
配送日数	１３９日	１２２日
給油回数	６８４回	２９６回

３日の範囲内で、まとめて給油するよう配送日を調整（１日あたりの配送件数も考慮）

配送日をさらに調整		
配送日数	６１日	５６日
給油回数	６８４回	２９６回

①　将来の人口減少・過疎化を見据えた、効率的な物流システムの実証

→　**通信成功率**（正確に灯油残量を計測できる確率）は**約９９．７%**であり、厳寒・豪雪においても、**十分実用に耐えうる水準であることを確認**できた

→　**実証実験対象地区１５５戸のうち８３戸（約５４%）の家庭にセンサーを設置し**、灯油切れが起こらない相当の安全水準で**給油タイミングを最適化（今回の実験では残量が約３割に減った時点で給油と設定）するだけで**、

○　**給油回数を１７４回（８５８回→６８４回、削減率約２０%）**

※　センサー設置家庭に限れば、１７４回（４７０回→２９６回、削減率約３７%）

○　**配送日数を３５日（９６日→６１日、削減率約３６%）**

減らすことが可能であり、**大きな削減効果が出ることが確認**できた。

※　導入戸数を増やしたり、給油タイミングを調整することで、当然さらなる削減効果が見込まれる。

◆　灯油配送業務の効率化・採算性の改善

→　過疎地域でも、将来にわたって事業継続できる可能性が高まった

→　人口減少による人手不足懸念の解消が可能

◆　灯油配送業務以外の他の生活関連サービスでも、過疎地域で同様の検討が始まるきっかけになることを期待。

②　ハードな冬季配送業務の労働負担軽減に向けた実証

→　灯油切れを万一にでも起こさないよう気を遣いながら、厳寒の中、タンク周りの積雪をかき分けて１軒１軒灯油を配送するのは非常にハードな業務であるが、本システムを導入することで、

○　①のとおり**配送回数・配送日数自体を減らす**ことができる
○　灯油残量の可視化により、万一の灯油切れリスクを無くすことができ、配送に従事する労働者の**精神的な負担が減る**

ことを確認できた。

③　厳寒期や災害時においても万全なライフライン確保による消費者不安解消

→　灯油残量が可視化されることにより、**消費者にとっても万一の灯油切れを心配する必要が無くなる**
→　また、**災害時に**おいても、どこのタンク、あるいはどこの地区に、どの程度の灯油残量が残っているかを把握できるため、**優先順位を付けた機動的・緊急的な灯油配送をすることが可能に**なる

③　道内ではまだまだ数の少ない、ＩｏＴ“実装”事例の創出

→　**平成３０年秋を目途に、ゼロスペック（株）が本システムを実用化・販売開始予定**。

→　今後、発展と活用が見込まれる、貴重なＩｏＴ“実装”事例となる期待が高まった。

⑤　石狩管内で、ＩｏＴ関連取組を活発化するためのインフラ（LPWA基地局）整備促進

→　本実証実験があることで、京セラコミュニケーションシステム（株）による、新篠津村のある石狩管内の**インフラ（ＬＰＷＡ（Ｓｉｇｆｏｘ）基地局）整備が優先的に進んだ**。

→　なお、現時点で**石狩振興局管内は、Ｓｉｇｆｏｘがほぼ全域で使える状態**であり、灯油配送事業に続くＩｏＴ関連取組が活発化することを期待している。

⑥　民間企業との協働による、地域課題解決モデルの創出

→　地域課題の解決に向け、**民間企業の技術と知恵・活力を十分に活かし**ながら事業を進めることができた。

→　本実証実験終了後も、関係企業とは良好な関係を続けており、タイアップ事業協定に基づき、**ＩｏＴを活用した各種地域課題解決に向けた検討が進められている**ところ。

⑦　その他、高齢世帯の見守り・盗難の早期検知が可能かどうかの検証

→　灯油配送効率化には十分な水準であるが、計測精度等にやや誤差などが生じており、高齢世帯の見守り・盗難の早期検知に関しては**さらなる検証が必要**。

【本報告書に関する問い合わせ先】

◆　北海道石狩振興局産業振興部農務課主査（企画）
〒060-8588　札幌市中央区北３条西７丁目
ＴＥＬ：０１１－２０４－５８４４（直通）

※　センサーに関する問い合わせ（ゼロスペック（株）ＨＰ）
http://www.zero-spec.com/

※　Sigfoxに関する問い合わせ（京セラコミュニケーションシステム（株）ＨＰ）
https://www.kccs.co.jp/

本事業にご協力いただいた、関係機関・団体・企業の皆様、
ありがとうございました。