

平成 29 年 12 月 1 日

## 「小型無人機の飛行位置把握に係る無線システムの調査検討会」

## 作業グループ 2 中間報告資料

## 検討テーマ 2: プロトタイプ的设计及び作成

検討メンバー ◎姉齒委員

(◎はとりまとめ担当)

## 1. プロトタイプ的设计及び作成(案)

## 1.1 「作業グループ1: システムの基本的な構成及び技術的条件」 のまとめ

表 1 構成案

	構成内容と技術的条件	検討案	備考
1	飛行位置情報等を計測する機能	GPS	
2	計測した情報(信号)を送る機能	ドローンマッパー方式 (IEEE802.15.8、分散同報型)	
3	必要な飛行位置情報の内容(運航安全管理に最低限必要な情報)	機体識別符号(ID)、日付時刻、緯度、経度、海拔高度、機体種別(マルチロータ、シングルロータ、固定翼、有人ヘリ 地上移動体) 等	情報項目については仮定の項目としている。
4	一機体からの送信情報量	ヘッダ(3byte)、端末 ID(4byte)、時刻(10byte)、緯度(10byte)、経度(11byte)、高度(7byte)、機体種別(1byte)、予備(2byte) : 計 48byte (384bit)	アスキー形式を想定した場合(ドローンマッパーで現在採用)、
5	飛行位置を把握できる範囲(所要の通信距離)	地上受信機から半径 10km 程度まで	火山災害の場合侵入規制ラインが4~5Km となるため 10Km 程度の通信が確保できることが望ましい
6	飛行位置を把握できる機体数(同時運用機体数)	同一範囲内において同一周波数で 10 機以上 50 機程度までを想定。	火山災害や大規模地震や水害などの場合中に入れないので周辺の 数か所から観測する可能性があるので複数機を想定した。
7	飛行位置情報データフォーマット	CSV 形式	
8	飛行位置情報の更新回数	毎秒1回	
9	飛行位置を計測できる機体速度	時速 100km 以上	GPS デバイス仕様による
10	飛行位置情報の誤差	10m 以下	遮へい物に囲まれた環境でなければ、10m以下は可能と想定
11	飛行位置情報の送信から地上でパソコン等の地図上に表示するまでの遅延時間	遅延時間は 1 秒以下	パースト信号の衝突による遅延は含めない。
12	地上での表示方法等	航空写真画面に重畳して表示	Andoroid タブレットとの親和性がよい Google Earth を使用する

表 2 技術的条件の検討(電波法令に根拠を有するものは括弧で関連規定を記載)

技術的条件の項目	内 容	備 考
周波数帯	398MHz (総務省告示第 178 号(H29.5.30)から 397.75MHz から 398.5MHz までの周波数で 東北総合通信局管内において空中線電力 10W 以下の指定を受けることが可能なことから 上記周波数を選定。)	(347.7MHz~420MHz の範囲に おいて選定) 特定実験試験局で東北総合通 信局管内の陸上、沿岸水域及 びその上空を予定。
通信方式	同報	
周波数の許容偏差	±100 万分の 4 以内	(無線設備規則 第 5 条、別表 第 1 号)
占有周波数帯幅の許容 値	20kHz 以内	(無線設備規則 第 6 条、別表 第 2 号)
スプリアス発射又は不要 発射の強度の許容値	帯域外領域におけるスプリアス発射の強度の 許容値 25 μW 以下 スプリアス領域における不要発射の強度の許 容値 25 μW 以下	(無線設備規則 第 7 条、別表 第 3 号)
空中線電力及びその許 容偏差	空中線電力:200mW 以下	許容偏差:上限 20%、下限 50% (無線設備規則 第 14 条)
隣接チャンネル漏えい電力	チャンネル間隔が 25kHz のものにあつては、搬 送波の周波数から 25kHz 離れた周波数の (±)2kHz の帯域内に輻射される電力が、搬 送波電力より 45dB 以上低い値であること。	(無線設備規則 第 57 条の 3 の 2)
送信空中線利得	3dBi 以下	搭載アンテナは 0dBi 1/4 λ のグランドが貧弱なアンテ ナを想定
変調方式	4 値 FSK	
送信時間	20ms 以下	
休止時間	980ms 以上	
電気通信回線設備に接 続可能	位置情報送信装置がもつ小型 PC の LAN インターフェースにより、接続可能とする。	
キャリアセンスの必要性	あり	送信パケットの-slot管理を併 用した自律分散システムによりパ ケット衝突確率低減を図るため。
再送制御	なし	位置情報データの鮮度を保つた ために古いデータは廃棄。

