

令和4年度 課題解決型ローカル5G等の実現に向けた開発実証

ゴルフ場におけるローカル5Gを活用した コース運営の効率化及び新たなゴルフ体験の実現

成果報告書概要版

令和5年3月

株式会社地域ワイレスジャパン

実証概要

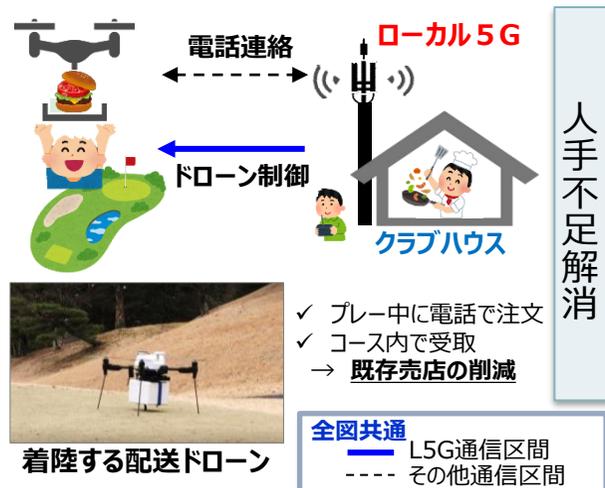
実証概要

実施体制 <small>(下線：代表機関)</small>	(株)地域ワイヤレスジャパン、ケーブルテレビ(株)、小山工業高等専門学校、エアロセンス(株)、(株)栃木ヶ丘ゴルフ倶楽部、鹿沼グループ、Support Technology Co.,Ltd、(株)関電工、京セラコミュニケーションシステム(株)、サムスン電子ジャパン(株)、DXアンテナ(株)、(一社)日本ケーブルテレビ連盟、(株)グレープ・ワン、(株)ゴルフダイジェスト・オンライン	実施地域	栃木県栃木市 (栃木ヶ丘ゴルフ倶楽部ゴルフ場)
実証概要	我が国のゴルフ市場においては、ゴルフ場従業員の高齢化・労働人口の減少等による人手不足や、団塊世代の高齢化に伴うゴルフ人口減少などの課題が存在。 > ゴルフ場にローカル5G環境を構築し、高精細カメラを搭載したドローンによるコース巡回・芝の育成状態管理、ドローンによる飲食配送及びウェアラブルカメラによるプレー動画撮影・提供や遠隔レッスンに関する実証を実施。 > ゴルフ場の業務効率化、新規プレーヤーの獲得及び付加価値の高いサービスの提供を通じ、ゴルフ市場の活性化を実現。		
主な成果	> 従来の目視巡回では3ホール30分に限定していたところ、ドローン搭載高精細カメラにより 全18ホール30分 での巡回を達成。巡回業務の効率化を実現。 > ドローンによる飲食配送では、騒音が十分に少ない高度100mの飛行において 配送時間3分以内 を達成。被験者の 80%より有償利用意向 を確認。 > ウェアラブルカメラ体験者への調査にて、プレー動画撮影について 87%が1,000円以上 の料金での利用意向を示し、売上向上に寄与できることを確認。		
技術実証	> ゴルフ場という広大な屋外環境における不感地帯の解消を目的として、中継器による柔軟なエリア構築を実施。 > 周波数：4.8-4.9GHz帯 (100MHz) 構成：SA方式 利用環境：屋外		
主な成果	> 中継器のカバーエリア内 (約1,400㎡) において、受信電力は 平均17.6dBの改善 、アップリンク伝送スループットは 平均66Mbpsの改善 を達成し、実証目標 (受信電力：10dB以上の改善、アップリンク伝送スループット：20Mbps以上の達成) を上回る成果を確認できた。		
今後の展開	本実証成果の実装に向けては、年間を通じたドローン搭載高精細カメラによるデータ取得/解析、ユーザー企業によるドローンオペレーションの経験積み上げ、ウェアラブルカメラの改善等が必要。令和5年度は追加実証を実施し、 令和6年度以降、商用実装及び他ゴルフ場への展開 を検討。		

