



索道搬器における風と動揺の モニタリングに関する取組

森 裕貴

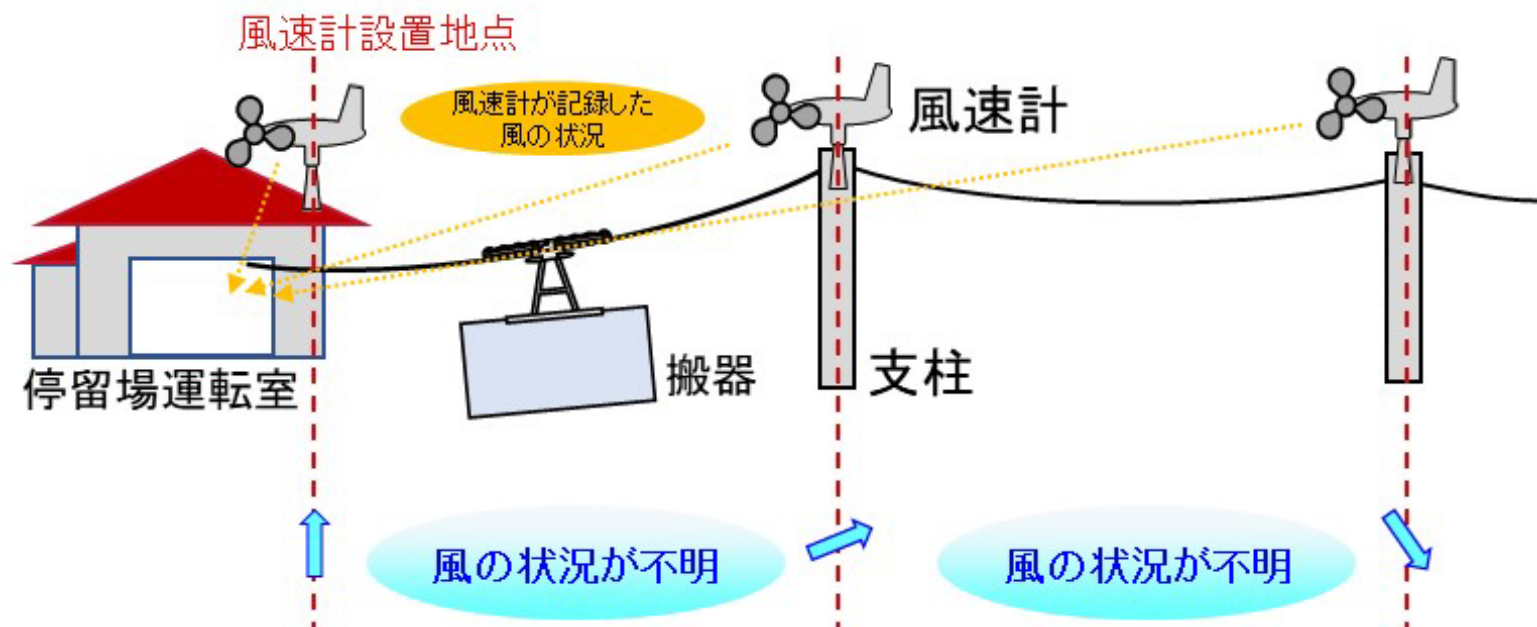
交通システム研究部

講演内容

- 1．はじめに
- 2．モニタリング装置の構築
- 3．長期試験の事前測定
- 4．事前測定後のモニタリング装置改良
- 5．おわりに

1. はじめに

- 索道の搬器は**風の影響を受けやすい**構造のため、風による搬器の揺れ(動揺)を把握することは運行の可否を判断するうえで重要な事項
- 多くの索道では**支柱や停留場に設置した風速計**の情報を基に運行の可否を判断
- 一方、**支柱や停留場から離れると風速計が設置されておらず**、風の状態を把握できないため、支柱や停留場から**離れた地点で風が強い場合は運行可否の判断が困難**



