

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

ローカル5Gを活用したドラマ映像制作の 合理化に向けた実証

成果報告書概要版

令和5年3月

代表機関: 株式会社NHKエンタープライズ

1. 実証概要

実証概要

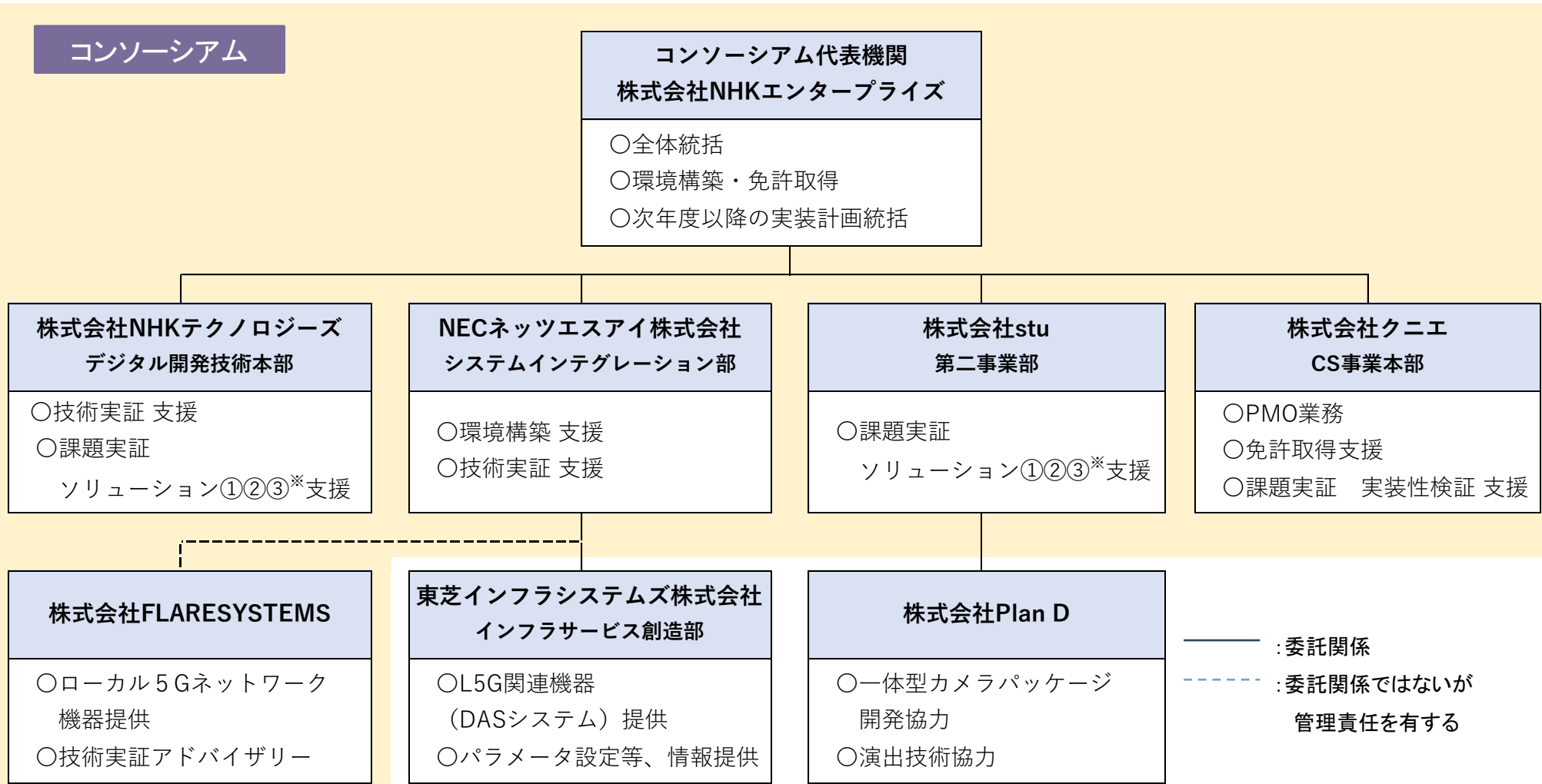
実施体制 <small>(下線：代表機関)</small>	(株)NHKエンタープライズ、(株)NHKテクノロジーズ、NECネットエスアイ(株)、(株)FLARE SYSTEMS、(株)stu、(株)クニエ	実施地域	茨城県つくばみらい市 (ワープステーション江戸)
実証概要	近年、若年層を中心に「テレビ離れ」が顕在化しているところ、放送市場規模及びテレビ広告市場規模が縮小するとともに、番組制作費の減少や、それに伴うコンテンツ品質の低下という課題が存在。 ▶ 撮影映像等の無線伝送による撮影業務の合理化・高度化、リアルタイムVFXシステム※1を活用した編集業務の合理化・高度化及び、複数映像の同期・スイッチングによる訴求力のあるコンテンツ制作の実証を実施。 ▶ テレビ放送開始以来のケーブルを前提とした業務の変革によるコスト構造の改善及び、コンテンツ品質の向上を実現。		
主な成果	▶ ワイヤレス撮影 (カメラ・リターン・タリー・インカム※2の無線化) により、有線カメラ及び中継車・電源車使用時との比較で 約50%のコスト削減 を実現。 ▶ 複数箇所ですべて同時並行に進行し、かつ連動する新たなドラマコンテンツの実現により、 ライブ配信、イベント体験、VODコンテンツのリピート希望はいずれも88%を超える顧客満足 を得て、コンテンツの新規性の評価とともに、 新たな収益源の可能性 を示した。		
技術実証	▶ 広大かつ建物が点在する屋外ロケ施設における分散アンテナシステム(DAS)を活用した柔軟なエリア構築や、同期局と準同期局が隣接した環境での干渉影響評価・干渉軽減手法の検討を実施。 ▶ 周波数：4.8-4.9GHz帯 (100MHz) 構成：SA方式 利用環境：屋外		
主な成果	▶ DASが電波伝搬エリア拡張の対策に有効であることを確認。 エリア外ポイントにおいてRSRP-84.6dBmの良好な通信エリアを拡大 することができた。 ▶ 準同期TDDはULスループットを必要とする映像伝送に有効であることを確認。干渉影響については、 基地局間距離21.5m で被干渉側のULスループットが干渉なしの状態から54%~75%に劣化、 移動局間距離は112mから干渉影響 (99%劣化) を確認した。		
今後の展開	本実証成果は、 令和5年度に実証施設で実装を行い、事業トライアルを開始 し、令和6年度にかけてシステムの性能向上を図りながらユースケースの蓄積を行う。令和6年度以降は、コンソーシアム以外のユーザへのサービス提供を拡げ、令和8年度からは本システムの横展開を行い、事業の本格化を目指す。		

※1 撮影時のカメラ位置・角度等のデータを伝送し、リアルタイムにCG映像を合成するとともに合成したCG映像をリアルタイムに確認することを可能にするシステムのこと。

※2 リターン：選択されている映像を各カメラに設置されたモニタに送り返して表示させること。タリー：記録対象のカメラを知らせるランプ。インカム：インターコミュニケーションシステムの略で、特定の区域内で通信する無線機器。



実施体制



※課題実証 ソリューション①②③について
 ソリューション①: **撮影業務の合理化・高度化**
 ソリューション②: **編集作業の合理化・高度化**
 ソリューション③: **訴求力のあるコンテンツ制作**

撮影現場のワイヤレス化により、撮影コストを削減する。
 リアルタイムなCG合成映像の確認により、編集コストを削減する。
 複数エリアで同時にドラマが進行する新たなコンテンツを制作する。