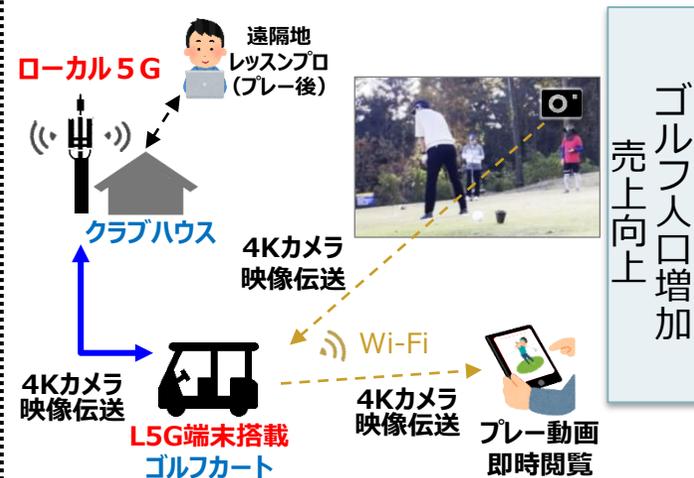
ドローンによるコース巡回・芝の育成状態管理



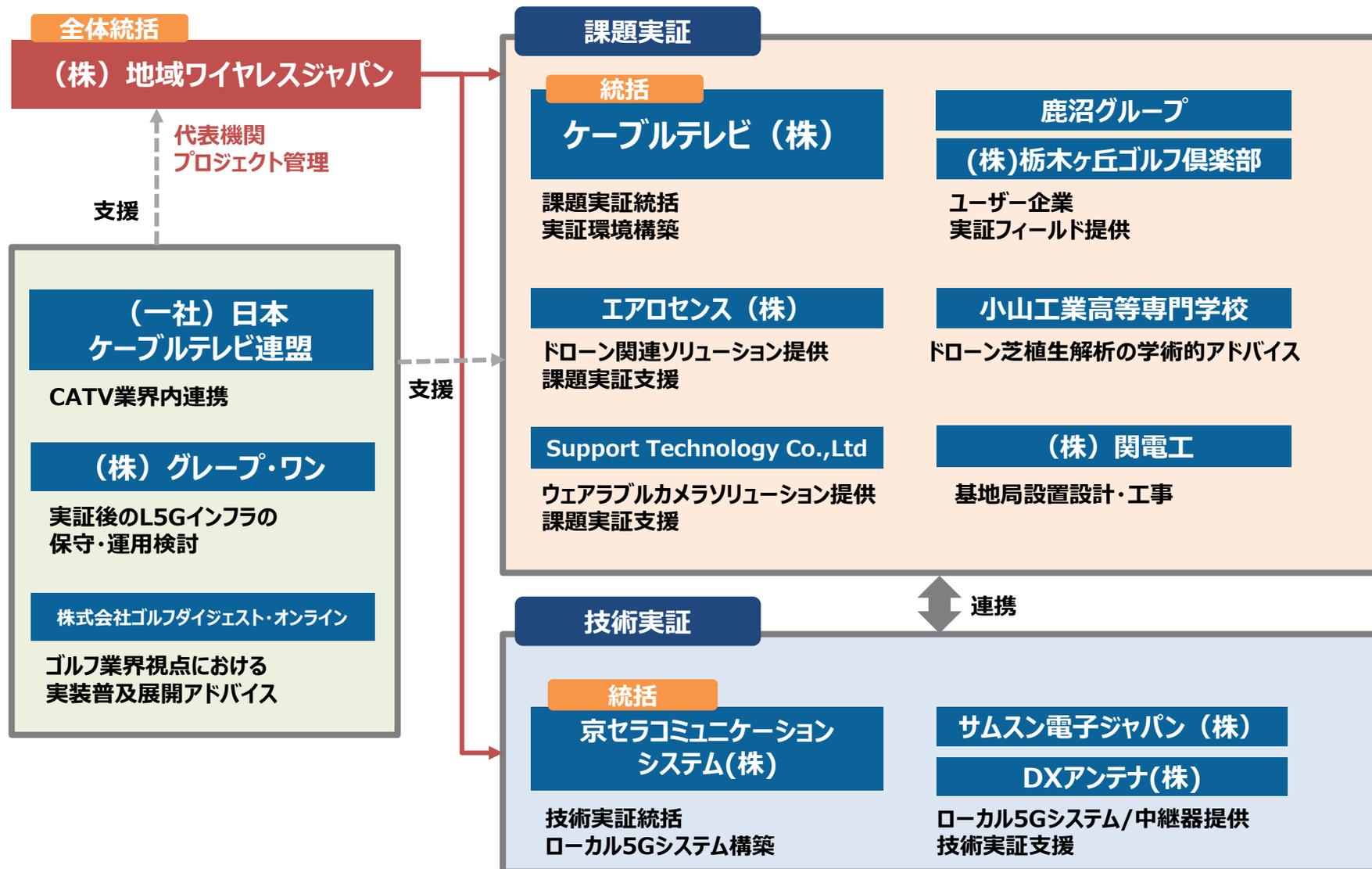
ドローンによる飲食配送



ウェアラブルカメラによるプレー動画撮影・提供や遠隔レッスン



実施体制



実証環境

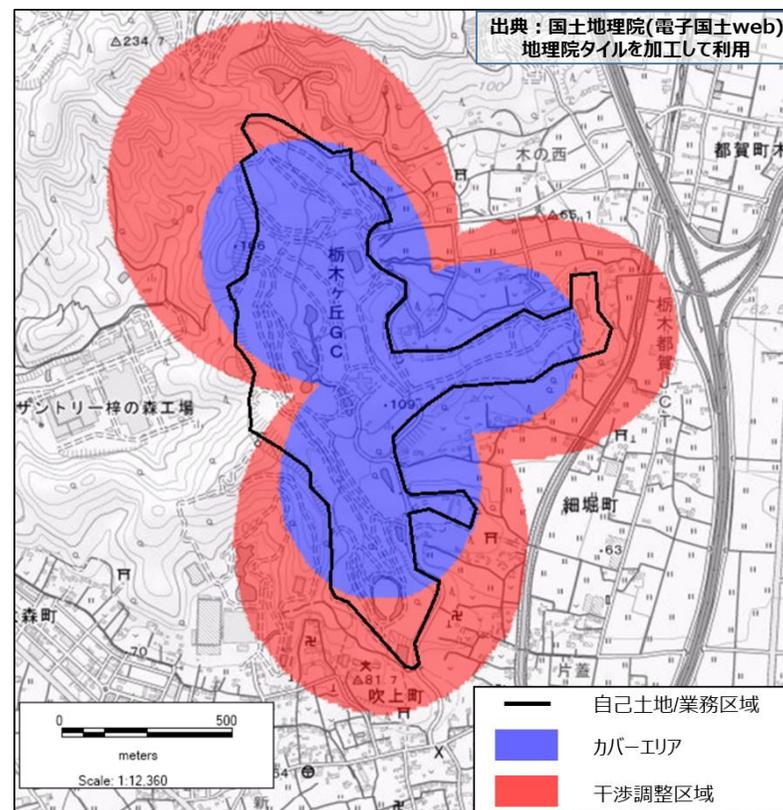
実施環境 (1/2)

本実証の対象周波数帯域は、4.7GHz帯（4.8～4.9GHz、100MHz幅）である。
 実証は栃木県栃木市の栃木ヶ丘ゴルフ倶楽部のゴルフ場で実施した。実施場所は屋外であり、地形はゴルフコースに沿って起伏に富む斜面を含む。またゴルフコースには電波遮蔽になり得る樹木が数多く存在する。

5Gシステムの配置図



基地局エリアカバレッジ



実施環境 (2/2)

クラブハウス付近にコンクリート柱を新設し、柱に設置した3台のRUにより、クラブハウスから3方向に延びるコースに向けて3つのセルを構築した。



リピータ (送信側)

5G基地局

コースレイアウトと基地局他の配置



3番ホールから見た5G基地局



18番ホールから見た5G基地局



ドローン

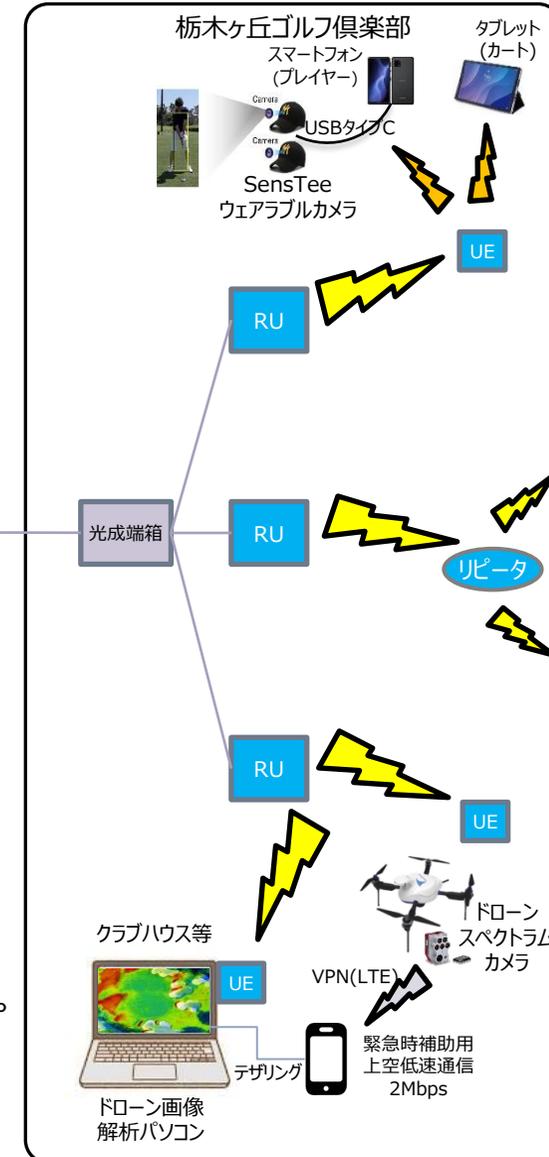
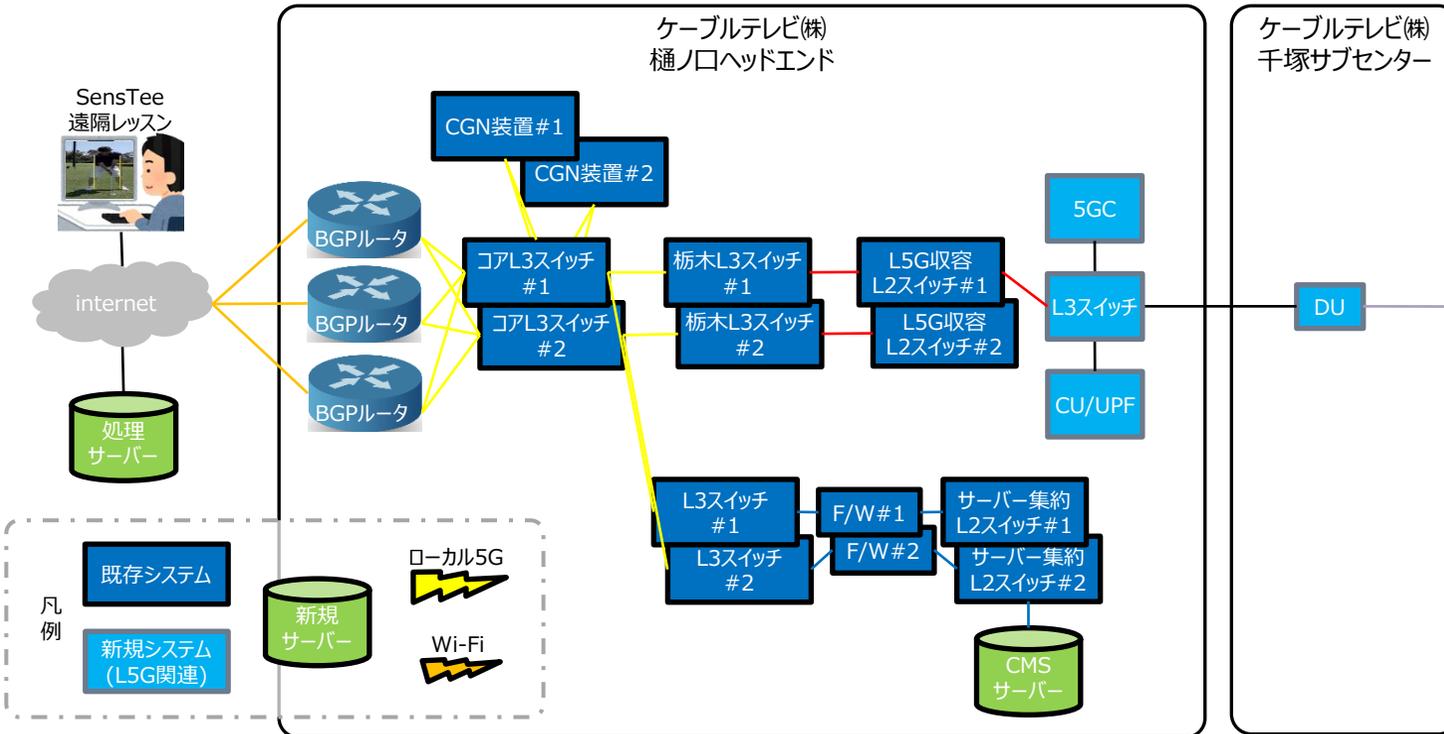