## 1.2 システム系統図

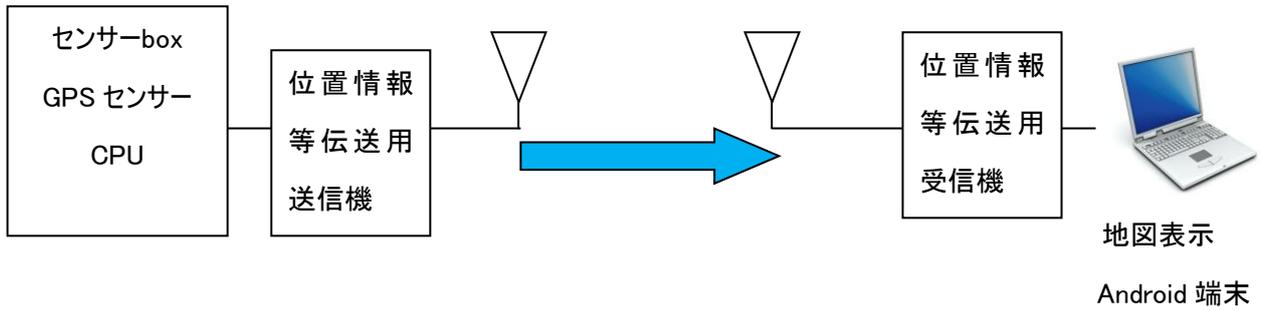


図 1 システムの系統図

## 1.3 無線設備系統図

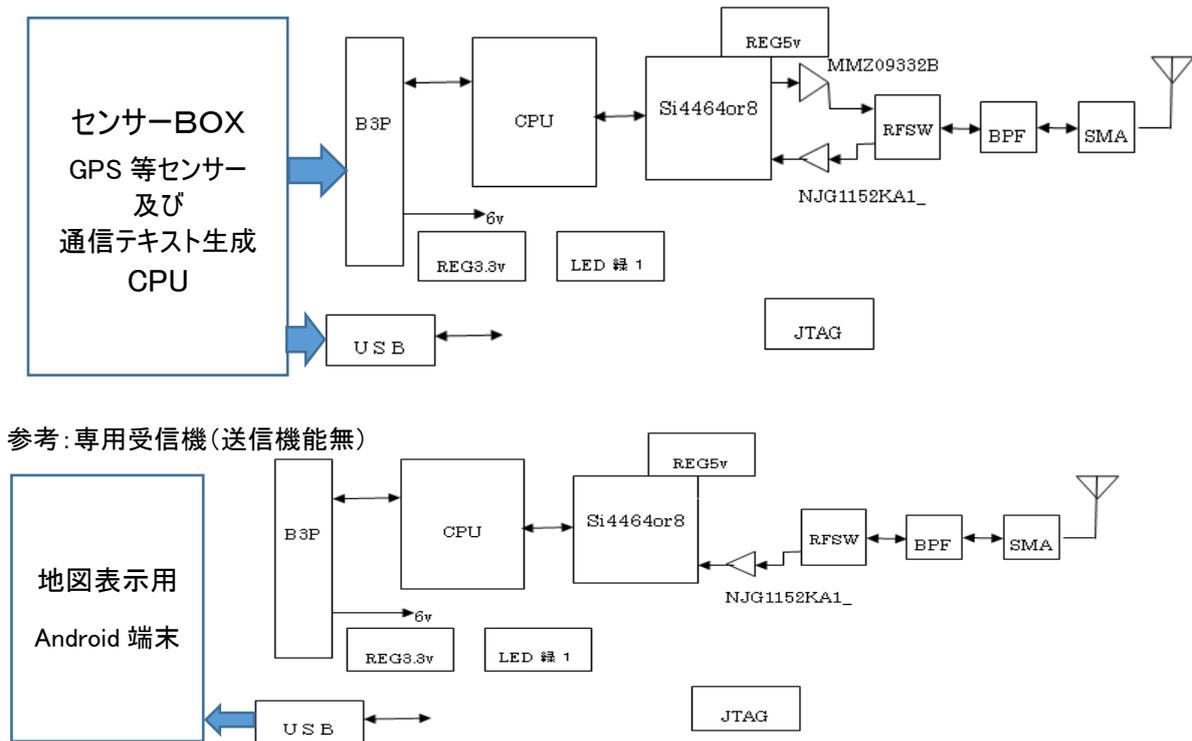


図 2 無線設備系統図

## 1.4 全体構成

### 400MHz 帯ドローン位置把握システム全体構成(案)

(ドローン搭載用、地上局受信用、有人ヘリ搭載用: 全て同一モジュールで構成可能)