2. 実証環境の構築

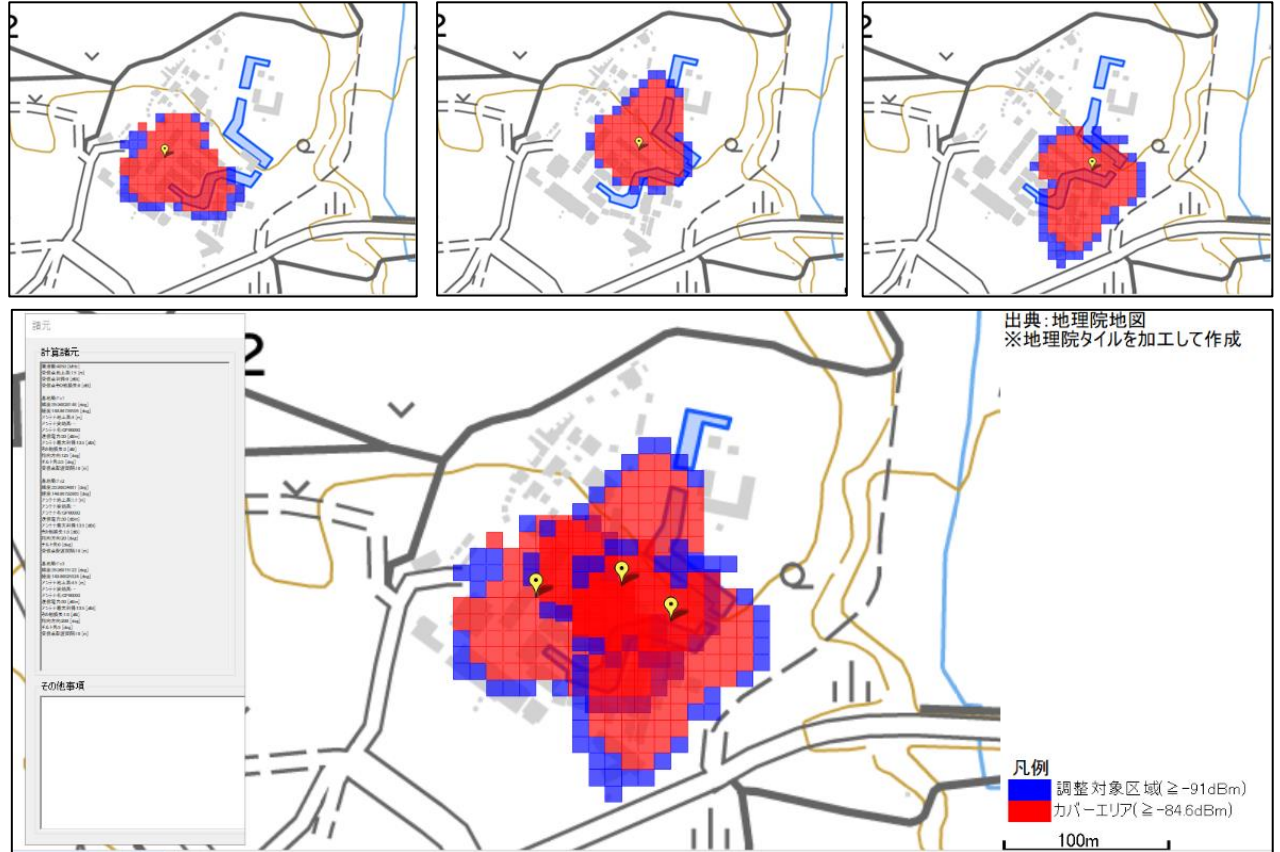
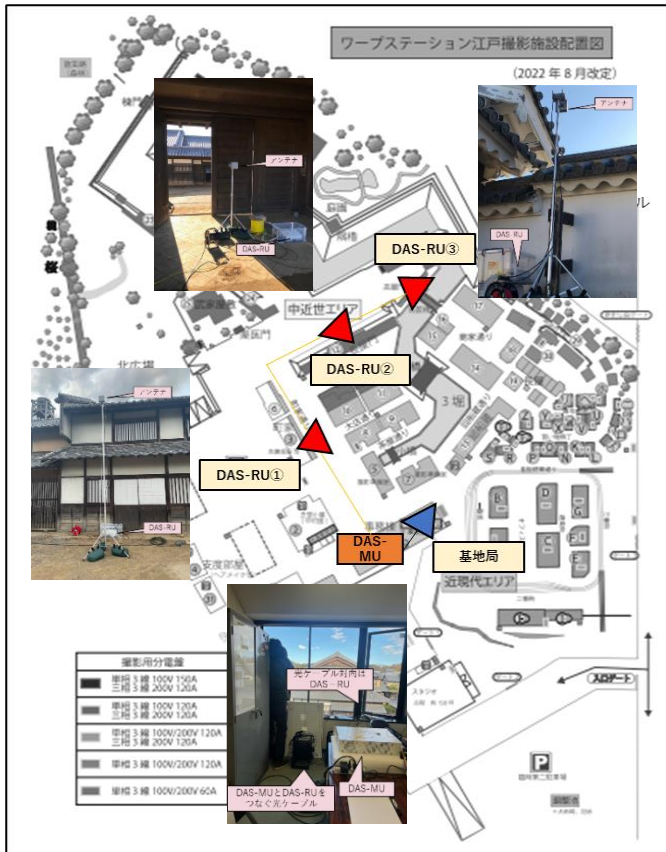
実施環境(技術実証)

■ 対象周波数帯: 4.8GHz-4.9GHz

本実証においては、屋外にてローカル5Gの電波放射を行うため4.8GHz-4.9GHz帯の周波数を使用する。

■ 実施環境

基地局装置を事務棟に設置し、そこから光ケーブルを延伸し、DASを3台使用しカバーエリアを構築。

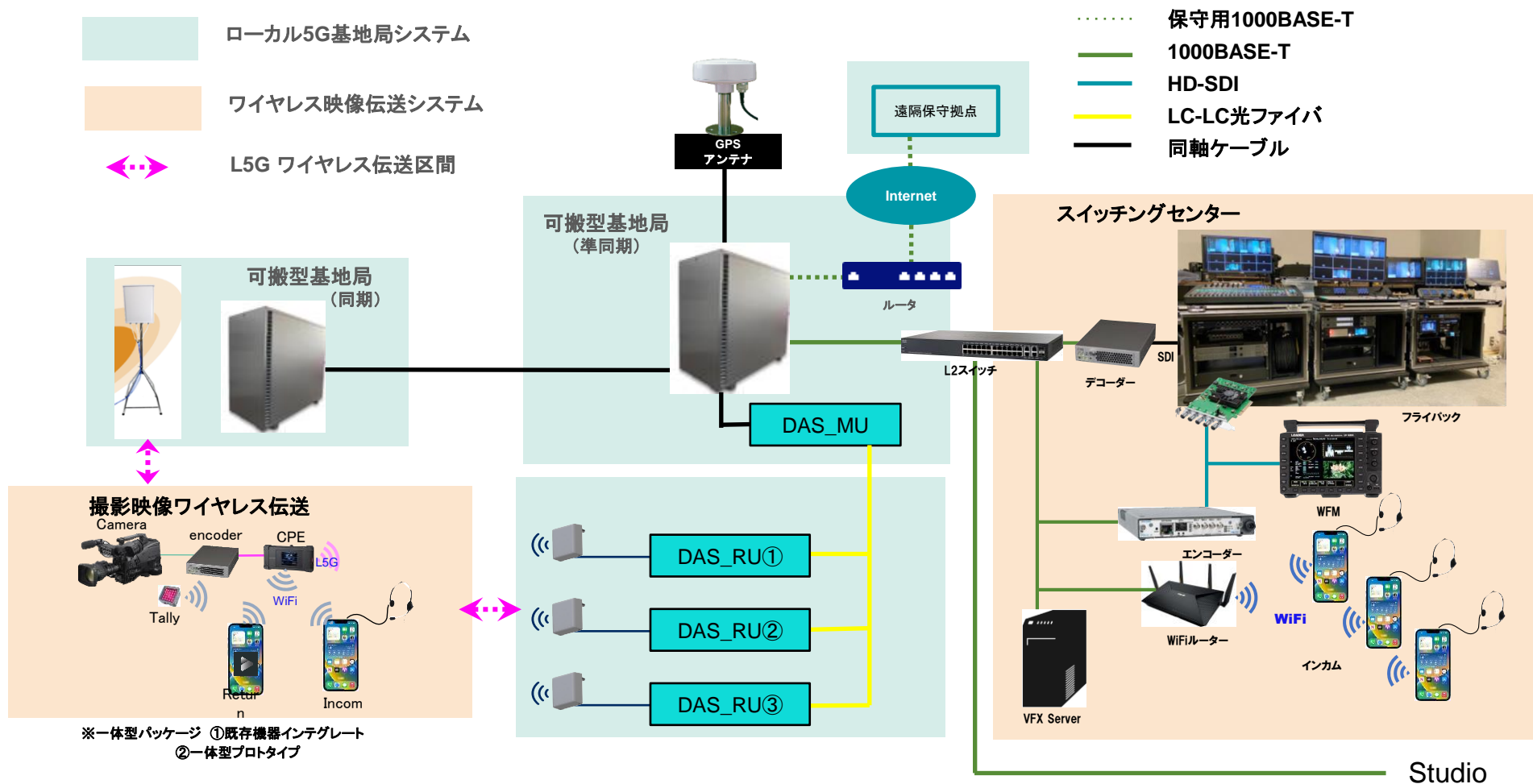


DAS設置位置

シミュレーション結果(DAS3台同時起動時)

ネットワーク・システム構成

- 出先のカメラ映像はエンコードしてCPEからL5G波でDAS経由基地局にてIP信号に復調後、スイッチングセンターに送られる
- スwitchングセンターで各カメラからの映像は、フライバックシステムによりスイッチングされコンテンツ制作に供される
- 制作されたコンテンツは、再エンコードされ送り返し信号となり、逆ルートでカメラマンに送られる
- 自カメラがスイッチングされていることを示すタリー信号と、コミュニケーション用のインカム信号もL5G経由で伝送される
- カメラメタデータも基地局に伝送され、VFXサーバーでCG制作に利用される



システム機能・性能・要件

■ コンテンツ制作検証(ソリューション③)での性能

内容	性能	要件
周波数帯	4.8～4.9GHz	
帯域幅	100MHz	
カメラ台数	4台(準同期系) 1台(同期系)	2つの準同期エリアをDAS2式で構築し、それぞれにカメラ2台を配置 同期エリアにはカメラ1台を配置
伝送レート	各カメラ:10Mbps 送り返し, PV:4Mbps	準同期でダウンリンク/アップリンク比が4:4のモードで実施し、安定配信 できた条件 ダウンリンクで配信
伝送プロトコル	カメラ映像:UDP/RTP 送り返し映像:SRT PV映像:HLS	バッファ長400ms、FEC/ARQなし カメラマン向け 一般観客のパブリックビューイング向け
遅延時間	500ms以下 1秒 7秒	カメラ～スイッチャー間 送り返し映像 PV映像
サービスエリア	DASから概ね50m～70m程度	