ウェアラブルカメラ



ネットワーク・システム構成

本実証においては、4.8～4.9GHz の周波数帯域で SA方式のローカル5G システムを使用した。コア装置（5GC）・UPF（User Plane Function）・CU（Central Unit）をケーブルテレビ（株）の樋ノ口ヘッドエンドに配置し、DU（Distributed Unit）をケーブルテレビ（株）の千塚サブセンターに配置した。ゴルフ場（栃木ヶ丘ゴルフ倶楽部）にはRU（Radio Unit）とアンテナを3局置局した。また、コース中には不感地帯の解消を目的としてリピータを設置し、試験を行った。



各ソリューションの情報は5G端末（UE）を介して各サーバーと通信を行う（一部はWi-Fiを併用）。ドローン搭載カメラで取得した4K映像はリアルタイムモニタリングでき、クラウドにあるサーバーで処理して芝の育成状態を可視化する。ウェアラブル4Kカメラで撮影した動画は、ケーブルテレビ（株）の樋ノ口ヘッドエンドに設置されたCMS（Contents Management System）サーバーに記録し、プレー記録の閲覧や遠隔レッスン等に利用する。

システム機能・性能・要件

本実証においてはアップリンク（上り帯域）を多く使用するため、準同期（4:6）の運用にて実施した。

ローカル5Gシステムの主な技術的諸元（基地局）

項目	諸元
製造ベンダー	Samsung
基地局数	3
設置場所	屋外
同期/準同期	同期、準同期
UL：DL比率	同期1:4、準同期4:6
周波数帯	4.8GHz
SA/NSA	SA
UL周波数	4.8GHz - 4.9GHz
DL周波数	
UL帯域幅	100MHz
DL帯域幅	
UL中心周波数	4849.98MHz
DL中心周波数	
UL変調方式	256QAM
DL変調方式	256QAM
MIMO	4×4MIMO
ULセルスループット (同期 / 準同期)	230Mbps / 460Mbps
DLセルスループット (同期 / 準同期)	1490Mbps / 990Mbps

ローカル5Gシステムの主な技術的諸元（リピータ）

項目	諸元
製造ベンダー	DXアンテナ
機種	Sub6 Repeater R1
機能	中継器
空中線電力	17dBm/100MHz
空中線利得	13dBi/10dBi
EIRP	27dBm/100MHz
周波数	4.8GHz - 4.9GHz
周波数帯域幅	100MHz
最大利得 DL	75dB
最大利得 UL	75dB
サイズ	155(H) × 200(W) × 50(D) mm
重量	1.8kg
電源	AC100~240V
最大消費電力	33W

ローカル5Gの電波伝搬特性等に関する技術的検討（技術実証）

技術実証テーマⅡ エリア構築の柔軟化 (1/2)

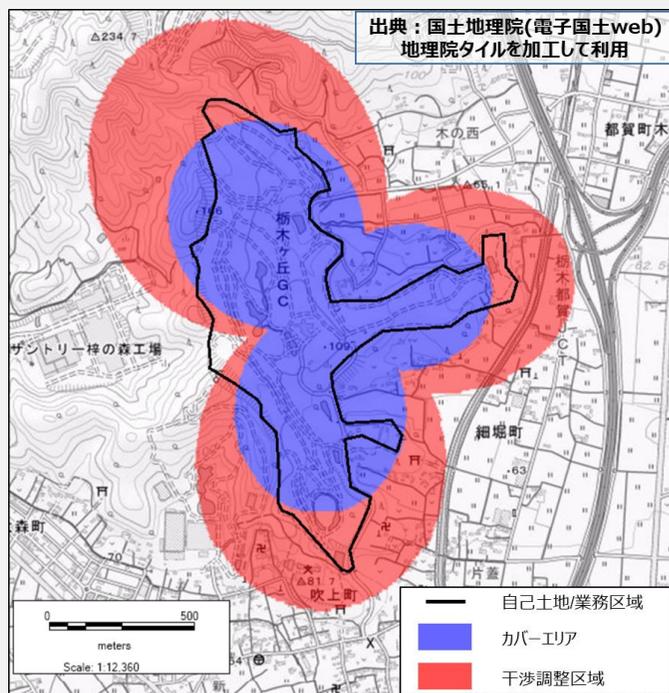
柔軟化の対象：☑不感地対策 ■他者土地への電波漏洩軽減

解決方策 ■反射板 ☑中継器 ■DAS ■LCX ■その他

エリア構築の課題 技術的課題 ゴルフ場のエリア構築の課題として、樹木により遮蔽されているケースが多く、エリア内に不感地帯が発生する可能性がある。ゴルフ場のコース全域をエリアカバーするという観点から中継器による対策が望ましいが、対策検討プロセスが明確になっていない。

上記課題の解決方策
 課題解決前：基地局の直接波のみによるエリアカバー
 課題解決後：基地局のエリア構築後の実測結果に基づく中継器による弱電界エリアの対策

業務区域、カバーエリア、調整対象区域、自己土地、他者土地

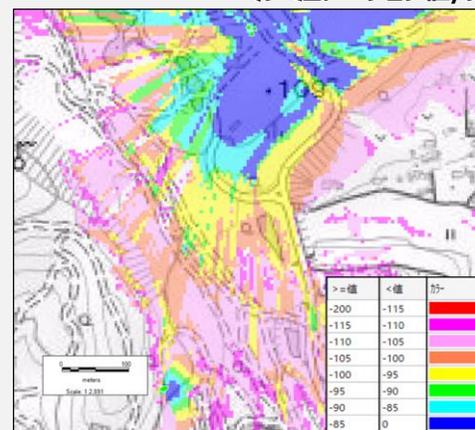


ゴルフ場全域が自己土地範囲かつ業務区域

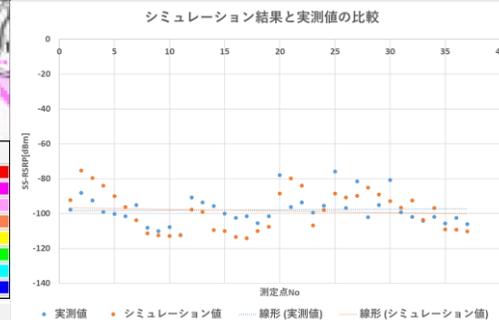
エリア構築のシミュレーション

Infovista製シミュレーションツール「Planet」を使用し、奥村秦方式による基地局及び中継器のシミュレーションを実施。(土地区分は航空写真に基づき5mメッシュで作成) 中継器の設置地点及び対策エリアは、シミュレーションのみによる検討ではなく、ゴルフ場内を実測した結果に基づき検討を実施。

〔シミュレーション値/実測値を比較した図表〕



出典：国土地理院(電子国土web) 地理院タイルを加工して利用



評価：〔実用性、優れる点、留意点等〕

ゴルフ場内を実測した結果に基づいて中継器の設置場所を検討することにより、弱電界エリアの適切な改善を実現。中継器設置場所の選定プロセスにおけるシミュレーション結果についても、実測値との大きな乖離はなかった。

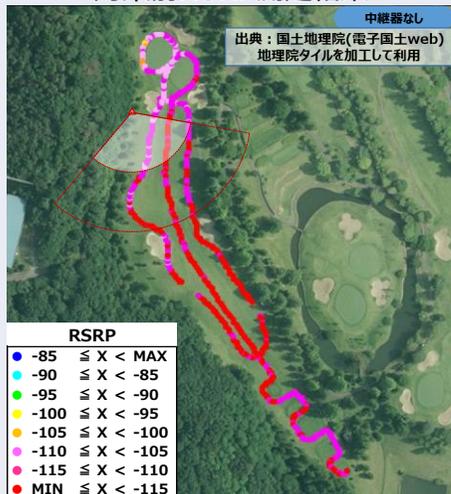
技術実証テーマⅡ エリア構築の柔軟化 (2/3)