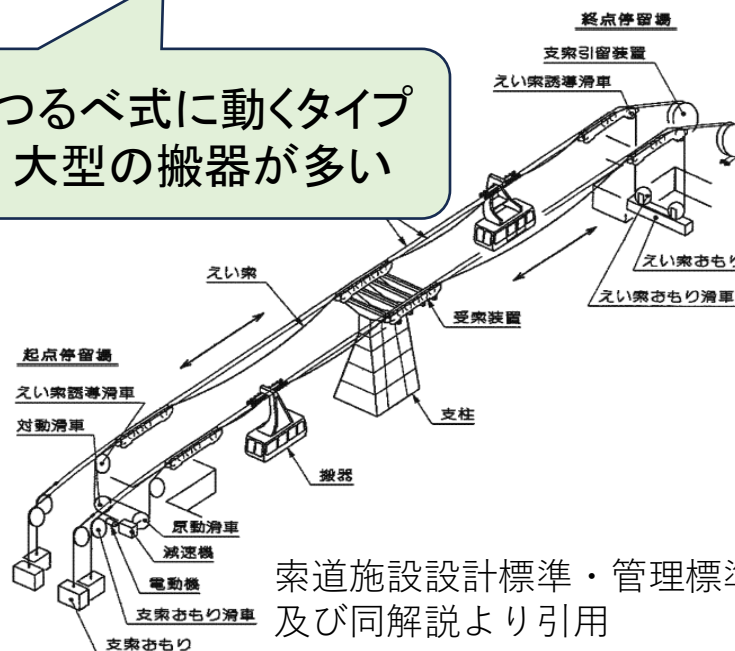
1. はじめに

○交通安全環境研究所による事故原因分析事例

- 平成27年 中部運輸局内 **複線交走式事業者A**
搬器衝突事故 (乗客8名、1名負傷)
- 令和2年 中部運輸局内 **複線交走式事業者B**
搬器衝突事故 (乗客2名)