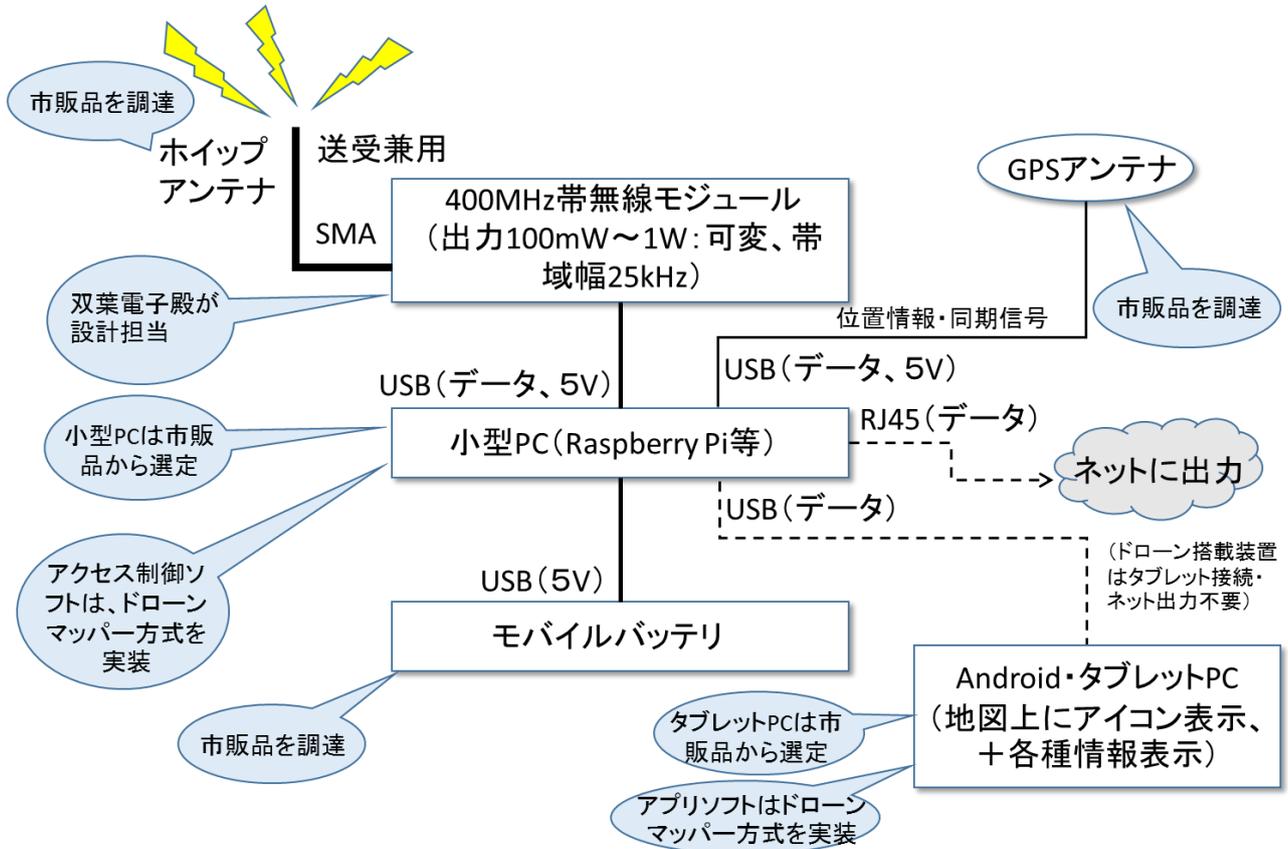


図 3 全体構成図

## 1.5 タブレット表示例