柔軟化の対象：☑不感地対策 ■他者土地への電波漏洩軽減

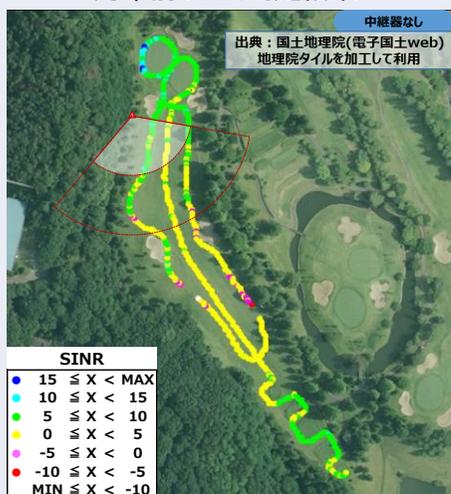
解決方策 ■反射板 ☑中継器 ■DAS ■LCX ■その他

実証結果

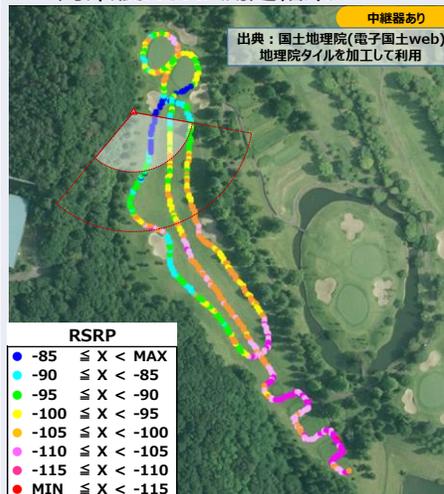
<課題解決前>
対策前RSRP測定結果



対策前SINR測定結果



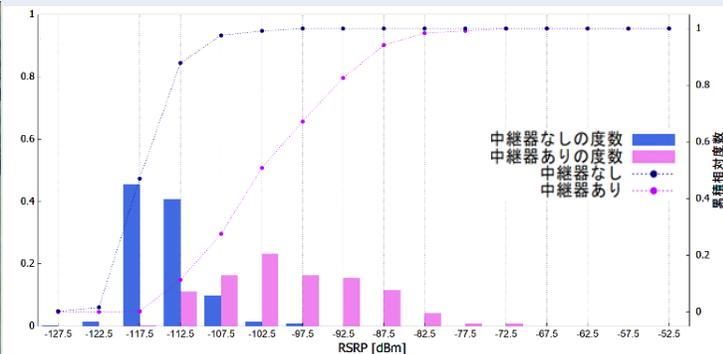
対策後RSRP測定結果



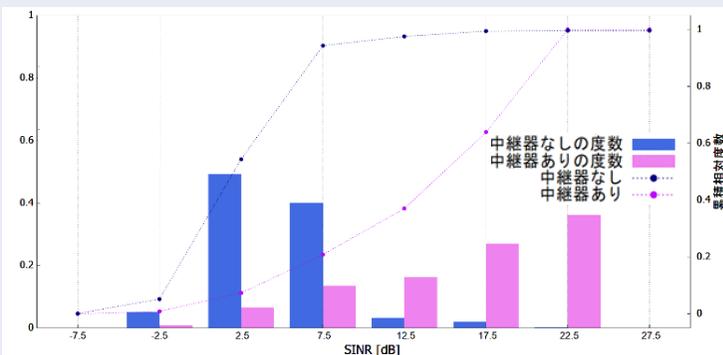
対策後SINR測定結果



<課題解決後>



- ・弱電界エリアである12番ホール全体の受信電力・SINRが改善していることを確認。(左図の測定結果)
- ・対策前後における累積度数分布のグラフからも対策後(ピンク)で改善していることが確認できる。



技術実証テーマⅡ エリア構築の柔軟化 (3/3)

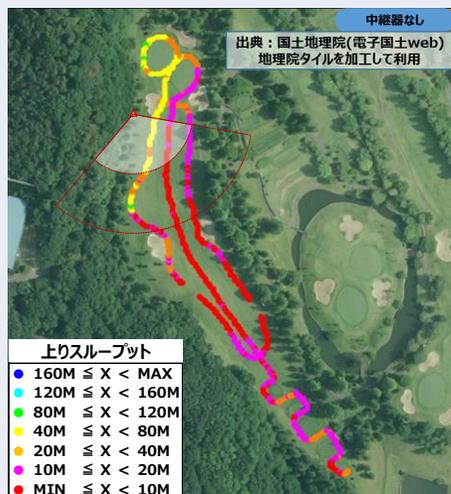
柔軟化の対象：☑不感地対策 ■他者土地への電波漏洩軽減

解決策 ■反射板 ☑中継器 ■DAS ■LCX ■その他

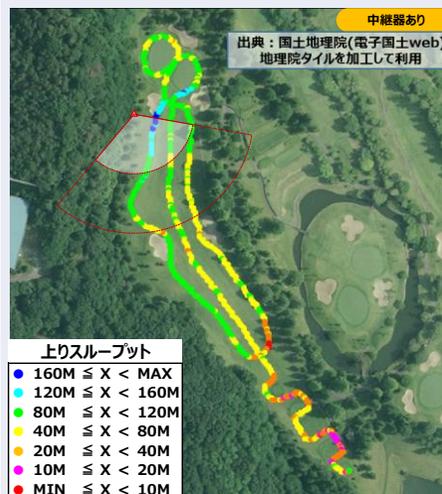
実証結果

<課題解決前>

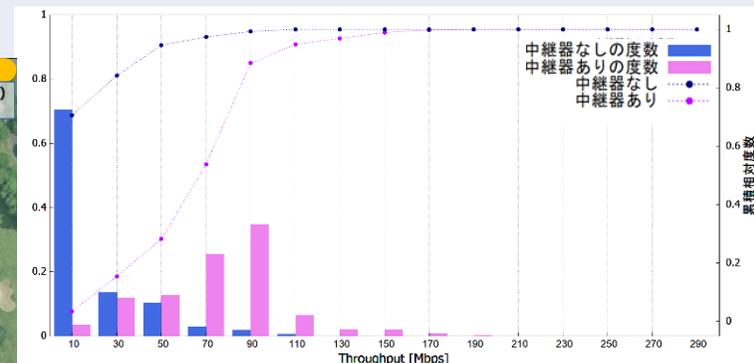
対策前スループット(UL)測定結果



対策後スループット(UL)測定結果



<課題解決後>



- ・弱電界エリアである12番ホールのアップリンクの伝送スループットが改善していることを確認。
- ・対策前後における累積度数分布のグラフからも対策後(ピンク)で改善していることが確認できる。

実証の成果

- ・得られた知見
- ・課題解決への貢献
- ・シミュレーション精度向上への貢献
- ・さらなる課題の提案

【得られた知見について】

- ・実測により選定した弱電界エリアを対象として中継器による対策を実施し、技術実証における各種目標値を達成。主な改善項目結果を下記する。
受信電力：10dB以上の改善
アップリンク伝送スループット：20Mbps以上の達成
- ・当初想定した中継器のカバーエリア(直線距離：45m、面積：約1,400㎡)内の約2倍の距離まで改善効果が認められた。

【さらなる課題の提案】

- ・本実証で用いた中継器はSISO方式を採用しているため、ダウンリンク伝送スループットについてはアップリンクと比較して改善効果は大きくなかった。5Gの超高速大容量の特徴を活かすため、中継器のMIMO方式の対応について検討する必要がある。
- ・弱電界エリアの周辺において、中継器への所要入力レベルを満足する場所を探索することが困難な側面があるため、中継器による多段中継接続が有効な手段になり得る。

写真



基本的な電波伝搬データの取得

実証内容

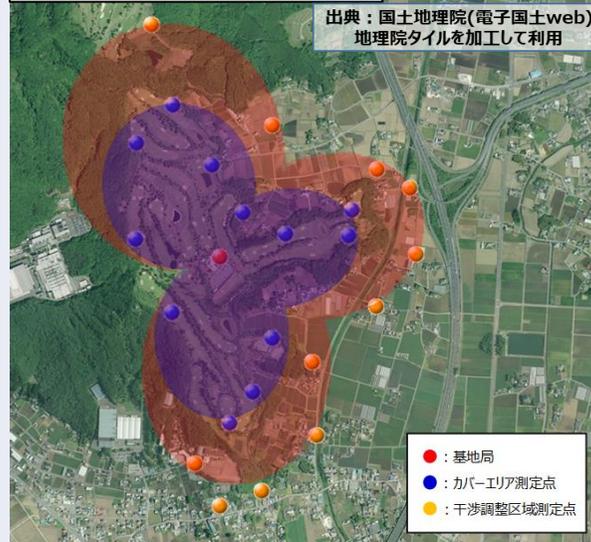
【エリア算出法と実測値の比較】

- ・エリア算出法に定めるカバーエリア及び調整対象区域のエリア端における受信電力を測定
- ・エリア算出法により算出された閾値と実測値の比較
- ・エリア算出法に定めるカバーエリア及び調整対象区域の閾値がそれぞれ実測される測定ポイントの基地局からの距離を算出