⇒運行可能と判断されたが、**結果的に事故**となった
⇒鉄道における**運転状況記録装置**のようなものがないため、原因分析については**難航**

つるべ式に動くタイプ
大型の搬器が多い

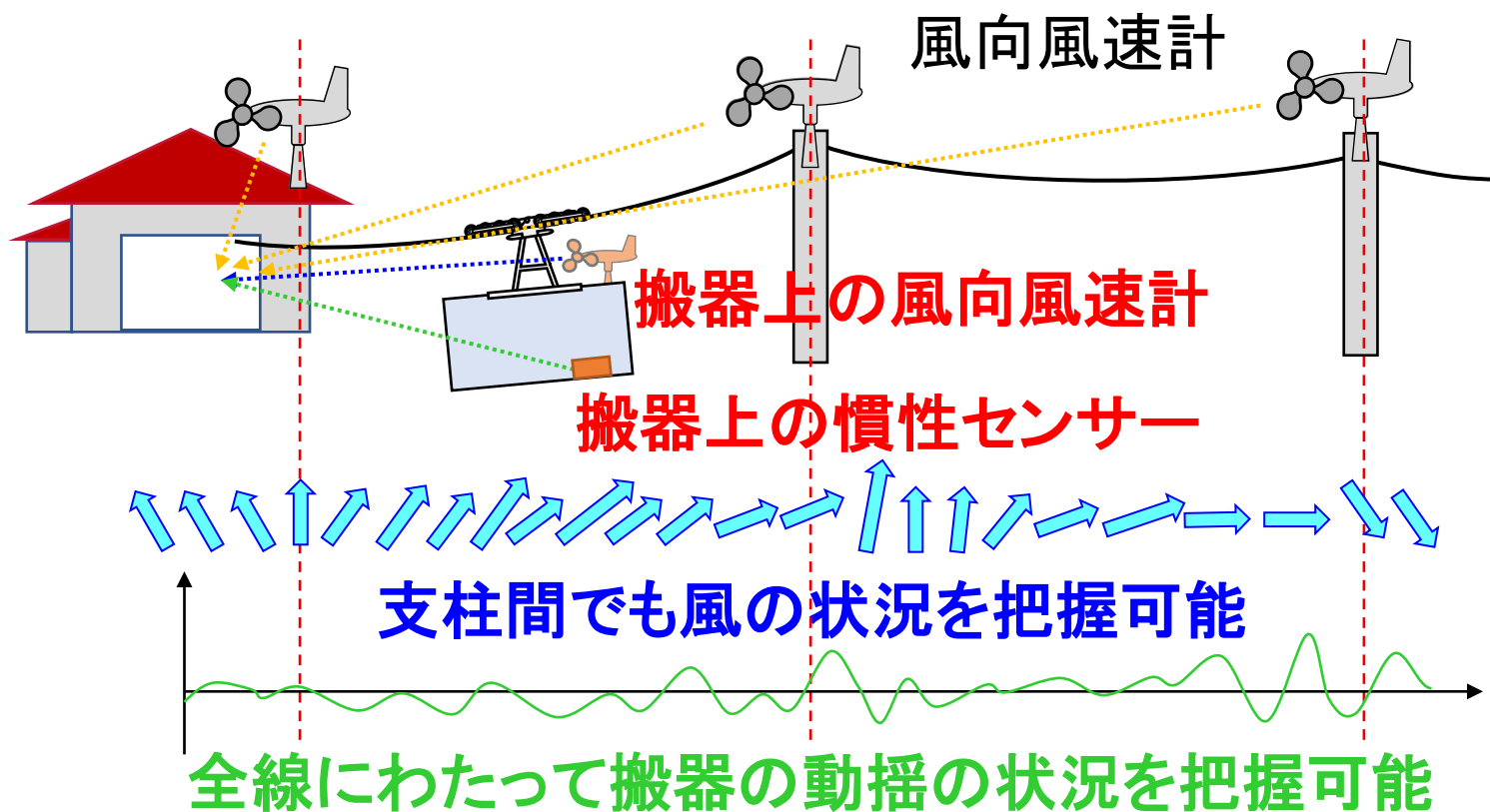


索道施設設計標準・管理標準
及び同解説より引用



1. はじめに

○モニタリング装置のコンセプト



安全性の向上

支柱間を含めて風の影響を検知でき、動揺を把握することで周辺構造物との接近を検知

利便性の向上

運行開始は風と目視で揺れを評価していたが、具体的な数値で判断することが可能

コスト削減

搬器上の風向風速計で十分となれば、支柱上の風向風速計が不要となり、メンテナンスコストや見回りの人手が削減可能