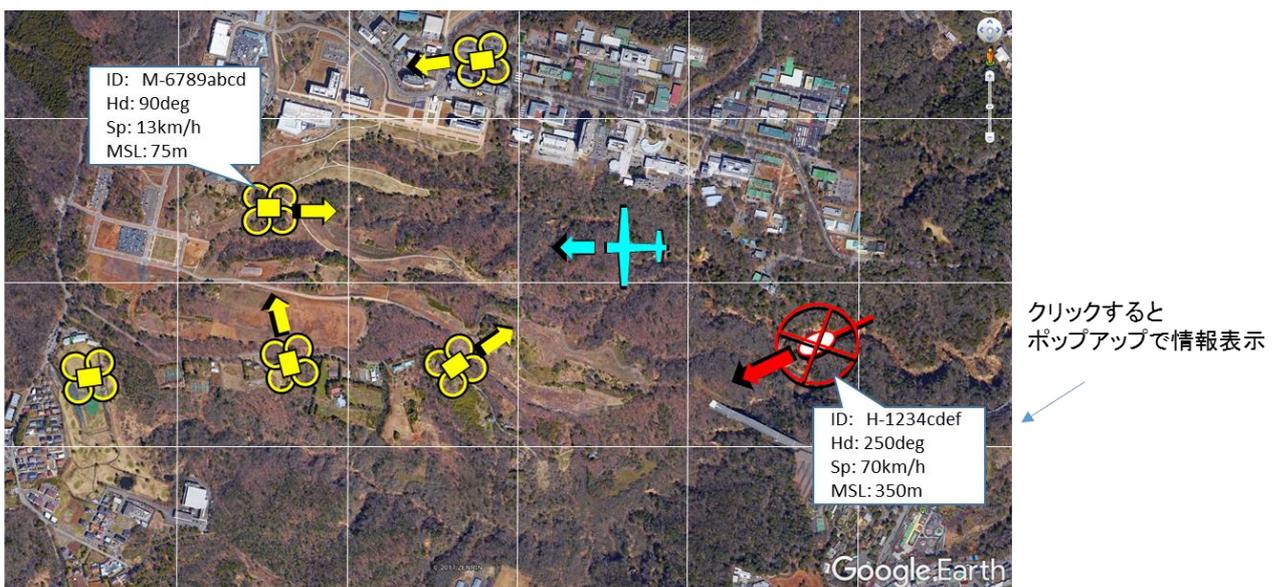


図 4 タブレット PC 表示画面の例(暫定)