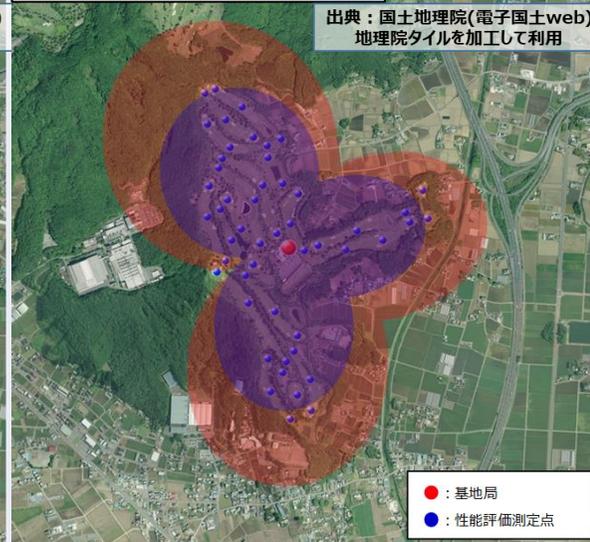
【伝送性能評価】

- ・カバーエリア内に50地点の測定ポイントを設定し、各測定点における伝送スループット及び伝送遅延時間が、課題実証での要求値を満たしているかを評価

エリア算出法に基づく端部測定点



伝送性能評価測定点



実証結果

【エリア算出法と実測値の比較】

- ・カバーエリアについてはエリア算出法による算出結果と実測値が近い結果となった。
- ・干渉調整区域については、実測されたエリアがエリア算出法によるエリアと比較してやや広い結果となった。

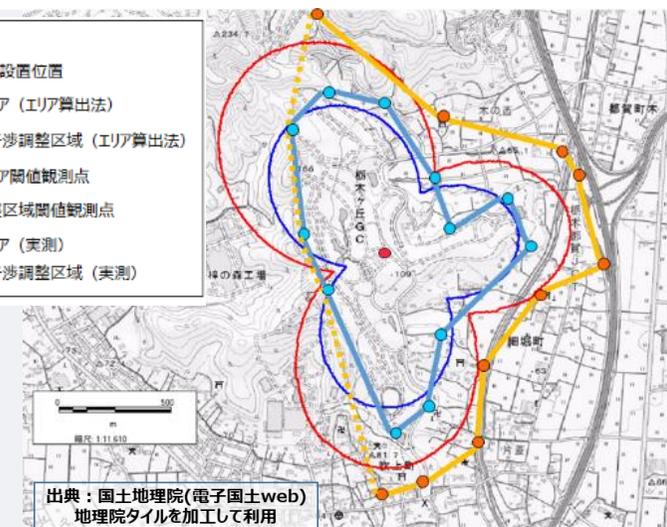
- ・当初のエリア算出法において採用したS値（12.3/郊外地相当）は、樹木に遮蔽されたゴルフ場内へのカバーエリアにおいては適切な設定であったが、標高差の関係上樹木による遮蔽を受けづらい干渉調整区域においては再考の余地が残ると考えられる。

【伝送性能評価】

- ・伝送性能評価の結果として測定点50地点のうち42地点が要求性能(UL \geq 20Mbps、往復遅延 \leq 100ms)を満たす結果となった。要求性能を満たせなかった地点については樹木や地形の起伏による遮蔽及びセクタ間での干渉による影響であると判断した。

凡例

- 基地局の設置位置
- カバーエリア (エリア算出法)
- 基地局干渉調整区域 (エリア算出法)
- カバーエリア閾値観測点
- 干渉調整区域閾値観測点
- カバーエリア (実測)
- 基地局干渉調整区域 (実測)



ローカル5G活用モデルに関する検討（課題実証）

実証概要と実証環境

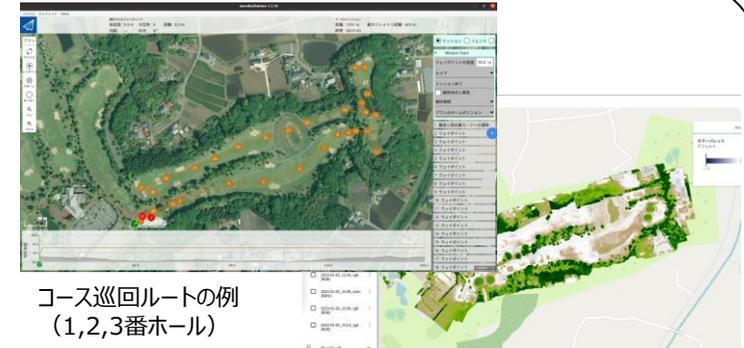
ドローンによるコース巡回・芝の育成状態管理

■ソリューション説明

人手不足のため3ホール程度に限定している毎朝の目視巡回に対し、4Kカメラを搭載したドローンによりコース巡回を行い、ゴルフ場従業員による遠隔リアルタイムモニタリングを可能とすることで、コース巡回業務を効率化させる。また、熟練者のみが可能であった芝の状態把握について、マルチスペクトル画像を用いて芝のNDVIによる植生解析を行うことで芝の状態を可視化し、芝の状態把握を容易にする。

■実証目標

現行の目視によるコース管理業務の効率化、熟練業務の属人性解消。



コース巡回ルート
の例
(1,2,3番ホール)

芝の状態可視化の例
(1,2,3番ホール)

ドローンによる飲食配送

■ソリューション説明

採算の課題があるコース中の売店（販売員あり）の代替とすべく、ドローンを用いてプレーヤーに飲食物を配送する。

■実証目標

プレーヤーのニーズ・提供可能な料金を把握し、将来的に売店を無くして維持コスト削減及び省人化。



配送先の16番ホールのコース上に着陸したドローン

ウェアラブルカメラによるプレー動画撮影・提供や遠隔レッスン

■ソリューション説明

客単価向上や来場者増加を目指し、ウェアラブル4Kカメラを活用した高付加価値サービス提供を行う。プレーヤーがウェアラブル4Kカメラを装着して互いのプレーの様子を撮影し、スイングチェック等のための動画即時閲覧を可能とする。さらには、同システムを活用して遠隔レッスンの提供も行う。

■実証目標

プレーヤーに対するサービスの訴求力・提供可能な料金を把握し、ゴルフ場の売上向上へ貢献。



ウェアラブルカメラを装着したティーショットの様子

ローカル5G活用モデルの有効性等に関する検証

検証結果サマリ

ソリューション名	評価・検証項目	目標	検証結果	目標達成状況	考察及び対応策	
ドローン	機能	1. コース状態把握のための巡回 2. 芝の生育状態可視化 3. 配送サービス	1. 撮影範囲90%以上 2. 撮影解像度と高度の最適性、伝送帯域確保 3. 騒音、飛行時間	1. 撮影範囲90%以上達成。高度20m飛行時、異物検知率50% 2. 高度70m、130mで解像度は十分。伝送速度は上空にて60Mbps程度、最低20Mbps以上 3. 騒音は上空50m以上で50dBAを切り、100mまで上がれば問題なし（飛行時間3分）	1. △ 2. ○ 3. ○	1. 異物（落とし物のクラブ等）の判断に訓練がいる。また常時見続けて人の目で確認することはオペレータにとっては負荷が高いため自動検出が求められる。 2. 解像度及び伝送速度が十分であることを確認。 3. 離着陸時はドローンの小さい羽音が気になるとの意見があり、プロペラ等の改良による対策が必要。
	運用	1. コース状態把握のための巡回 2. 芝の生育状態可視化 3. 配送サービス	1. 巡回工程時間30分以内 2. 芝生育状態の良否判定90%以上検出 3. 飛行ルートの妥当性、運用工程、配送時間	1. コース全体を回る飛行時間は、バッテリー交換を入れてほぼ30分 2. 可視化結果と実際のコース状態の一致を確認したが、良否判定は未達成 3. 樹木より高い高度における最短距離のルートが、安全かつ短時間	1. ○ 2. △ 3. ○	1. ドローン飛行準備の簡易化や操作・運行の習熟が課題。 2. 熟練業務の代替可能性を示した。一方、芝の状態変化が少なく良否判定閾値の設定ができなかったため、状態変化の大きい時期の検証が必要。 3. 十分に短い時間で配送可能。
	効果	1. コース状態把握のための巡回 2. 芝の生育状態可視化 3. 配送サービス	1. 巡回業務効率化 2. 芝状態判定効率化 3. 利用者ニーズの把握	1. 全18ホール30分での巡回が可能 2. 可視化マップ確認までの自動化は行えたが、判定効率化は未達成 3. プレーヤーは83%が有料での配送を許容したが、ゴルフ場従業員負荷の課題が残った	1. ○ 2. △ 3. △	1. 人手不足のため3ホール程度に限定している毎朝30分の目視巡回が、同一時間で全18ホール巡回が可能。 2. 季節によって芝の状態は大きく変わるため、年間を通じた検証が必要。また、異なる日のデータを差分表示する等により効率性向上が可能。 3. 受取人配置不要の配送全自動化（品を置いて自動帰還）が求められる。
ウェアラブルカメラ	機能	1. プレー動画撮影 2. 遠隔レッスン	1. 5段階評価で上位2つが50%以上 2. 5段階評価上位2つが50%以上	1. 4項目（満足度、プレー映像の品質、カメラの影響、操作方法）のうち3項目で評価上位2つが50%以上 2. 3項目（問題有無、満足度、スコアアップ）のうち3項目で評価上位2つが50%以上	1. ○ 2. ○	1. 4K動画撮影・即時閲覧の機能について問題無し。 2. 大きな課題もなく、高評価が多かった。さらなる機能向上のため、スロー再生等の実装が求められる。
	運用	プレー動画撮影及び遠隔レッスン	プレー時間±5%以内	プレー時間+2.2%（平均6分増）と目標達成したものの、カメラ装着性・操作性に課題。	△	大きな遅延は発生しなかった。一方、ウェアラブルカメラの装着性・操作性に課題があり、実証では補助員を付けて行った。ウェアラブルカメラの改良が必要。
	効果	1. プレー動画撮影 2. 遠隔レッスン	1. プレー動画撮影のオプション料金1,000円以上が50%以上 2. 遠隔レッスンのオプション料金3,000円以上が50%以上	1. 1,000円以上が87.9%（平均額は1,432円） 2. 3,000円以上が52.6%以上（平均額は3,263円）	1. ○ 2. ○	1. 撮影したプレーを見返したいという評価が非常に高い（アンケート項目中最高で評価上位2つが87.9%）。 2. 導入の敷居は低く、マネタイズもしやすい。講師とのマッチングにはシステム化による効率化が必要。