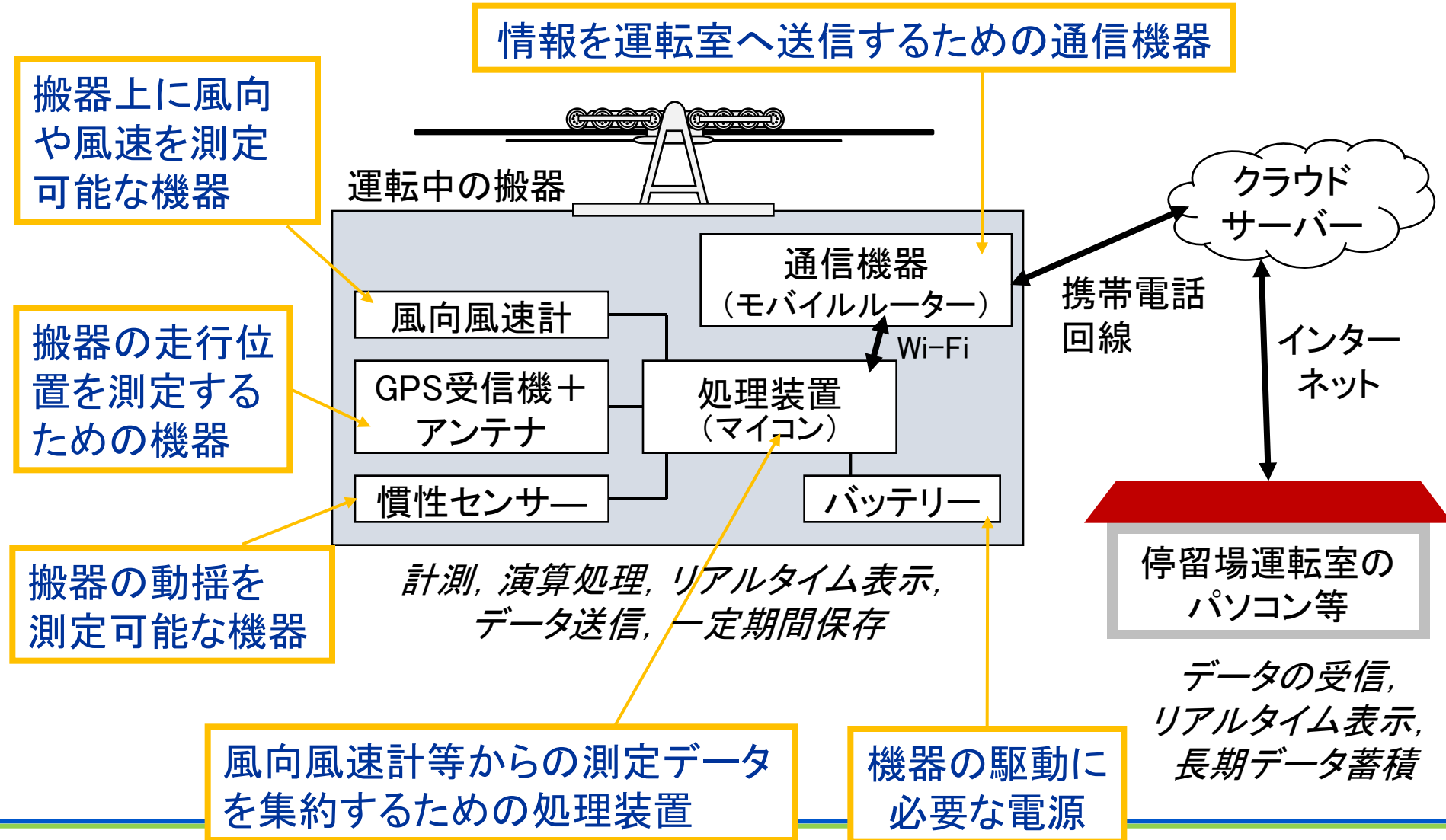
2. モニタリング装置の構築

○モニタリング装置の仕様

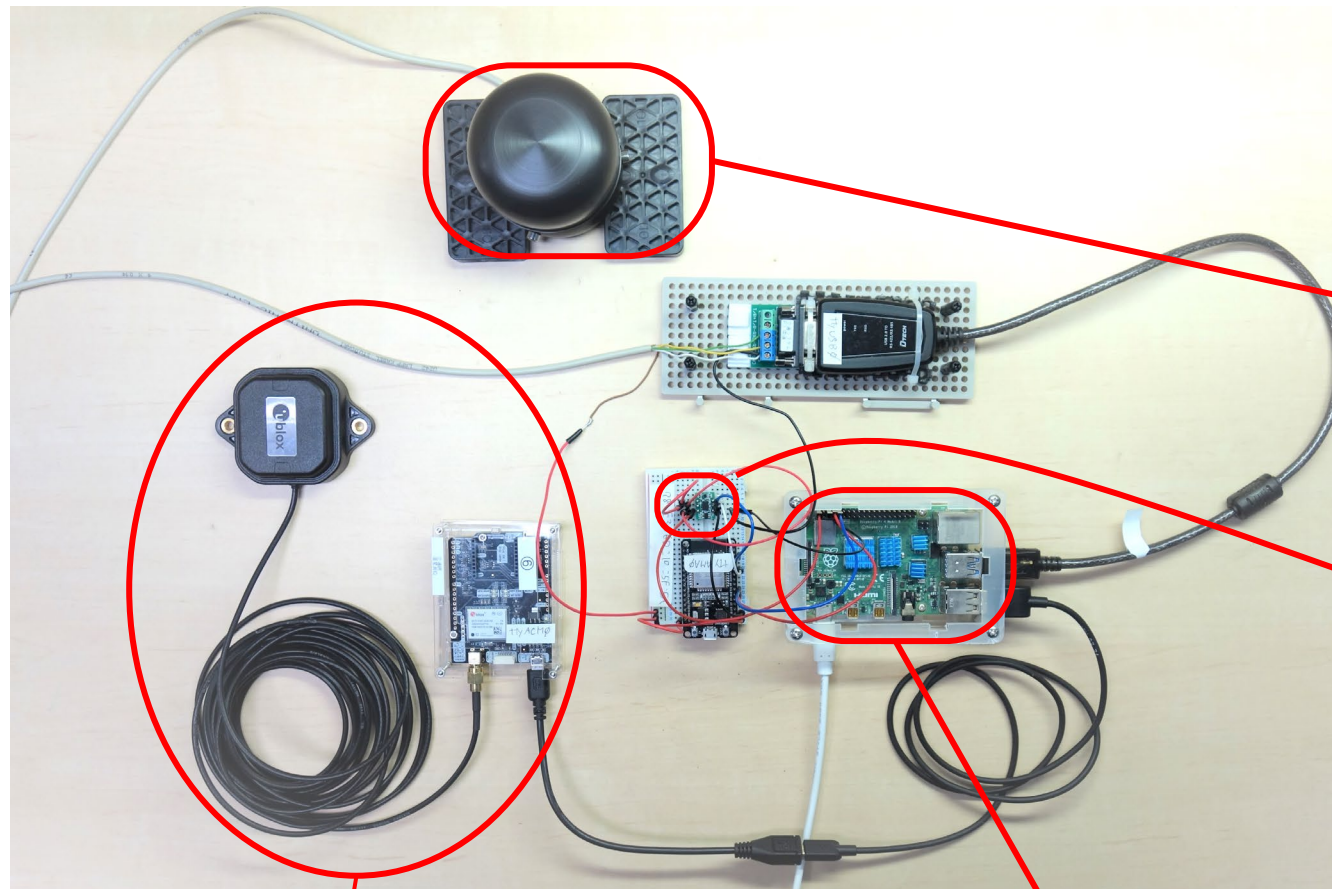
■搬器状態モニタリングの仕様を検討し、以下の通り整理

- ① 停留場間を走行する搬器の位置と速度、搬器動揺(搬器に作用する加速度等)、搬器走行位置における風向及び風速を搬器内で連続的に**自動収録**する
- ② 搬器動揺、風向及び風速の測定値を搬器走行位置の情報とともに搬器から運転室やクラウドサーバー等に**リアルタイムで無線伝送**する