3. 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

解決方策 ■DAS

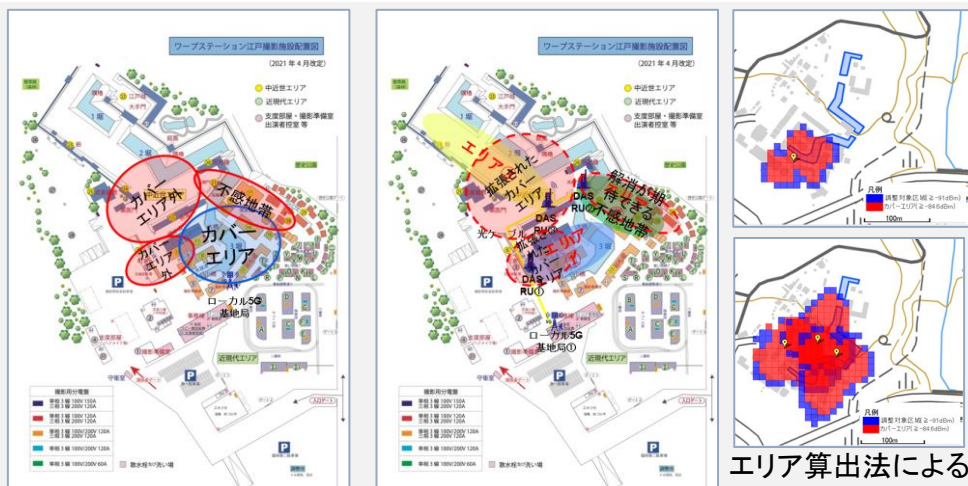
エリア構築の課題 技術的課題

今回実証を行う屋外ロケ施設では景観が非常に重要となるため、電波塔を建て高い位置からの電波を吹きおろしにて全エリアを対象とする電波放射が行えない。同等程度の高さから電波を放射することになるが、建物が密集している環境であるため建物が遮蔽物となり不感地帯が発生してしまう。1台の基地局にてカバーエリアを展開することは難しく、複数台の基地局運用が必要となり、設備・運用コストも増大してしまう。

上記課題の 解決方策

課題解決前：基地局を複数台置局し、カバーエリアを構築
課題解決後：基地局は1台のみの置局とし、複数台のDASにてカバーエリアを構築することで設備・運用コストを抑えたエリア拡大が可能。

業務区域、カバーエリア、調整対象区域、自己土地、他者土地



基地局1台運用時
カバーエリア

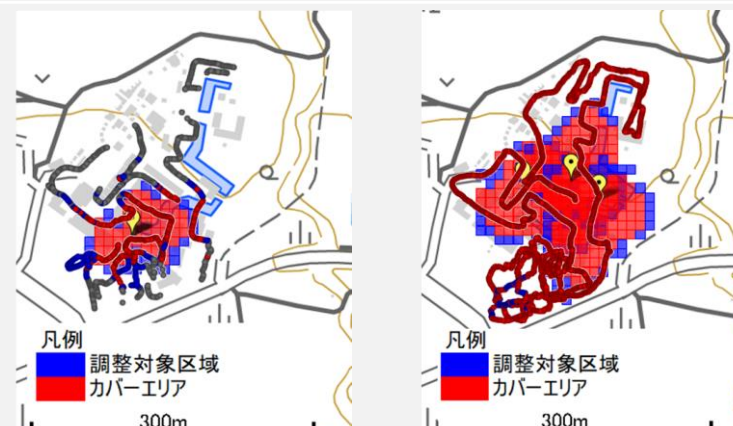
DAS3台運用時
カバーエリア

エリア算出法による
カバーエリア
上：基地局1台
下：DAS3台

基地局1台で展開できるカバーエリアには限りがあり、アンテナの向きや出力によってカバーエリアから外れるエリアが発生する。また建物が遮蔽物となり、不感地帯が発生する(左図内赤線の領域)。複数台のDASを運用することにより、基地局1台であってもカバーエリアの拡大や、別角度から電波放射による不感地帯の解消が期待できる。

エリア構築のシミュレーション

ツール：KCAMP (構造計画研究所製) パラメータ：K値0.0dB/S値0.0dB/R値0.0dB



基地局のみ

DAS3台同時放射時

出典：地理院地図
※地理院タイルを加工して作成

図内のマーカーは測定したRSSIを表す。
色については赤：>=-84.6dBm、青：>=-91.0dBm、黒：<-91.0dBm

評価：

測定器を用いたRSSIの測定結果は、シミュレーション結果よりカバーエリアが広がっていた。シミュレーションは建物密度を考慮し市街地レベルで行ったが、建物高が低い建物であったため実環境に沿って郊外地設定にするなど、高さを考慮したシミュレーション手法の検討をしていくべきである。

技術実証テーマⅡ エリア構築の柔軟化 (2/2)

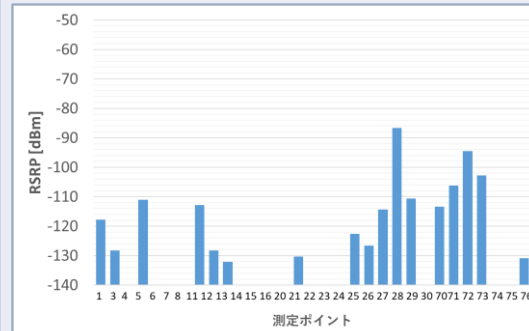
柔軟化の対象：■不感地対策

解決方策 ■DAS

実証結果



<課題解決前>

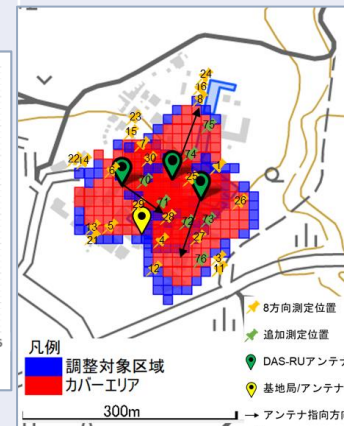


測定ポイントごとのRSRP

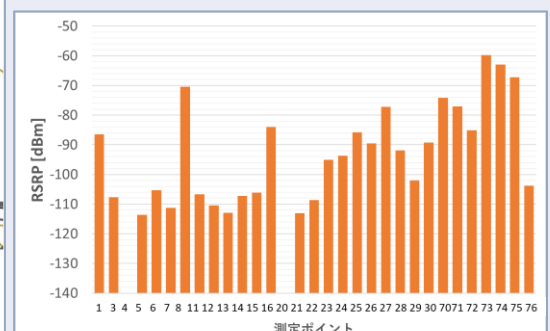
出典：地理院地図

※地理院タイルを加工して作成

測定ポイントはDAS3台で拡張することを前提にした場所を選定している。そのため課題解決前においては、測定器で測定可能なRSRP下限値(-129dBm±4.7dB)以下となるか所が散見される。



<課題解決後>



測定ポイントごとのRSRP

出典：地理院地図

※地理院タイルを加工して作成

DAS3台を用いてエリアを展開した場合、RSRP、SINRIについては各測定ポイントにおいて数値が改善しており、DASによるエリア拡張の有用性が表れている。

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

RSRP(基準受信電力)の測定結果では、DASを用いることでエリア外のポイントにおいてRSRP-84.6dBmの良好な通信エリアを拡大することができた。このため、DASを用いたエリア拡張は有用な手段であるといえる。シミュレーションにおいてはDASは電波放射するアンテナを取り付けるため、既存のシミュレーションツールをそのまま流用することが可能である。使用するアンテナパターン等を入力することで、精度の高いシミュレーションを行うことができる。スループットについては、アンテナ高やチルト角、方位角、出力電力調整といったサイトエンジニアリング観点での最適化を行うことで、高い数値になることが期待できる。

エリア拡張においてDASは有効に働くが、1台の基地局で処理を行っているため通信容量そのものは増加していない。セルでの通信パフォーマンスを増大するには、DASによるエリア拡張か、基地局増設によるエリア拡張、及び通信容量拡張かを状況に合わせて検討していく必要がある。

写真



上図：基地局設置状況



下図：各DAS設置状況

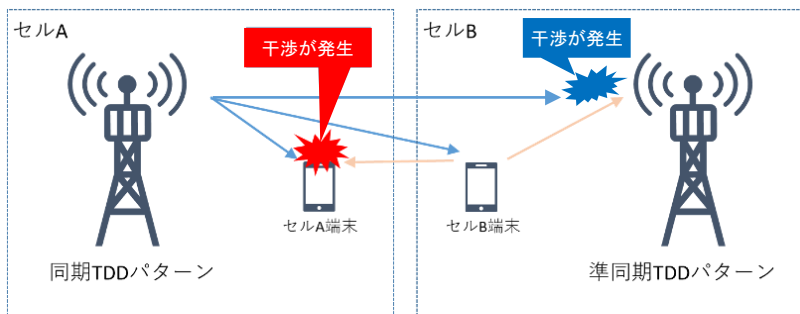
技術実証テーマⅢ_準同期TDDの追加パターン開発(1/3)

本実証の目的

本実証では、隣接または重ねて配置された2つのセルで同期と準同期TDDの追加パターンが併用される場合における相互の干渉の影響を確認し、無線設計に必要な条件を明らかにすることを目的とした。
 同期パターンで運用する基地局が存在する状態で、同期局と準同期局が隣接した環境での干渉の影響を確認し、追加準同期パターンの構築条件(必要なスループットを確保するために必要な基地局間離隔距離および同期と準同期の移動局間離隔距離)を確認する

準同期における干渉発生仕組みと、その影響(仮説)

スロット番号	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
同期TDD	D	D	D	S	U	U	D	D	D	D	D	D	D	S	U	U	D	D	D	D
準同期TDD1	D	D	D	S	U	U	D	S	U	U	D	D	D	S	U	U	D	S	U	U
準同期TDD2	D	D	S	U	U	U	D	S	U	U	D	D	S	U	U	U	D	S	U	U
準同期TDD3	D	S	U	U	U	U	D	S	U	U	D	S	U	U	U	U	D	S	U	U



※セルAとセルBは同一周波数
 ※スロット番号8の時点での状態を想定

上記赤で記載した干渉は移動局装置間の干渉について記載したものである。与干渉移動局(準同期移動局)のULと被干渉基地局(同期基地局)のDLが同スロットに割り当てられるため、同時に送信される。その場合に被干渉移動局(同期移動局)のDLで干渉が発生する。青で記載した干渉は基地局間干渉であり、被干渉移動局(準同期移動局)のULで干渉が発生する。基地局間装置間での干渉および、移動局装置と基地局装置間でも干渉が発生する。干渉によりスループットの劣化が発生する。