ローカル5G活用モデルの実装性に関する検証 (1/2)

経済性・市場性の検証

検証項目	検証方法	検証結果及び考察															
<p>【実証ゴルフ場における実装について】 栃木ヶ丘ゴルフ倶楽部における、業務削減量・売上向上量とシステム導入の収益差</p>	<p>✓ 栃木ヶ丘ゴルフ倶楽部及び同ゴルフ場を管轄する鹿沼グループへのヒアリング</p> <p>共通</p> <p>✓ ゴルフ場及びケーブルテレビ事業者の収支試算</p> <p>※ヒアリング等の結果、栃木ヶ丘ゴルフ倶楽部と鹿沼グループ内の他ゴルフ場の双方のケースにおいて事業収支に差分無しを確認。</p>	<p>✓ コース管理は慢性的に人手不足のため丁寧な巡回等の管理を行っていない。今後も継続的にドローン巡回/芝育成状態管理の実証を行う意向を確認した。</p> <p>✓ 現行業務少しでも増やしたくないため、ドローン運用にかかる時間も極力最小化することが望まれる。</p> <p>✓ ドローンの他用途への活用（プレーヤー向け撮影サービス等）のニーズあり、費用対効果向上を狙える。</p> <p>✓ ウェアラブルカメラソリューションについてのプレーヤーの好評の声は、ゴルフ場としても導入への動機付けになる。</p> <p>ゴルフ場収支試算/年</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>効果（収入及びコスト削減）</th> <th>費用</th> <th>利益</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A 0.2百万円（人件費削減） + 来場者増/単価増、人手不足解消</td> <td>A 4百万円</td> <td rowspan="4">1百万円 +さらなる効果拡大</td> </tr> <tr> <td>B 1百万円（売上増） + サービス拡充及び利用者増加、売店/レストラン削減</td> <td>B 0.2百万円</td> </tr> <tr> <td>C 35百万円（売上増） + サービス拡充及び利用者増加</td> <td>C 23百万円</td> </tr> <tr> <td>D + L5Gの他ソリューションへの活用</td> <td>D 7百万円</td> </tr> <tr> <td>計 36百万円 + 複数の定性効果</td> <td>計 34百万円</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	効果（収入及びコスト削減）	費用	利益	A 0.2百万円（人件費削減） + 来場者増/単価増、人手不足解消	A 4百万円	1百万円 +さらなる効果拡大	B 1百万円（売上増） + サービス拡充及び利用者増加、売店/レストラン削減	B 0.2百万円	C 35百万円（売上増） + サービス拡充及び利用者増加	C 23百万円	D + L5Gの他ソリューションへの活用	D 7百万円	計 36百万円 + 複数の定性効果	計 34百万円	
効果（収入及びコスト削減）	費用	利益															
A 0.2百万円（人件費削減） + 来場者増/単価増、人手不足解消	A 4百万円	1百万円 +さらなる効果拡大															
B 1百万円（売上増） + サービス拡充及び利用者増加、売店/レストラン削減	B 0.2百万円																
C 35百万円（売上増） + サービス拡充及び利用者増加	C 23百万円																
D + L5Gの他ソリューションへの活用	D 7百万円																
計 36百万円 + 複数の定性効果	計 34百万円																
<p>【普及展開について】 鹿沼グループ内での普及展開時における、業務削減量・売上向上量とシステム導入の収益差</p>	<p>A ドローンコース巡回/芝管理 B ドローン飲食配送 C ウェアラブルカメラ動画撮影提供/遠隔レッスン D 共通設備</p> <p>青字は今後の拡大可能性の例</p> <p>✓ 他ゴルフ場（2ゴルフ場）へのヒアリング</p> <p>✓ 他地域のケーブルテレビ事業者（2社）へのヒアリング</p>	<p>ケーブルテレビ事業者収支試算/年</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>効果（収入及びコスト削減）</th> <th>費用</th> <th>利益</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A 4百万円（ゴルフ場への売上）</td> <td>A 5百万円</td> <td rowspan="4">▲2百万円 +ケーブル業界共同購買、他への基地局共用によるコスト削減、及び売上増</td> </tr> <tr> <td>B 0.2百万円（ゴルフ場への売上） + サービス拡充及び利用者増加</td> <td>B 2百万円</td> </tr> <tr> <td>C 23百万円（ゴルフ場への売上） + サービス拡充及び利用者増加</td> <td>C 19百万円</td> </tr> <tr> <td>D 7百万円（ゴルフ場への売上） + 近隣工業団地等への活用</td> <td>D 9百万円</td> </tr> <tr> <td>計 34百万円 + 複数の定性効果</td> <td>計 35百万円</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>✓ ヒアリング先ゴルフ場においてもコース管理業務の人手不足は喫緊の共通課題であり、ドローンソリューションの導入意欲を確認した。</p> <p>✓ 全国に点在するケーブルテレビ事業者は、サービスエリア内にゴルフ場が多数存在するケースが多く、地域密着の事業者として丁寧なサポートと共に、ゴルフ場にL5G/ソリューションのサービス提供する役割を担うことができる。</p> <p>✓ ゴルフ場内は景観保護等のためコース内の有線インフラ新設は困難であり、かつ起伏や樹木による遮蔽が多く、ローカル5Gによる柔軟なエリア設計や高速安定通信の利点が活きる。</p>	効果（収入及びコスト削減）	費用	利益	A 4百万円（ゴルフ場への売上）	A 5百万円	▲2百万円 +ケーブル業界共同購買、他への基地局共用によるコスト削減、及び売上増	B 0.2百万円（ゴルフ場への売上） + サービス拡充及び利用者増加	B 2百万円	C 23百万円（ゴルフ場への売上） + サービス拡充及び利用者増加	C 19百万円	D 7百万円（ゴルフ場への売上） + 近隣工業団地等への活用	D 9百万円	計 34百万円 + 複数の定性効果	計 35百万円	
効果（収入及びコスト削減）	費用	利益															
A 4百万円（ゴルフ場への売上）	A 5百万円	▲2百万円 +ケーブル業界共同購買、他への基地局共用によるコスト削減、及び売上増															
B 0.2百万円（ゴルフ場への売上） + サービス拡充及び利用者増加	B 2百万円																
C 23百万円（ゴルフ場への売上） + サービス拡充及び利用者増加	C 19百万円																
D 7百万円（ゴルフ場への売上） + 近隣工業団地等への活用	D 9百万円																
計 34百万円 + 複数の定性効果	計 35百万円																

ローカル5G活用モデルの実装性に関する検証 (2/2)