- ③ 運転室や搬器内で**各測定値を随時確認**できるようにする
- ④ 測定値が事前に設定した**許容値を超過した際は運転係員に通知**する
- ⑤ 日々の測定結果をクラウドサーバー等に**一定期間蓄積**する
- ⑥ 搬器に搭載する機器の動作に必要な**電源を確保**する
- ⑦ **上記機能を低コストで実現する ⇒ 将来に向けた普及のため**

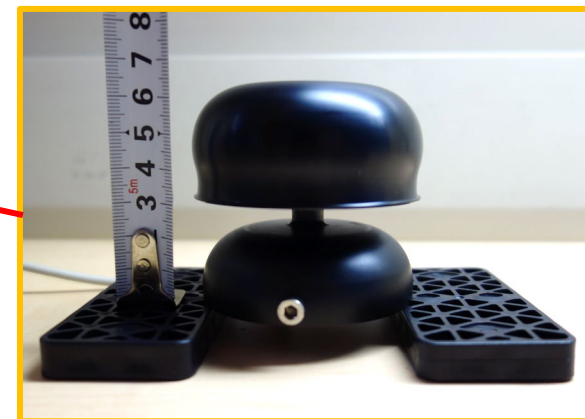
2. モニタリング装置の構築



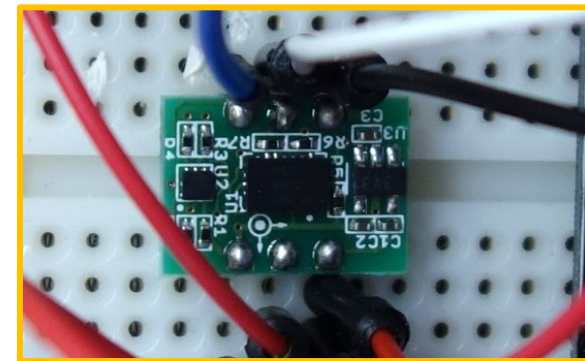
2. モニタリング装置の構築



風向風速計



慣性センサー



GPS受信機+アンテナ

処理装置(マイコン)