干渉影響の事前シミュレーション

干渉量の計算においては下記条件にて計算を実施。

■基地局間干渉

与干渉システム(同期基地局DL)と被干渉システム(準同期移動局UL)が送信された場合、被干渉システム(準同期基地局UL)にて干渉を受ける。(同期DLスロット→準同期ULスロット)

■移動局間干渉

与干渉システム(準同期移動局UL)と被干渉システム(同期基地局DL)が送信された場合、被干渉システム(同期移動局DL)にて干渉を受ける。(準同期ULスロット→同期DLスロット)

■移動局-基地局間干渉

与干渉システム(同期移動局UL)と被干渉システム(準同期移動局UL)が同時に送信された場合、被干渉システム(準同期基地局UL)にて干渉を受ける。(同期ULスロット→準同期ULスロット)

与干渉・被干渉ともに同期パターンおよびTDDパターン3の組み合わせにて試験を実施した。許容干渉電力は総務省が示す-110.0dBm/MHzとし、各機器の諸元より計算を行った。

機器諸元

種別	基地局	DAS
メーカー	FLARE SYSTEMS	東芝インフラシステムズ株式会社
型番	FW-L5G-3	ART4801P
空中線電力	18.0dBm	33.0dBm
給電線損失	1.8dB	1.8dB
アンテナゲイン	正対時:12.0dBi	正対時:13.5dBi
	併設時:-29.0dBi	併設時:-8.1dBi
EIRP	28.2dBm(正対時)	44.7dBm(正対時)
	-12.8dBm(併設時)	23.1dBm(併設時)

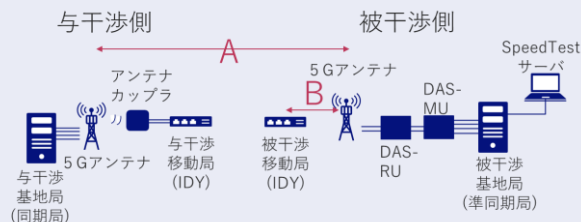
帯域内干渉の計算結果

項番	帯域内干渉 離隔距離(m)
基地局-基地局(正対)	15400
基地局-基地局(併設)	11.4
移動局-移動局	691
移動局-基地局	35

技術実証テーマⅢ_準同期TDDの追加パターン開発(2/3)

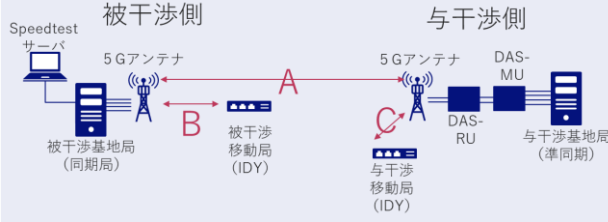
実証環境

〈基地局間干渉測定環境〉



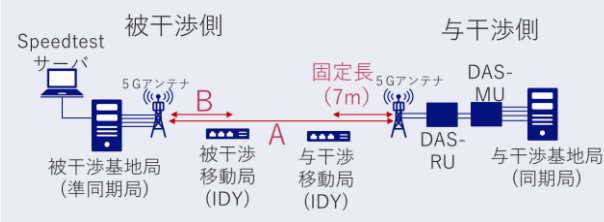
基地局間干渉については「被干渉基地局と与干渉基地局との距離(図内Aで表示)」及び「被干渉基地局と被干渉側端末との距離(図内Bで表示)」をパラメータとして測定を行っている。

〈移動局間干渉測定環境〉



移動局間干渉については「被干渉基地局(同期)と与干渉基地局(準同期)との距離(図内Aで表示)」「被干渉基地局(同期)と被干渉移動局(同期)との距離(図内Bで表示)」及び「与干渉基地局(準同期)と与干渉移動局(準同期)との距離(図内Cで表示)」をパラメータとして測定を行っている。

〈移動局-基地局間干渉測定環境〉

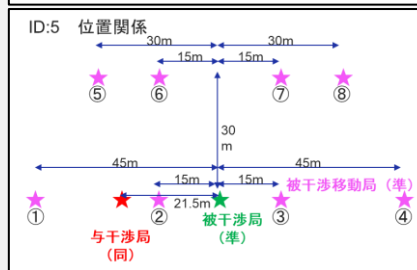
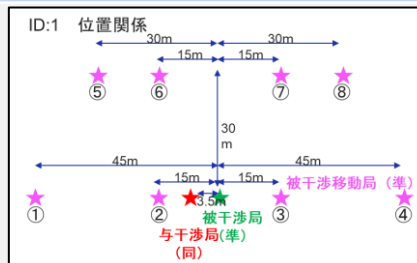


移動局間干渉については「与干渉側基地局と被干渉基地局との距離(図内Aで表示)」及び「被干渉基地局と被干渉移動局との距離(図内Bで表示)」をパラメータとして測定を行っている。

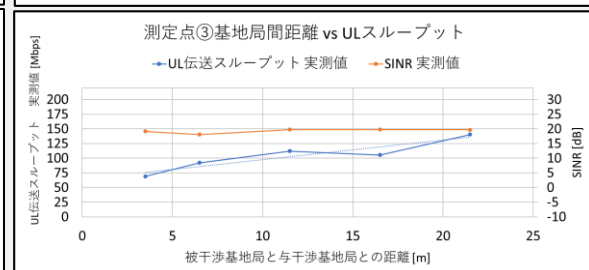
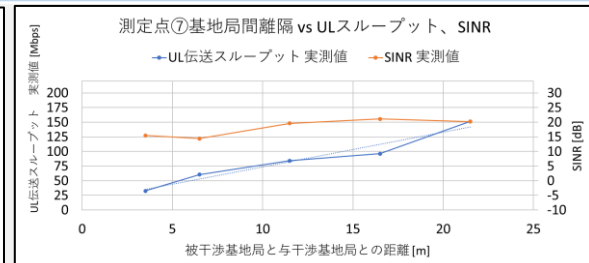
基地局間干渉の測定結果と考察

基地局間干渉においては、基地局間距離ごとに8ポイントにて測定を行った。与干渉基地局は、被干渉基地局から、3.5m、6.5m、11.5m、16.5m、21.5mの距離に設置し測定を行った。(右図は、3.5mと21.5mの測定位置を示す) 基地局間干渉ではULへ干渉が発生し、スループットの劣化が発生する。実験結果から、与干渉局が被干渉局に近いほど干渉影響によりスループットが劣化しているのがみえる。基地局間の離隔21.5m地点において干渉なしの状態から25%~40%ほどのスループット劣化が確認された。実使用上許容可能なスループットの劣化量に応じて離隔距離を確保することで、同期局との併用運用が可能と判断する。

今回は、アンテナの方向を変更して、サイトエンジニアリングの可能性を実験により検討したが、アンテナ調整の際には、アンテナのサイドビーム、バックビーム、ヌル点なども考慮し互いへの干渉を検討し、必要なエリア(スループット)を調整する必要がある。ただし、むやみにアンテナ方向(ビーム方向)を変更することは、所要エリアが変わることにもなるため、必要最小限の送信電力にてエリアを設計したうえでアンテナ特性を考慮した方向調整を行うことが必要である。



測定位置関係



測定位置における測定結果

技術実証テーマⅢ_準同期TDDの追加パターン開発(3/3)

移動局間干渉の測定結果と考察

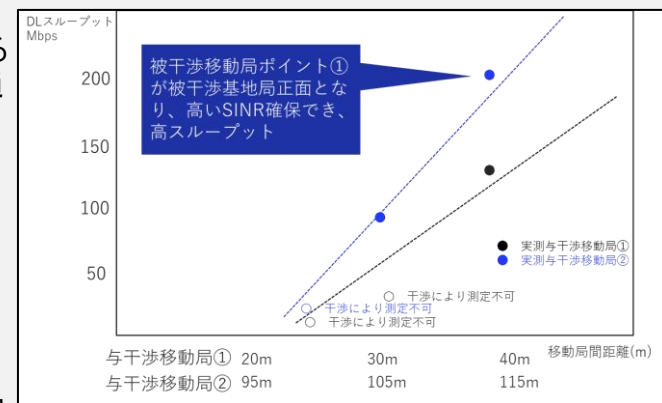
基地局間距離60m/与干渉基地局ポイント①② 移動局間距離 vs 被干渉移動局ULスループットにおいては、被干渉基地局の正面に近い移動局間距離 25mポイントでは、プラス(+)のSINR値が確保でき通信可能であるが、正面から数mズレル位置においては、与干渉移動局からの干渉によりマイナス(-)のSINRとなり、正常な通信を確保できない状況となり、シミュレーション結果と一致する。

今回の実証から、準同期移動局からのスロット間干渉よりも同一周波数による干渉の影響が支配的であることが分かる。本事象の回避のためには、UL送信電力を抑える(合わせて基地局セルの縮小)が必要となる。

■サイトエンジニアリングによる移動局間干渉軽減について

本実証においては、移動局間干渉にて使用したパターンの位置関係において、与干渉移動局(準同期局)の最大送信電力を下げることにより、被干渉基地局への干渉影響度を確認した。

与干渉移動局の送信電力を下げ測定を行い、干渉が軽減されることが確認できた。与干渉移動局の最大送信電力23dBm~14dBmと与干渉移動局の最大送信電力を下げることで、干渉影響が少なくなり被干渉移動局のDLスループットが125Mbps~253Mbpsと改善している。この手法は干渉軽減に有効に働くが、一方的に与干渉移動局のみ送信電力を下げた場合、被干渉側の影響を与干渉側が受ける状態となるため、与干渉移動局を一方的に抑制するのではなく、同期システム側からの干渉影響を事前のシミュレーションにより確認し、送信電力や、アンテナ特性を考慮したアンテナ方位角の調整といった干渉影響軽減を考慮した調整が必要となる。