## 2. プロトタイプ的设计及び作成における中間報告

### 2.1 「システムの基本的な構成及び技術的条件」の修正

表 3 構成案

	構成内容と技術的条件	設計	備考
1	飛行位置情報等を計測する機能	GPS	
2	計測した情報(信号)を伝送する機能	ドローンマップ方式 (IEEE802.15.8、分散同報型)	
3	必要な飛行位置情報の内容(運航安全管理に最低限必要な情報)	機体識別符号(ID)、日付時刻、緯度、経度、海拔高度、 機体種別 地上局、無人航空機ドローン(マルチロータ、シングルロータ)、無人航空機固定翼機、有人ヘリ 有人固定翼機、地上車両)等	地上局(操縦者)を追加
4	一機体からの送信情報量	端末 ID(32)、位置情報(8)、時刻(17)、緯度(28)、経度(28)、高度(16)、速度(10)、方向(10)、機体種別(8)、予備(19) :計 176bit(22B)	バイナリデータ 無線機全体として 352bit 送信時間 18.3ms
5	飛行位置を把握できる範囲(所要の通信距離)	地上受信機から半径 10km 程度まで	火山災害の場合侵入規制ラインが4~5Km となるため 10Km 程度の通信が確保できることが望ましい
6	飛行位置を把握できる機体数(同時運用機体数)	同一範囲内において同一周波数で 10 機以上 50 機程度までを想定。	火山災害や大規模地震や水害などの場合中に入れないので周辺の 数か所から観測する可能性があるので複数機を想定した。
7	飛行位置情報データフォーマット	CSV 形式	
8	飛行位置情報の更新回数	毎秒1回	
9	飛行位置を計測できる機体速度	時速 100km 以上	GPS デバイス仕様による
10	飛行位置情報の誤差	10m 以下	実験では水平約 1m 垂直 2m の誤差表示となった。
11	飛行位置情報の送信から地上でパソコン等の地図上に表示するまでの遅延時間	遅延時間は 1 秒以下	パースト信号の衝突による遅延は含めない。
12	地上での表示方法等	航空写真画面に重畳して表示	Andoroid タブレットとの親和性がよい Google Earth を使用する
13	受信電界強度の付加	受信電文の後にそのパケットの受信電界強度を付加する。	CSV ファイルに格納する。
14	通信断時の表示	任意に設定した通信断時間を経過すると表示アイコンに×を重ねる。	設定時間は 5/10/15/20 秒

表 4 技術的条件の検討(電波法令に根拠を有するものは括弧で関連規定を記載)

技術的条件の項目	内 容	備 考
周波数帯	398MHz (総務省告示第 178 号(H29.5.30)から 397.75MHz から 398.5MHz までの周波数で東北総合通信局管内において空中線電力 10W 以下の指定を受けることが可能なことから上記周波数を選定。)	(347.7MHz~420MHz の範囲において選定) 特定実験試験局で東北総合通信局管内の陸上、沿岸水域及びその上空を予定。
通信方式	同報	今回の実験局申請では双方向通信で電波伝搬試験を行うので単信での申請で行う。
周波数の許容偏差	±100 万分の 4 以内	(無線設備規則 第 5 条、別表第 1 号)
占有周波数帯幅の許容値	20kHz 以内	(無線設備規則 第 6 条、別表第 2 号)
スプリアス発射又は不要発射の強度の許容値	帯域外領域におけるスプリアス発射の強度の許容値 25 μW 以下 スプリアス領域における不要発射の強度の許容値 25 μW 以下	(無線設備規則 第 7 条、別表第 3 号)
空中線電力及びその許容偏差	空中線電力:200mW 以下	許容偏差:上限 20%、下限 50% (無線設備規則 第 14 条)
隣接チャネル漏えい電力	変調信号の送信速度が毎秒 8 キロビットを超えるものにあつては、搬送波の周波数から 25kHz 離れた周波数の(±)8kHz の帯域内に輻射される電力が、搬送波電力より 60dB 以上低い値であること。	(無線設備規則 第 57 条の 3)
送信空中線利得	3dBi 以下	搭載アンテナは 0dBi 1/4 λ のグラウンドが貧弱なアンテナを想定
変調方式	2 値 FSK	汎用性の高い 2FSK 方式に変更
送信時間	20ms 以下	
休止時間	980ms 以上	
電気通信回線設備に接続可能	位置情報送信装置がもつ小型 PC の LAN インターフェースにより、接続可能とする。	
キャリアセンスの必要性	あり	送信パケットのスロット管理を併用した自律分散システムによりパケット衝突確率低減を図るため。
再送制御	なし	位置情報データの鮮度を保つために古いデータは廃棄。