2. モニタリング装置の構築

○モニタリング装置の設置状況

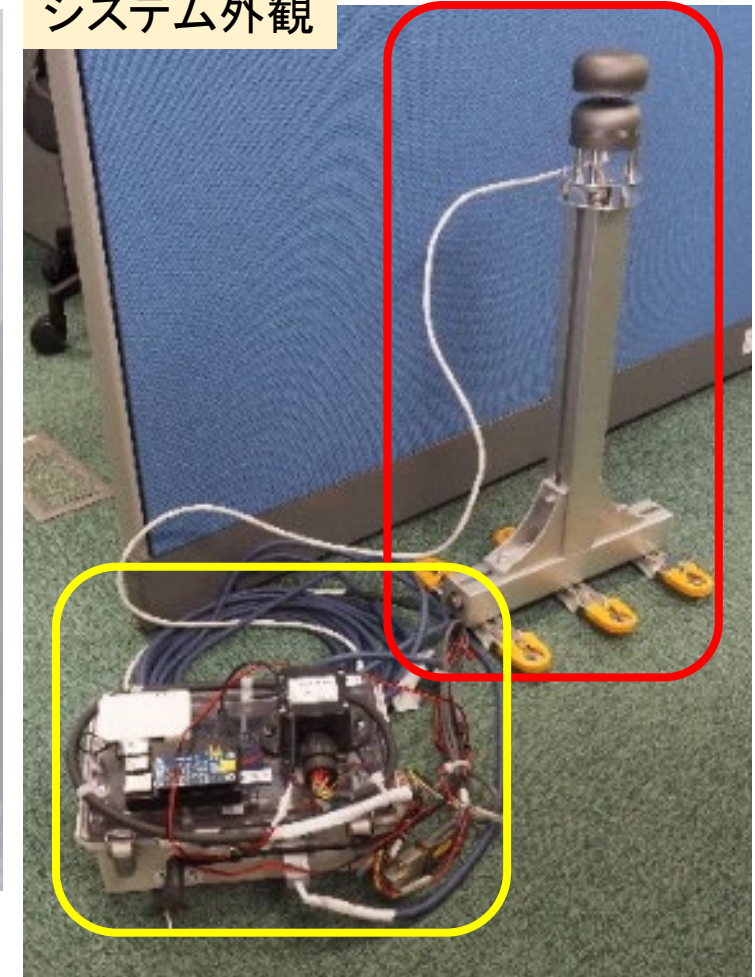
搬器室内



搬器外



システム外観



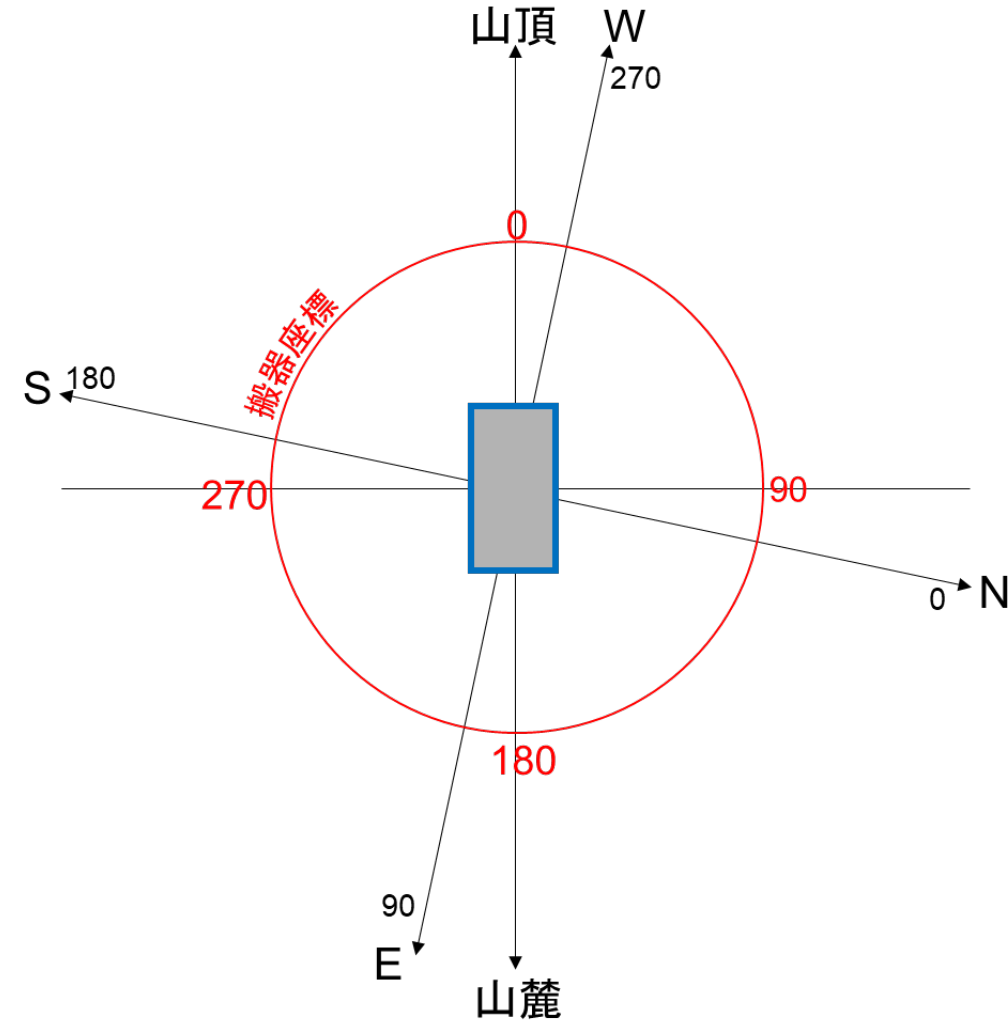
3. 長期試験の事前測定

今回は**風向風速とGPSに着目**して事前測定を行った。そのため、既設の風向風速計とも比較する。搬器に風速計を取り付けた場合、**搬器が走行する際に生じる風と実際の風が合成された風**を計測してしまう。