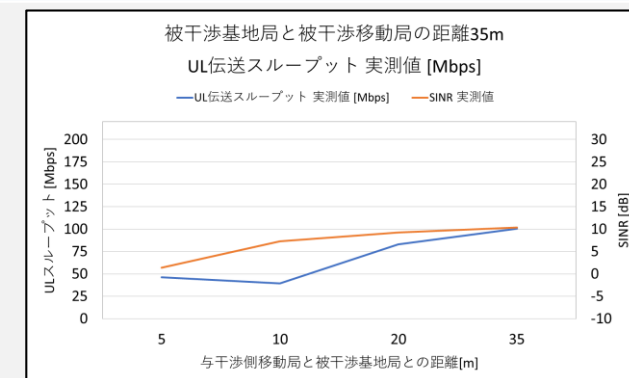
基地局間距離75m測定結果

移動局-基地局間干渉の測定結果と考察

基地局間距離5m~35mともに被干渉基地局-被干渉移動局の距離が遠くなるに伴い、ULスループットは低下しており、想定の結果といえる。

また、基地局間距離5m→10m→20m→35mと与干渉移動局-被干渉基地局の距離が遠くなるに伴い、ULスループットは増加傾向にあり、与干渉移動局(同期局U)から被干渉基地局(準同期U)への干渉影響が軽減していることが分かる。与干渉移動局(同期局U)が与えるスロット間干渉はスロット配列からDLスループットには影響しない想定であり、スループットはほぼ一定とみられることから、想定した結果が得られている。

今回の実証から、今回の位置関係における移動局-基地局間干渉は大きな影響はないとみられるが、より相互の基地局の離隔をとることでより良い無線環境を構築できることが分かる。



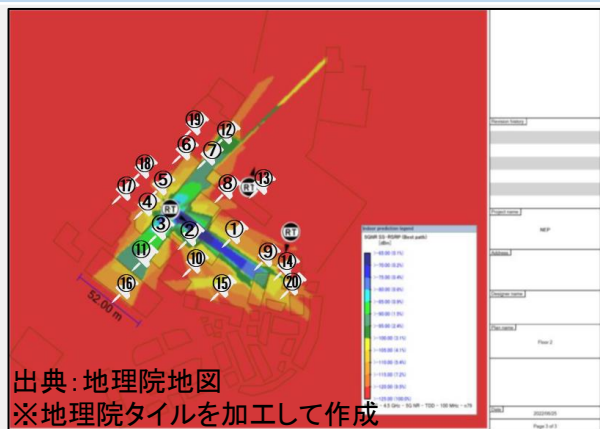
被干渉基地局-被干渉移動局間距離35m測定結果

技術実証テーマⅣ_基本的な電波伝搬データの取得

検証方法

各DASにおけるシミュレーション結果から測定位置を決め、受信電力と通信品質を測定を行う。シミュレーションについては、東陽テクニカ社のiBwaveDesignを用いる。

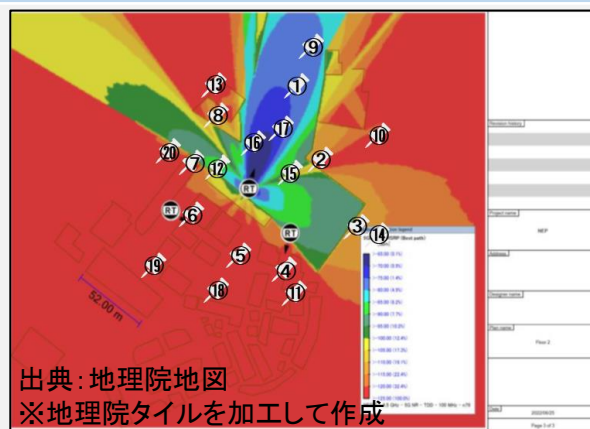
DAS①測定結果



シミュレーション結果(上)／RSRP測定結果(下)



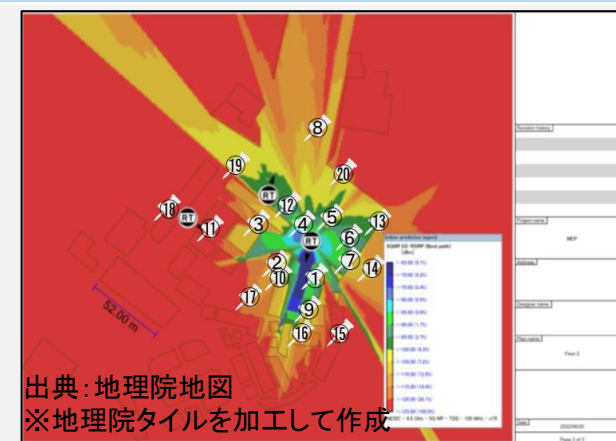
DAS②測定結果



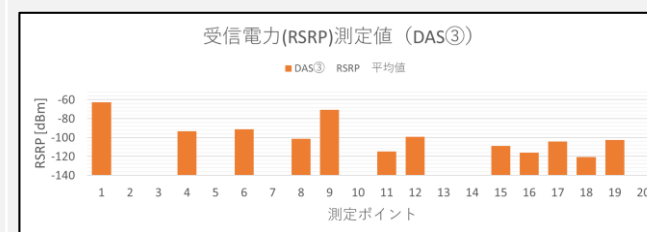
シミュレーション結果(上)／RSRP測定結果(下)



DAS③測定結果



シミュレーション結果(上)／RSRP測定結果(下)



測定結果における考察

机上計算した受信電力と実際に測定した受信電力では全般的に机上計算結果に比べ測定結果の方が受信電力は高い結果となった。算出式には審査基準の市街地設定としたが、ワープステーション江戸に建設されている建物は木造であり、一部の建物は簡素な作りとなっている。このため、電波の減衰が算出値ほど発生しなかったと考えられる。建物の密度からみると市街地レベルだったが、建物高が低い建物であったため実環境に沿って郊外地設定にするなど、高さを考慮したシミュレーション手法の検討をしていくべきである。

4. ローカル5G活用モデルに関する検討(課題実証)

I. 実証概要および実施環境(課題実証)

■実証概要：次の①②③3つのソリューションパッケージによる課題実証の実施

① ケーブル及び中継車を必要としない撮影業務の合理化・高度化ソリューションパッケージ

② リアルタイムVFXシステムを活用した編集業務の合理化・高度化ソリューション

③ 複数のローカル5G基地局を活用した新たなドラマコンテンツ制作ソリューション

目標：実証システム有用性

- ①コスト削減目標
- ②費用対効果目標
- ③マルチユース拡大目標
- ④システムユーザーのニーズ

①撮影業務フローにおける20%のコスト削減及び編集業務フローにおける10%のコスト削減

⇒“Ⅱ. 実証内容 ①”

②システム導入の費用対効果を算出し、プラスであることを目指す

⇒“Ⅱ. 実証内容 ②”

③アンケートにより同様のコンテンツを再度現地観劇または視聴したいという回答が75%以上

⇒“Ⅱ. 実証内容 ①”

④送り返し映像、タリー信号、インカム信号も含めてワイヤレス化、撮影現場のVFX利便性を示す⇒“Ⅱ. 実証内容 ①”

目標：実装横展開の課題横展開で改善すべき点の明確化

実証システム利用の課題及び導入についてヒアリングし、実装・商用利用及び横展開時の改善点を明確化する
⇒“Ⅳ. 実証内容”

■実証環境：3つの撮影エリアでの実証実験を実施

■対象とする実証実験エリア

基地局を2局利用し、右図の3か所の撮影エリア

■課題実証で使用するシステム

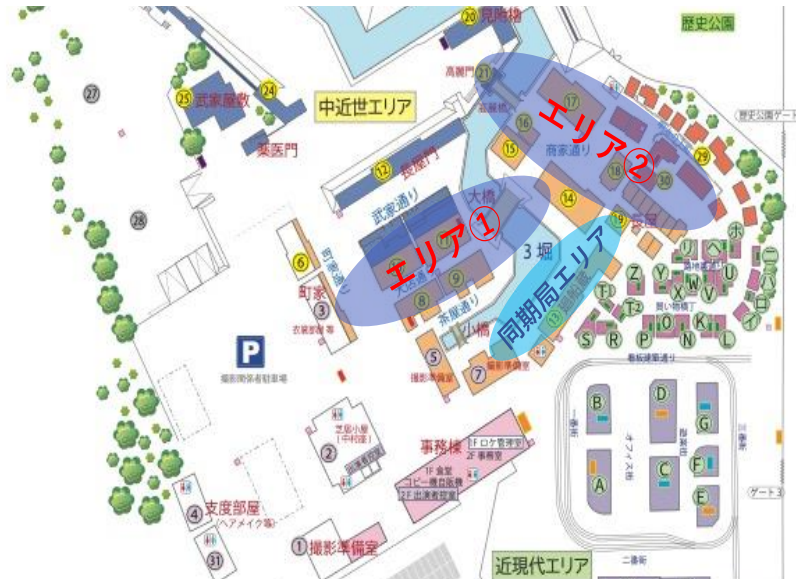
“ネットワーク・システム構成”に示すローカル5G基地局システムおよびワイヤレス映像伝送システムを使用