ローカル5G活用モデルの構築

ローカル5G活用モデルの全体像

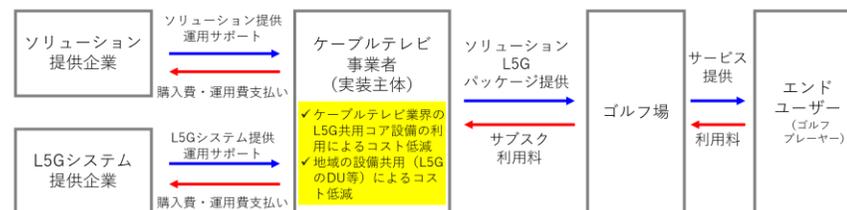
実証ゴルフ場における追加実証/実装によりソリューションを改善し、さらなる導入効果の拡大を行い、ビジネスモデルを確立する。普及展開では、実証ゴルフ場を管轄する鹿沼グループの他2カ所のゴルフ場（鹿沼カントリークラブ、鹿沼72カントリークラブ）、及びローカル5Gの設備共用が可能となる実証ゴルフ場近辺の他ゴルフ場等への展開を目指す。

実証ゴルフ場の近隣にはゴルフ場が20カ所程存在し、また工業団地等も立地している。DU等の設備共用によりコスト削減を行うことで、ケーブルテレビ事業者の採算改善が期待される。実証終了後は地元のケーブルテレビ事業者であるケーブルテレビ株式会社/地域ワイヤレスジャパンが実装主体となり、ゴルフ場に対してローカル5G及びソリューションを一括してサービス提供する。

将来的には、全国2,200カ所超の全ゴルフ場への展開を目標とする。



DU共用の候補ゴルフ場



提供スキーム

実装性を高める手法の検討及び実行

技術面におけるローカル5Gとゴルフ場の親和性について以下記載する。

周波数：樹木遮蔽もあったが、Sub6帯域を使うことでゴルフ場の概ね9割以上をカバーできた。

準同期運用：本実証では上りを多く使うソリューションであったため、準同期運用することで上り帯域の確保を確認できた。

実装性を高めるローカル5Gシステム及びソリューションの提供形態の検討結果について以下にまとめる。

システム費用：ケーブルテレビ事業者が設備投資を行い、サブスク等でゴルフ場へ提供する。

システム運用：運用性向上のため、地域に密着したケーブルテレビ事業者がサポートする。

全般：ケーブルテレビ事業者を介した提供とすることで、ゴルフ場特有の地形等に適したエリア設計によるローカル5Gインフラ構築や、地域事業者ならではの丁寧なサポートや問題事象発生時の即時駆け付け対応を可能とし、導入を促進する。

ローカル5G活用モデルの実装に係る課題の抽出及び解決策の検討

実装に係る課題（本実証の残課題）と解決策案

分類	課題	課題の説明及び今後の検討方針等
ドローンによるコース巡回・芝の育成状態管理	映像確認作業の効率化	落とし物や整備カ所の検知において、目視で映像を見続けることは負荷が高い。エアロセンスがAI等のベンダーと協議して映像自動解析により検知を自動化することで、負荷の軽減及び効率化を図る。
	通年の検証	コース状態は季節による違いが大きいため、年間を通した映像データ取得による検証が必要。ケーブルテレビ及び栃木ヶ丘ゴルフ倶楽部が4月以降、定期的にドローンを飛行させて映像データを取得する。
	飛行準備の簡易化	実証では毎回、ドローンの組立やバッテリーを温める作業（冬季のみ）を実施した。栃木ヶ丘ゴルフ倶楽部により使用都度の組立不要とするためのドローン保管スペース選定や、ケーブルテレビによるバッテリーボックスの用意を行う。
	操作・運行の習熟	実証ではゴルフ場従業員がベンダー同席の下で操作・運行をした。ベンダー不在で操縦可能となるよう、栃木ヶ丘ゴルフ倶楽部の担当社にて繰り返しの訓練を行うか、或いはケーブルテレビのドローン操縦習熟者によるオペレーションを行う。
	芝状態可視化マップの改善	状態変化を把握する際に、過去の可視化マップと見比べるだけでなく、過去のデータとの差分を可視化してマップ表示することで、より効率的に確認を行う。エアロセンスにより追加開発を行う。
ドローンによる飲食配送	離着陸時の騒音の低減	エアロセンスがドローンのプロペラ等を改良し、静音化を行う。
	商品受け取りの簡易化	実証では受け取り場所に従業員を配置し、プレーヤーに手渡しで品物を渡していた。受け取り場所に品を置いて自動帰還するドローンにエアロセンスが改良することで、商品受け取りの簡易化を行う。
ウェアラブルカメラによるプレー動画撮影	カメラの操作性・装着性の改善、CMSの改善	バッテリー等の課題解決のためカメラにはスマートフォンを有線接続したが、スイング動作時に有線部分が気になるという声がプレーヤーよりあった。Support Technologyにより、バッテリーや重さ等を考慮しながらの完全無線化、及び、取得した動画分析機能、編集機能などをCMS上で可能とする機能を実現する。
ウェアラブルカメラによる遠隔レッスン	レッスン画面の機能性向上	遠隔指導をより円滑かつ効果的に行うため、Support Technologyにより、レッスン画面のスロー再生機能等のUI改善を行う。
	受講者と講師とのマッチング	効率的な遠隔レッスンのサービス提供を目指し、Support Technologyにより、レッスンの受講者と講師をマッチングするための予約システムを構築する。

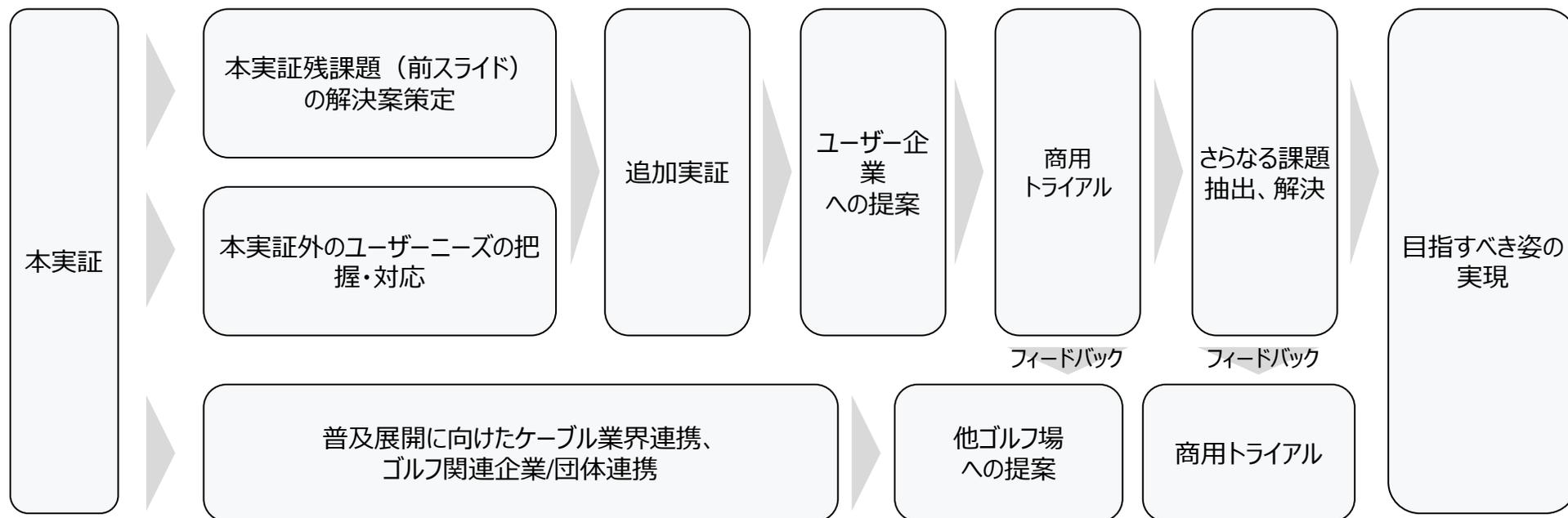
ローカル5G活用モデルの実装・普及展開 (1/3)