そこで、**合成された風を実際の風に補正**した。(以降のグラフでは「**補正後(真の風向風速)**」と表記)

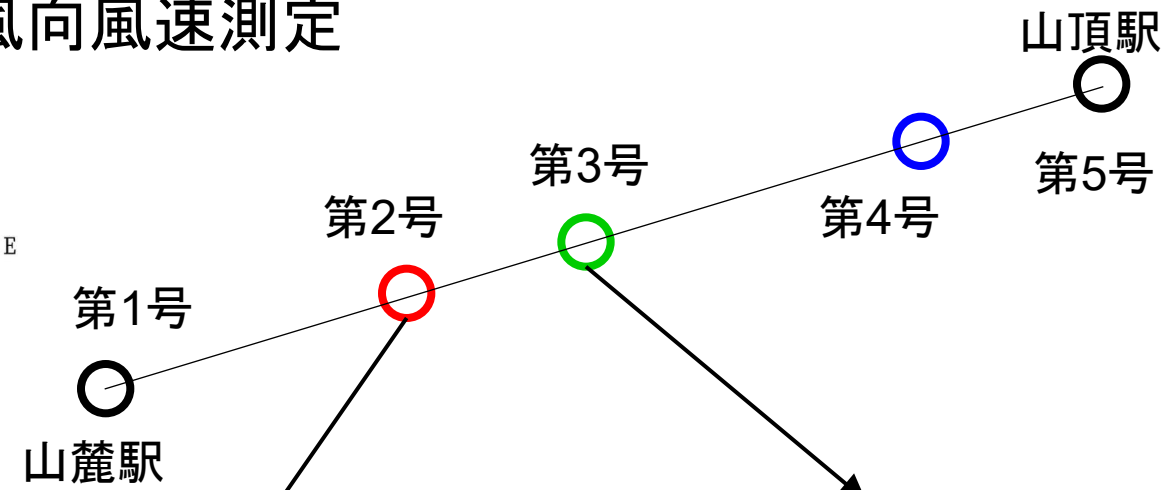
なお、本発表での風向は搬器を基準とした。

東西南北方位とは異なるので注意。(詳細は右図参照)



3. 長期試験の事前測定

○既存の風向風速測定



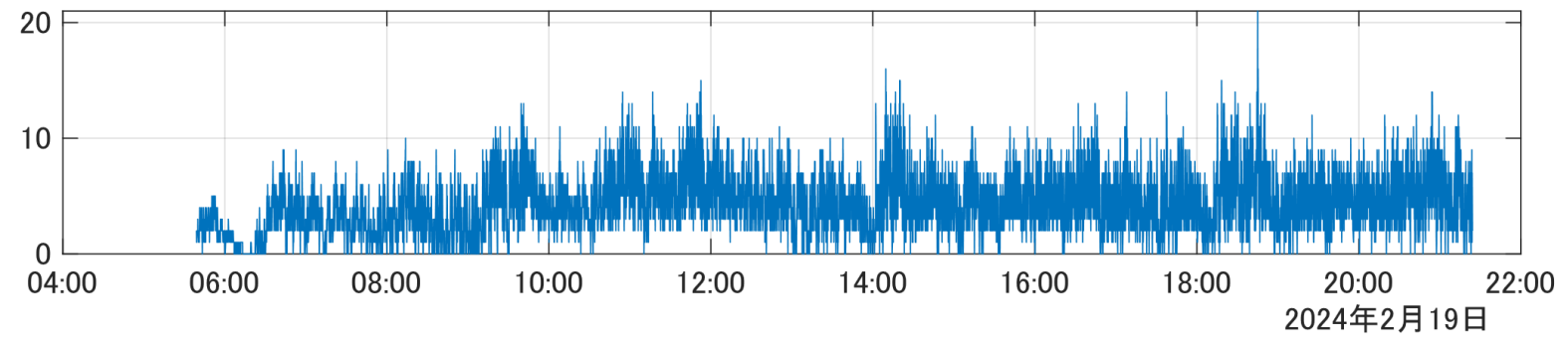
第2号支柱風速計(風杯型) 第3号支柱風速計(飛行機型)