■実施環境で使用する基地局

準同期局：基地局装置を事務棟に設置し、そこから光ケーブルを延伸し、DASを2台※使用しカバーエリアを構築。

同期局：基地局をフィールドに設置し、カバーエリアを構築

※“実施環境(技術実証)”に示すDAS-RU①およびDAS-RU③を使用



ソリューション①②③に使用する3か所の撮影エリア

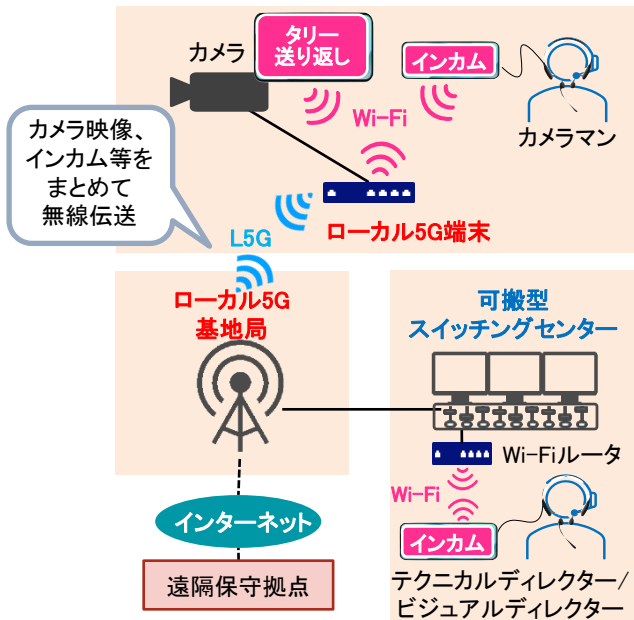
Ⅱ. 実証内容 ①. ローカル5G活用モデルの有効性等に関する検証(1/2)

■課題実証で取り組む3つのソリューションパッケージの課題

ソリューション①③課題	現在の番組等と同等の映像品質(ビットレート)での無線伝送を実現すること 送り返し映像やタリー等、放送番組制作時(有線接続時)に使用しているデータ伝送機器全てで無線伝送を実現すること 撮影業務の実運用に耐えられるよう、トランスミッターとエンコーダーを一体化すること 「ワンカットによる同時多発撮影ドラマコンテンツ」において制作及びマルチユースを可能とするソリューションを実証すること
上記課題の検証方法	撮影映像の伝送可否・安定性・映像品質・伝送遅延量・同時接続台数・送り返し映像、タリー信号、インカムの伝送機能・システムセッティング時間・パッケージ化およびその有用性評価・コンテンツのマルチユース化と評価・マニュアル化
ソリューション②課題	ローカル5G環境下でVFXの技術を応用し、オープンセットを背景に演者の動きに合わせ3DCGを合成すること
上記課題の検証方法	撮影と同時に効率的・効果的に編集結果の確認を進める上で違和感のない遅延時間に収まっているか、コスト削減効果

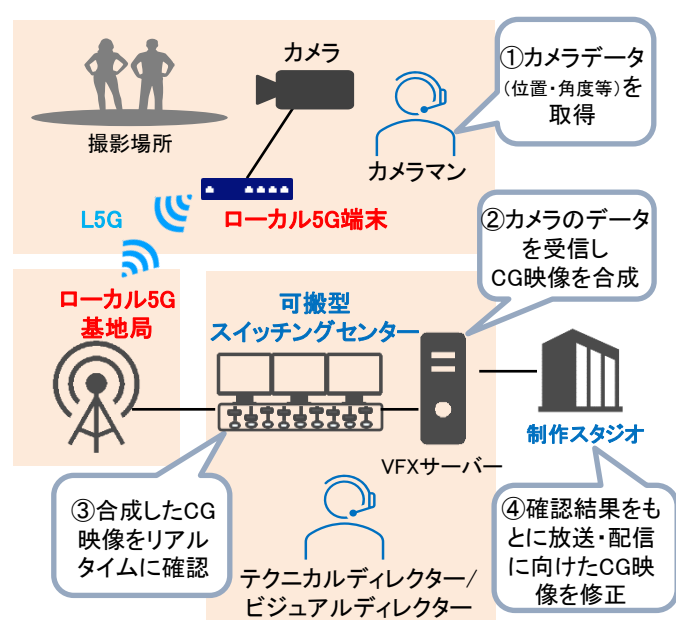
撮影業務の合理化・高度化

✓ 撮影現場のワイヤレス化により、撮影コストを削減



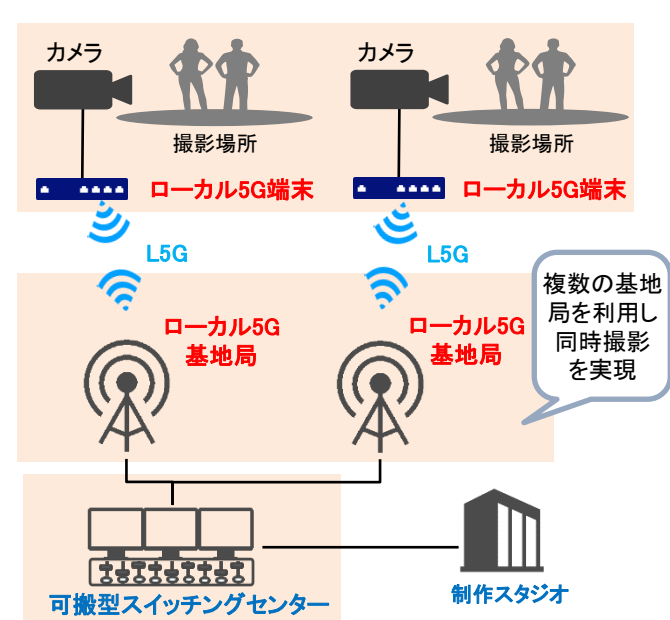
編集業務の合理化・高度化

✓ リアルタイムなCG合成映像の確認により、編集コストを削減



訴求力のあるコンテンツ制作

✓ 複数エリアで同時にドラマが進行する新たなコンテンツを制作



Ⅱ. 実証内容 ① . ローカル5G活用モデルの有効性等に関する検証(2/2)

ソリューション No	評価・検証項目	目標	検証結果	達成状況	考察及び対応策	
①&③	機能	1)撮影映像の伝送可否・安定性 2)伝送遅延量 3)送り返し映像、タリー信号、インカム無線伝送	1)20Mbps10チャンネル 2)500ms以下 3)カメラマンに送り返し、タリー信号、インカム無線実現	1)10Mbps/4チャンネル 2)500ms以下 3)送り返し、タリー可、インカム無線伝送は遅延あり	1)△ 2)◎ 3)○	1)基地局のファームウェア改善により、20Mbps×5chの可能性はある。 2),3)DAS-基地局-CPEの伝送系の改善により安定性と伝送量の向上が期待できる。
	運用	1)オペレーションマニュアル・ガイドラインの有用性 2)一体型システムの有用性	1)カバーエリアや設置条件や設置までの業務フローが明確である 2)撮影業務に支障がない	1)伝送レート、カメラ台数、利用可能エリア情報の記載の必要性が確認できた 2)配線の手間や落下の恐れがなく容易な運用を確認	1)○ 2)○	1)カメラ1台あたりの対応可能モニタ数、4K対応の可否、建物内の撮影の可否等演出要件に関する情報を示す必要がある。 2)カメラマンの負担軽減のためより軽量化が必要である。
	効果	1)コスト削減効果 2)演出・表現の向上 3)収益源の向上	1)従前の中継システム比20%コスト削減できる 2)新しい演出を検討できる 3)リピート希望75%	1)50%削減できる試算を得た 2)被写体を中心に360度が撮影可能になる等、新しい演出の可能性を示した 3)リピート希望が88%以上	1)◎ 2)◎ 3)◎	1),2),3)各項目満足度が高い結果となった。 2),3)一層j効果を高めるためには、撮影エリアの柔軟化ニーズがあり、基地局等の申請手続きの簡素化による対応が検討される。
②	機能	1)合成映像が表示されるまでの遅延量	1)ユーザーが合成に違和感のない遅延量	1)遅延量750ms以下でリアルタイム編集作業に許容範囲内となった	1)○	1)現状ではリアルタイム合成できる範囲内のギリギリの遅延量であるが一層の有効性を得るには、基地局の機能向上が課題である。
	効果	1)コスト削減効果	1)従前のVFXワークフロー比10%コスト削減できる	1)オンセットプレビズ分の追加コストがあるが、ポストプロコストは33%削減	1)△	1)ミスショット削減効果等、コンテンツ品質向上付加価値が期待できる一方で、オンセットプレビズ追加コストの課題、リアルタイムCGの品質向上が必要

- 【総評】
- ・5～6台程度のHD伝送を伴う運用は十分可能、送り返し映像、タリー信号、インカムの伝送、VFX伝送のワイヤレス化の実現性を示した。
 - ・実運用に向けて有効な手法、ノウハウを得られ、マニュアルとして整理することができた
 - ・ケーブルレス及び中継車を必要としない撮影業務では、条件により50%のコスト削減効果が試算された。また、VFXシステムを活用した業務では、ポストプロにおいて33%の削減効果が試算された。
 - ・実験ドラマやイベント体験には、配信サービスも含め、リピート希望はいずれも88%を越える結果となった。

Ⅱ．実証内容 ②．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

■ 経済性等の検証項目

- ・ワープステーション江戸におけるソリューション実装時の利用側・供給側双方において、全体コストよりも大きな便益が見込まれ、費用対効果が得られるといえるかどうかを検証
- ・ソリューションの横展開時における導入側(他のロケ施設運営事業者等)の投資対効果及び展開側(本コンソーシアムを中心とした展開主体)の横展開での人的・物的コストを踏まえた収益性も検証