① 実装・普及展開シナリオ

目指すべき姿（実装時のユーザー企業の姿）

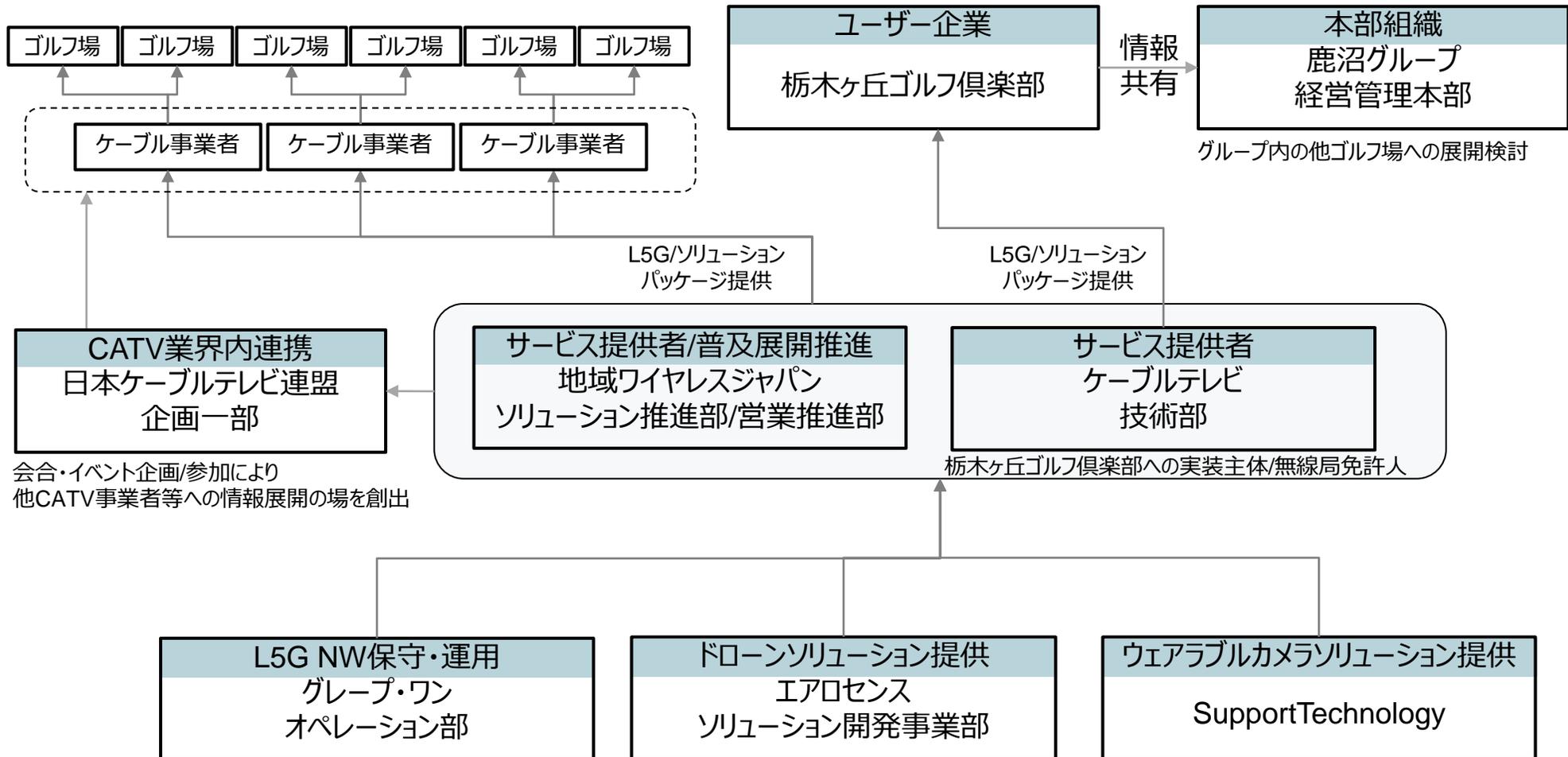
- ✓ ドローンによるコース巡回・芝の育成状態管理により、コース管理業務を効率化。ドローンによる飲食配送により、売店の人件費等の費用削減。これらにより、人手不足・熟練者業務の属人性解消・コース品質向上が実現。
- ✓ プレーヤーに対してウェアラブルカメラによるプレー動画撮影・提供や遠隔レッスンのサービスを提供。客単価向上/来場者増加により売上向上が実現。

将来像の実現に向けたシナリオ



ローカル5G活用モデルの実装・普及展開 (2/3)

② 実装計画の実行にあたっての実施体制



ローカル5G活用モデルの実装・普及展開 (3/3)

③ 実装計画・支出計画

		令和4年度 (2022)	令和5年度 (2023)	令和6年度 (2024)	令和7年度 (2025)	令和8年度 (2026)	令和9年度 (2027)
実装計画	ドローンソリューション	開発実証	課題対応	実装(1ゴルフ場)	普及展開 (累計3ゴルフ場)	普及展開 (累計8ゴルフ場)	普及展開 (累計18ゴルフ場)
	ウェアラブルカメラソリューション	開発実証	課題対応	実装(1ゴルフ場)	普及展開 (累計3ゴルフ場)	普及展開 (累計8ゴルフ場)	普及展開 (累計18ゴルフ場)
	ローカル5Gシステム	開発実証	実装				
収支計画 (千円)	(1)ユーザーから得る対価	-	-	34,446	114,760	308,494	706,664
	(2)補助金・交付金	-	-	-	-	-	-
	(3)収入 ((1)+(2))	-	-	34,446	114,760	308,494	706,664
	(4)ネットワーク設置費	-	5,000	-	1,955	15,066	37,955
	(5)ネットワーク運用費	-	3,000	4,056	7,584	18,696	38,628
	(6)ソリューション購入費	-	10,000	26,449	80,670	216,970	485,598
	(7)ソリューション開発費	-	30,000	-	-	-	-
	(8)支出((4)+(5)+(6)+(7))	-	48,000	30,505	90,209	250,733	562,181
	(9)収支 ((3)-(8))	-	▲48,000	3,960	24,550	57,760	144,482
収入、支出の算定根拠	<ul style="list-style-type: none"> ケーブルテレビ(株)の収支計画。令和9年度までに実証ゴルフ場合む18ゴルフ場へ導入。 令和5年度の課題対応費用は概算金額を積算。 (1) ゴルフ場から得る対価については、ドローンソリューションは一定料金、ウェアラブルカメラソリューションについてはユーザーの利用数に応じた従量課金。 (4) ネットワーク設置費用は減価償却費を記載。 (7)ソリューション開発では、本実証ソリューションの高度化の他、実証や他ゴルフ場のヒアリングを通じて出てきたニーズへの対応も行う予定。 						

まとめ

まとめ

■ 技術実証

ゴルフ場という広大な屋外環境における不感地帯の解消のため、基地局に加えて中継器を活用したエリア構築を実施。中継器のカバーエリア内(約1,400㎡)において、受信電力は平均17.6dBの改善、アップリンク伝送スループットは平均66Mbpsの改善を確認。性能向上手段としては、中継器のMIMO方式の採用によるスループット向上や、多段中継接続によるエリア設計の柔軟化が挙げられる。

■ 課題実証

ゴルフ場における人手不足解消やゴルフ人口減少の課題への対応として、以下3つの実証を行った。

① ドローンによるコース巡回・芝の育成状態管理

全18ホール30分での巡回を達成。これにより、人手不足のため3ホール程度に限定している毎朝30分の目視巡回が、ドローンにより同一時間で全18ホールの巡回が可能となる。また、現行の目視巡回と同様の3ホール程度の巡回であれば5分での巡回が可能となる。

今後は、ドローン操作・運用の継続訓練、映像解析AI等による落とし物等の自動検知、通年のコース映像データ取得・解析、等の課題対応を行う。

② ドローンによる飲食配送

騒音が十分に少ない高度100mの飛行において配送時間3分以内を達成。被験者の80%より利用意向を確認した。一方、離着陸時の騒音低減等に課題があり、今後はドローン改良に取り組む。

③ ウェアラブルカメラによるプレー動画撮影・提供や遠隔レッスン

被験者への調査にて動画撮影/提供については87%が1,000円以上、遠隔レッスンについては52%が3,000円以上の料金での利用意向を示し、売上向上に寄与できることを確認した。

一方、ウェアラブルカメラの装着感・操作性等に課題があったため、今後は改良に取り組む。

■ 実装・普及展開

令和5年度は、本実証ソリューションへの課題対応を含めた追加実証を行い、ソリューション導入効果のさらなる拡大を目指す。令和6年度は、ケーブルテレビが栃木ヶ丘ゴルフ倶楽部に対して本格実装を行い、併せて栃木ヶ丘ゴルフ倶楽部周辺のゴルフ場及び鹿沼グループの他2カ所のゴルフ場へのサービス提供を目指す。

さらには、各地域のケーブルテレビ事業者と連携し、ケーブル業界の共同購買や基地局共用によるコスト削減を行うことによりケーブルテレビ事業者の採算性向上を図り、全国の2,200カ所超のゴルフ場への普及展開を目指す。