## 2.2 システム系統図

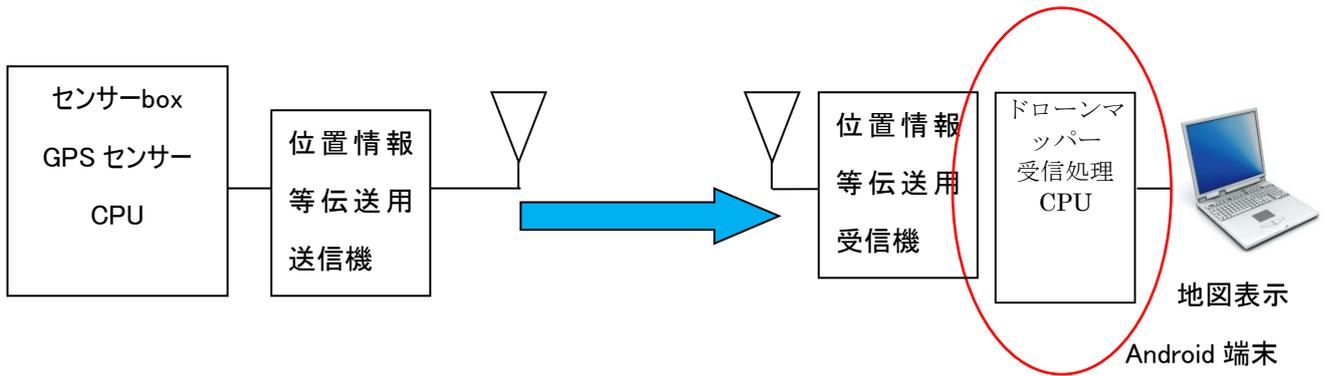


図 5 システムの系統図

## 2.3 無線設備系統図

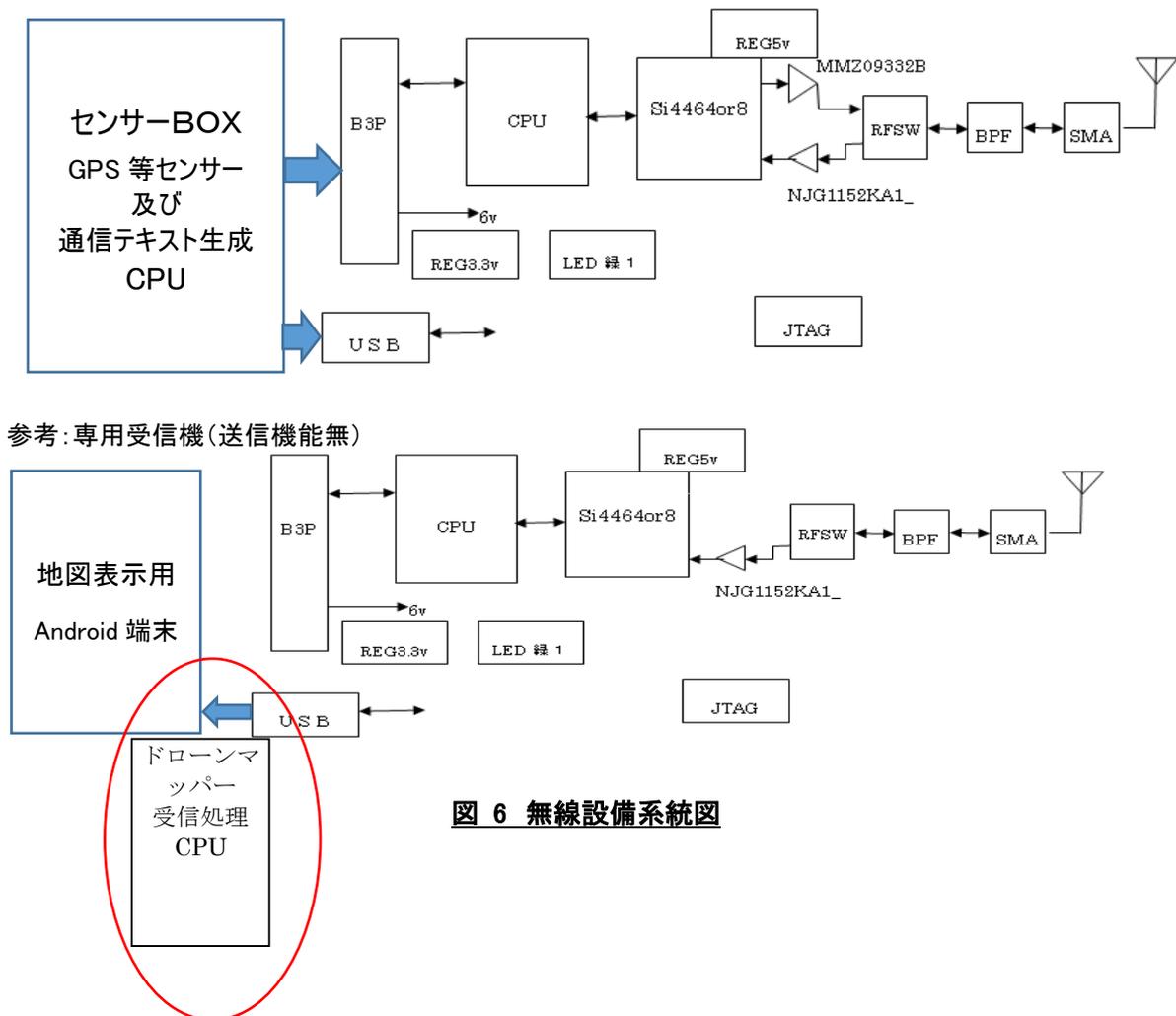