■ 経済性・市場性の検証結果

項目	結果	まとめ
実証会場における経済性	供給側の損益分岐点で算出した場合、システム利用料は6.1万円/日となり利用側の費用対効果は90.9万円/日となる。一方で、利用側の損益分岐点で算出した場合、システム利用料は97万円/日となり、その場合の供給側の費用対効果は4,271万円となる	システム利用料を6.1万円～97万円に設定した場合には 双方の費用対効果は0以上となる
横展開時の経済性	展開側の損益分岐点で算出した場合、導入コンサルティングサービス利用料は256万円、保守管理サービス利用料は384万円/年となり導入側の投資対効果は477%となる。一方、導入側の損益分岐点で算出した場合、導入コンサルティングサービス利用料は1221.6万円、保守管理サービス利用料は1,834.2万円/年となり、展開側の費用対効果は2,414万円となる	導入コンサルティングサービス利用料は256万円～1221.6万円、保守管理サービス利用料は384万円～1,834.2万円として設定した場合には 双方の費用対効果は0以上となる
市場性	対象市場について： ロケ施設レンタル業界、スタジオを保有する放送業界、番組等制作業界を対象市場としていたものの、そのほかにも野外フェス会場・イベント会場の中継・警備への活用、モータースポーツ業界での活用、アイドルのマネジメント業界での活用可能性がある	幅広い業界への活用も期待できる旨の声が多く寄せられ、現状想定している市場以上に拡がりをもせる可能性が提示された
	売上増やコスト減の課題の現状について： ①売上増に対する有効性に関しては、有効との意見がある一方で、コスト優位性がないこと、無線システムならではのコンテンツの開発なしには成長につながらないこと、無線の安定性が確保されていないこと等から有効とはいえないとの意見もある ②コスト減に対する有効性に関しては、運用のために多数の人の参画や無線に関する知見を有する人の参画が必要であることが示された	①課題解決に資する可能性は認められたものの、その実現に向けた課題もある ②少人数かつ知見を持たない者で運用が可能であることの必要性を確認

Ⅱ．実証内容 ②．ローカル5G活用モデルの実装性に関する検証(2/2)

運用スキーム・ビジネスモデルの検討

■運用スキーム等の検証項目

・本実証システムに係る実証開始当初のビジネスモデルを設定し、ビジネスモデルを構成する各項目について検証

■想定ビジネスモデル

想定ターゲット	①NHK及びNHK関連団体②ドラマや映画、CM等の撮影を行う映像制作会社
提供ソリューション	基本プラン：撮影ロケ地レンタル(既存ビジネス) オプション1:ワイヤレスかつ中継車を必要としない撮影システム / オプション2:リアルタイムVFXシステム
機能要件	前提条件:放送局ユーザーのサービス要求水準を達成していること(伝送が安定していること、すなわち映像のフリーズ・カクツキ・ブロックノイズの発生がときどき発生する程度であること。伝送遅延量については本報告書においては500ms以下であること) HD10台(20Mbps)の無線伝送が可能、送り返し映像10台・タリー10台・インカム10台の無線伝送が可能 オプションにてカメラメタデータ10台の無線伝送が可能 ローカル5G基地局及びスイッチャー周辺機器類が可搬型使用可能
非機能要件	各システムの起動が容易であること 顧客が持参するカメラ等機材を利用する際の技術サポート体制が整っていること システムエラーやトラブルが発生した際の問い合わせ先が明確であること

■運用スキーム・ビジネスモデルの検証結果

想定ターゲットへのアンケートの結果

万が一にも通信の断絶が許されない生中継等の場合や、カメラが1台のみ利用される簡易な撮影等において、システムの利用が想定されないとの意見が寄せられた。

機能要件については4K・8K対応が多くのアンケート対象者から求められており、アップリンクスループットの向上は実装後の利用促進及び横展開の促進において不可欠であると考えられる。

非機能要件として、技術サポート窓口の設置にとどまらず、撮影当日にローカル5Gの無線に係る知見を有する者が現地対応によりサポートすることの要望が強く、実装時において現地サポートを充実させることの必要性が明確となった。

Ⅱ. 実証内容 ③ . 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

ソリューション① 課題の抽出	<p>安定な映像配信を実現するための課題: ①伝送レートと伝送チャンネル数に関する課題、②電波伝搬に関する課題の二つ</p> <p>①UDPでのカメラ映像伝送の課題があることが明らかとなった。 ラボ実験レベルでUDP伝送により短い遅延時間で、ダウンリンク/アップリンク比率が4:4の際に20Mbps×6ch、フィールドにおいても4~5chのカメラ映像伝送の確認済み。帯域増加とフィールドでの安定伝送が課題、基地局やCPEの内部処理の調整が有効</p> <p>②電波伝搬の安定性が確保できない課題は、DASの安定性の向上とサービスエリアの確保必要 アンテナからの距離により安定性が劣化する現象に、メッシュ化などでの安定伝搬が実現することを期待したい。 建物内のシーン撮影や降雨降雪時対応といった場合に生じる課題も考慮していく必要がある。</p>
ソリューション① 解決策の検討	<p>MCS固定の伝送等、実証での知見、ファームウェアの更新により伝送レートの向上改善確認を進める。 「屋内のローカル5Gの伝搬特性および、反射等による干渉等、激しい降雨や降雪による電波減衰の影響」については、次年度以降の実証で得たユースケースから、オペレーションマニュアルや設置ガイドラインを更新していく。</p>
ソリューション② 課題の抽出	<p>現場でVFX作成したCG合成確認により、ポストプロコストの33%削減とカメラアングルのミスショット低減が可能になるが、一方でプレビズとポスト処理で使用するCGは、現状では別々に用意する必要があるため、プレビズによるコスト増は課題</p>
ソリューション② 解決策の検討	<p>オンセットプレビズとポストプロCGの共通化や、リアルタイム合成可能なCGの品質を上げることでポストプロダクションの後処理をさらに少なくすることが期待できる。</p>
ソリューション③ 課題の抽出	<p>ソリューション導入時には、施設利用費等を高く設定することになるので、ローカル5Gを活用によるメリットを施設運用者、および利用者に周知する必要がある。また、カメラメーカーやローカル5Gのチップベンダーとの連携した開発が必要である課題がある。</p>
ソリューション③ 解決策の検討	<p>ユースケースを増やす計画と合わせ、実績の増加、演出・表現の創出や効果が示されることが期待される。また、開発はコンソーシアムメンバーは関連各社に打診し、カメラ一体化パッケージの開発に向けた取り組みを進める。</p>
横展開ビジネスモデル課題の抽出	<p>実証現場よりも建築物が多い場合や、屋内ロケの場合、生中継やカメラ1台バージョン、4K8K対応といった本実証のスコープ外の検証が必要。また、非機能要件として、技術サポート窓口以外に、ローカル5Gの無線に係る知見を有する者の現地サポートの要望があり、現地サポートの充実が課題である。</p>
横展開ビジネスモデル解決策の検討	<p>ユースケースを拡充、ユーザー向けオペレーションマニュアル及びシステム運用者向け可搬型基地局の設置ガイドラインを更新、サポートサービスを検討する。</p>

Ⅲ. 実証内容 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、現時点の課題・ミッシングピース)

■ 実装・普及展開シナリオ

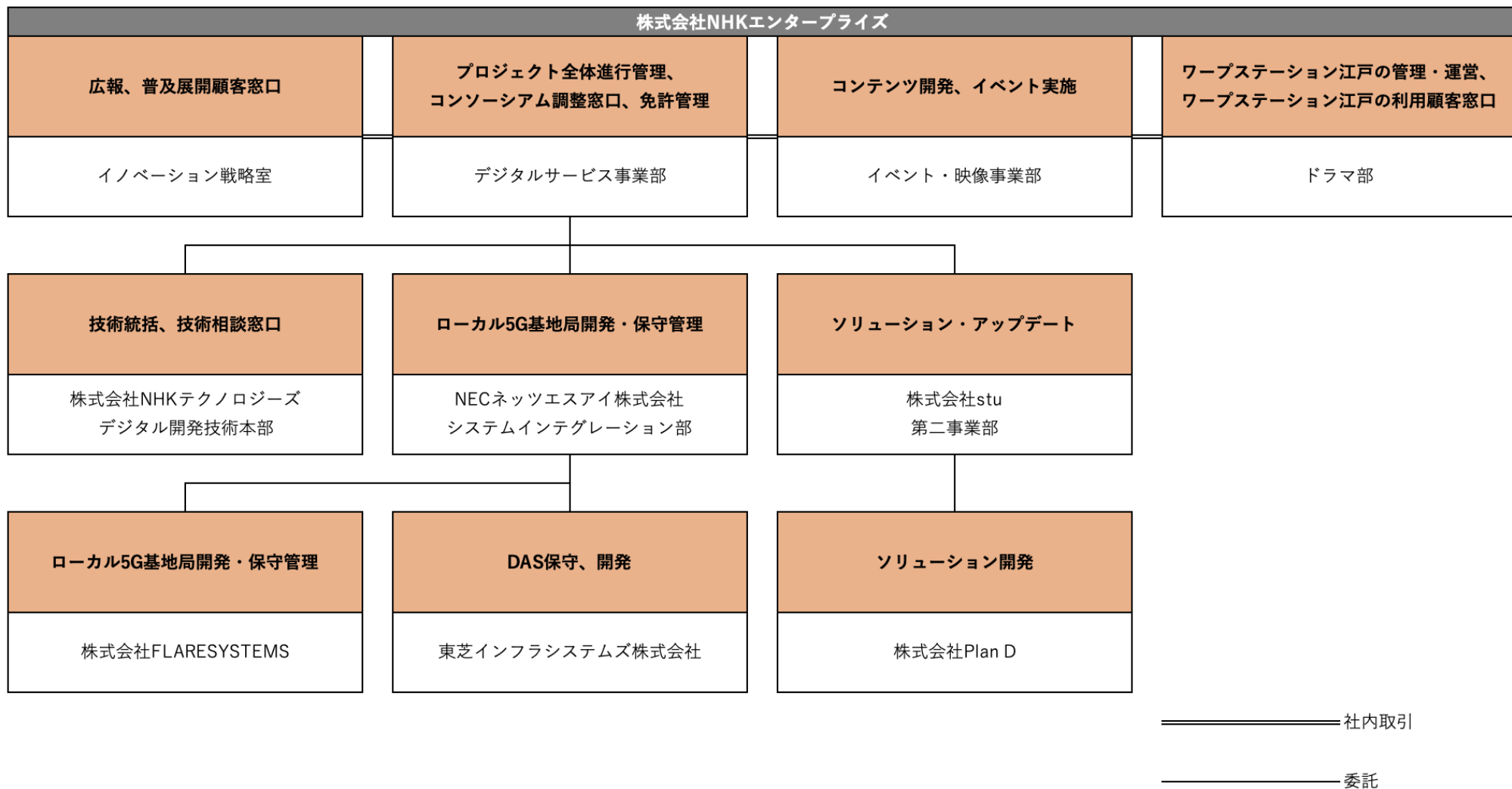
2023年度・2024年度はNHKエンタープライズが主体となりコンソーシアムメンバーの協力のもと、本実証実験で開発したシステムを活用したコンテンツ制作を行い、一般消費者向けに有料課金によるサービス実証を行う。同時にローカル5G活用モデルのユースケースとして世間への公表を進め、2025年度を目標に本格実装を目指す。これらの実績をもとに、2026年度以降、本システムの横展開を進める。