図 6 無線設備系統図

## 2.4 システムの概観写真

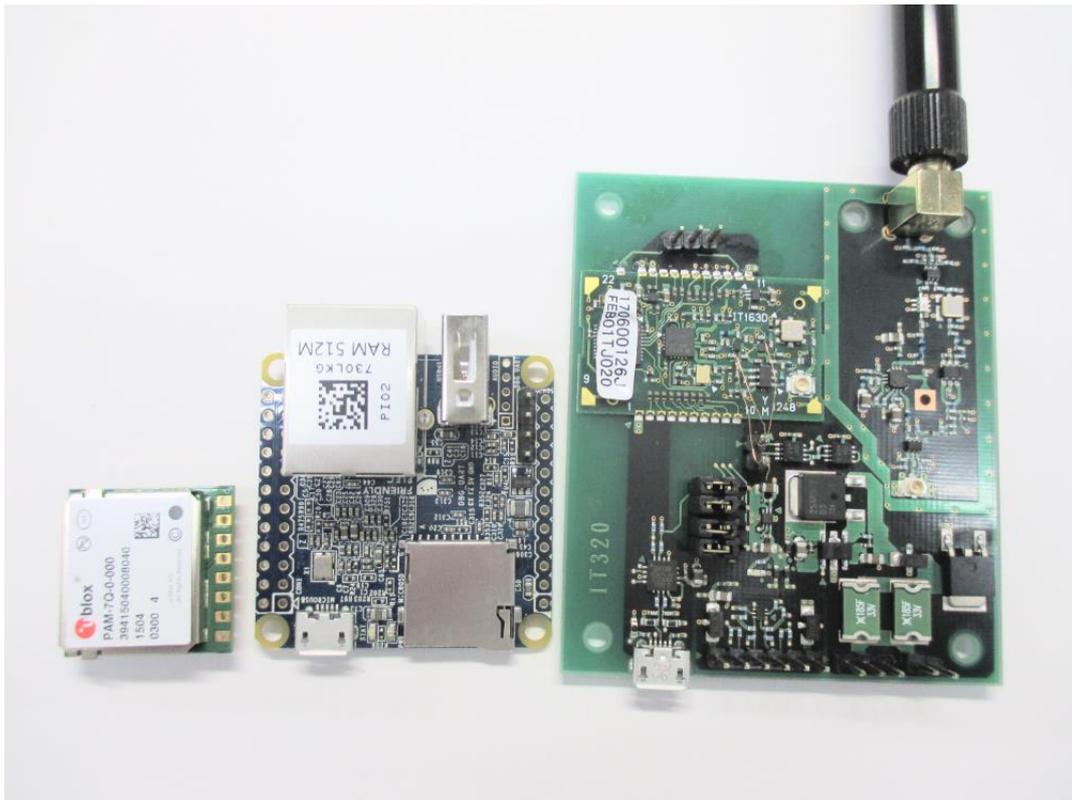


図 7 送信側システム



図 8 受信側システム