■ 目指す姿(本格実装時の姿)、課題、解決策

ソリューション	目指す姿	課題	解決策
①ケーブル及び中継車を必要としない撮影業務の合理化・高度化	<ul style="list-style-type: none"> ◆費用削減効果があり、伝送時の安定接続が行えること ◆トランスミッター&エンコーダー一体化システムが商用化されていること ◆運用マニュアル類が用意され不具合対応が整っていて、カバーエリアを自由に選択できる運用状態であること 	<ul style="list-style-type: none"> ◆基地局、アンテナ、一体化システムいずれもユーザーが導入に合意可能な提供価格設定を行うことと、基地局及び受信機がHDカメラ使用で20Mbpsのビットレートを確保すること ◆トランスミッター&エンコーダー一体化システム機器を開発すること ◆運用マニュアルの作成と不具合対応体制を確立すること 	<ul style="list-style-type: none"> ◆2023～2024年度の実装トライアル事業で、現状の基地局、受信機の機能アップデートと運用マニュアルの改版を行い、アンテナが製品化される段階で事業収支構造を再検討する ◆2023年度に、トランスミッター&エンコーダー一体化システム機器開発パートナーを探し、出資計画を立てる ◆2023～2024年度の実装トライアル事業で、運用マニュアルの改版を行う
②リアルタイムVFXシステムを活用した編集業務の合理化・高度化	<ul style="list-style-type: none"> ◆費用削減効果があり、伝送時の安定接続が行えること ◆運用マニュアル類が用意され不具合対応が整っていること 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ソリューション①の安定性が確保されたうえで、ユーザーが導入に合意可能な提供価格設定を行うこと ◆運用マニュアルの作成と不具合対応体制を確立すること 	<ul style="list-style-type: none"> ◆2023～2024年度のソリューション①による実装トライアル事業を行いながら、使用するカメラ機材やソフトウェアの比較検討により提供価格の再検討と、運用マニュアルの改版を行う
③複数のローカル5G基地局を活用した新たなドラマコンテンツ制作	<ul style="list-style-type: none"> ◆エリア内で演出要件ごとに撮影ポイントが自由に選択できる状態であること 	<ul style="list-style-type: none"> ◆エリア内でアンテナ設置位置や向きを変更する場合の申請手続きが簡素化されること 	<ul style="list-style-type: none"> ◆2023～2024年度のソリューション①による実装トライアル事業で、エリア内の非干渉確認を行い、アンテナ設置の自由度を高める(申請手続きの簡素化は総務省で検討中)
①～③共通	<ul style="list-style-type: none"> ◆本ソリューションの有用性が放送事業者、コンテンツ制作事業者等ユーザーに周知されていること 	<ul style="list-style-type: none"> ◆2022年度の実証実験結果や2023年度～実装トライアル結果のPR動画やセールスシート等の営業プロモーションツールが整っていること 	<ul style="list-style-type: none"> ◆コンソーシアムメンバーにより適宜プレスリリースを行うほか、現場視察会や、外部の技術展示会等に出展し事例紹介を行う

Ⅲ. 実証内容 ローカル5G活用モデルの実装・普及展開(2/3)

②実装計画の実施にあたっての実施体制



Ⅲ. 実証内容 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)	令和10 年度 (2028)	令和11 年度 (2029)	令和12 年度 (2030)
実装計画	<ソリューション①-1>	開発実証	性能改善・開発		本格実装	普及展開 (他施設への展開)				
			実装・トライアル利用							
	<ソリューション①-2>		課題対応・商品化							
	<ソリューション②>		性能改善・開発 ～サービスメニュー検討		オプションメニューとしてサービス提供					
	ローカル5Gシステム	実装								
収支計画 (千円)	(1)ユーザーから得る対価		56,000	112,000	168,000	168,000	168,000	168,000	168,000	168,000
	(2)補助金・交付金		0	0	0	0	0	0	0	0
	(3)収入((1)+(2))		56,000	112,000	168,000	168,000	168,000	168,000	168,000	168,000
	(4)ネットワーク設置費		5,000	10,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000
	(5)ネットワーク運用費		2,880	2,880	2,880	2,880	2,880	2,880	2,880	2,880
	(6)ソリューション購入費		8,260	0	25,000	0	0	0	0	0
	(7)ソリューション開発費		51,000	192,000	126,000	126,000	126,000	126,000	126,000	126,000
	(8)支出((4)+(5)+(6)+(7))		67,140	204,880	168,880	143,880	143,880	143,880	143,880	143,880
	(9)収支((3)-(8))		-11,140	-92,880	-880	24,120	24,120	24,120	24,120	24,120

実装計画における各ソリューションは次の通り <ソリューション①-1>ケーブル及び中継車を必要としない撮影業務の合理化・高度化ソリューションパッケージ
<ソリューション①-2>トランスミッター&エンコーダー一体型システム
<ソリューション②>リアルタイムVFXシステムを活用した編集業務の合理化・高度化ソリューション

※2026年度以降、24,120(千円)の収支差で、2030年度で15,700(千円)の累積黒字の計画である。

※以下、原価率はコンソーシアムメンバーが実施する制作業務の実績値に準ずる。

新たなドラマコンテンツ制作の収入根拠については、過去に実施した配信事業の実績をもとに算出。支出部分については本実証の実績をもとに算出。

まとめ

まとめ

技術実証

<検証成果>

テーマⅡ:映像制作ソリューションにおいては撮影場所が複数か所となること、及び建物の遮蔽による電波伝搬の不感地帯への対策が必要であり、光ファイバで延伸した場所にDASを設置することで-84.6dBmの良好な通信エリアを拡大することができ、エリア拡張に有効であることを確認できた。

テーマⅢ 実証の成果:準同期TDDによるUL映像伝送の有効性を確認。UL方向へ高いスループットを必要とする映像ソリューションにて準同期TDDは有効に働くことを確認できた。基地局間距離21.5mでULスループットが50Mbps以上、移動局間距離112mでDLスループットが与干渉なしの状態から99%という結果が得られた。

<今後の課題>

DASを用いても通信容量そのものは増加しないため、DASによるエリア拡張か、基地局増設によるエリア／通信容量拡張かを状況に合わせて検討していく必要がある。準同期TDDと同期TDDとの間で干渉が確認されたことから、既存モバイルシステムにおける干渉調整と同様に、2つのシステム間における干渉によるスループット劣化に対する干渉調整の検討が必要になる。

課題実証

<検証成果>

ソリューション①「ケーブル及び中継車を必要としない撮影業務の合理化・高度化ソリューションパッケージ」:カメラに装着する伝送パッケージ化による有用性を確認し、現状ではMCS固定運用が有効であり、HD×5chの伝送の可能性を示した。トランスミッター&エンコーダ一体型システムはプロトタイプングを行い伝送可能性と利便性を確認した。本ソリューションによるコスト削減効果は従前のシステム比で50%の試算となった。

ソリューション②「リアルタイムVFXシステムを活用した編集業務の合理化・高度化ソリューション」:遅延等は違和感ない程度に収まり、撮影現場でリアルタイムでCG合成ができることを確認し、ポストプロ作業においては33%の削減効果の試算となった。

ソリューション③「ローカル5Gを活用した新たなドラマコンテンツ類型の制作ソリューション」:本システムを活用することで、ライブ配信、イベント観覧、VODを組み合わせたマルチコンテンツ体験を提供できることが確認でき、ユーザーアンケートではコンテンツの新規性が高く、88%以上のリピート希望という評価を得た。

<今後の課題>

本実証実験の実装が今後の課題である。主にソリューション①は性能面で伝送時の安定的接続とトランスミッター&エンコーダ一体型の製品開発が課題となる。

ソリューション②は機材と比較検討とアプリケーションのバージョンアップを行いながら価格設定の検討が課題となる。ソリューション③は実証施設や他の施設において事業としてユースケースを蓄積していくことが今後の課題である。

実装・普及展開

2023～24年度は、ソリューション①に関して、本実証システムの性能改善を行いながら実証施設に設置し、ソリューション①を活用しソリューション③のトライアル事業を実施する。ソリューション②は、これと並行して、機材やアプリケーションの比較検討をしながら機能改善・開発を行う。2025年度からは、ソリューション①に関して他事業者(コンテンツ制作会社等)に対してサービス提供を行い、ソリューション②はオプションサービスメニューとして提供を検討、ソリューション③は本格サービス提供を開始する。2026年度からは他の施設への導入促進を図り横展開により本ソリューションの利用事業者の拡大を図る。また、ソリューション①内で設定した「トランスミッター&エンコーダ一体型システム」について、2023年度から開発パートナー(メーカー)を探索し調査、開発計画を策定し、24年度に製品化、25年度から実証施設での実装を計画する。