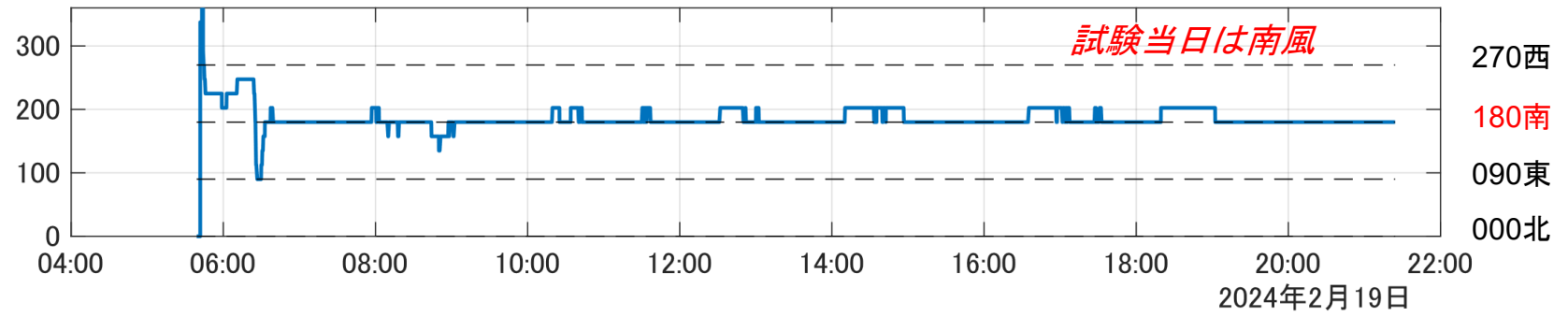
3. 長期試験の事前測定

○既存の風向風速測定

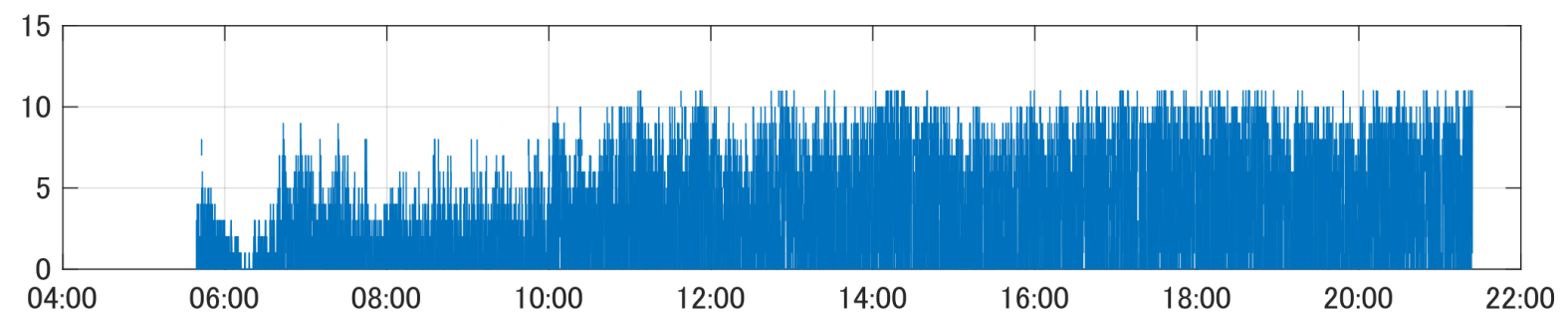
第3号支柱
風速 [m/s]



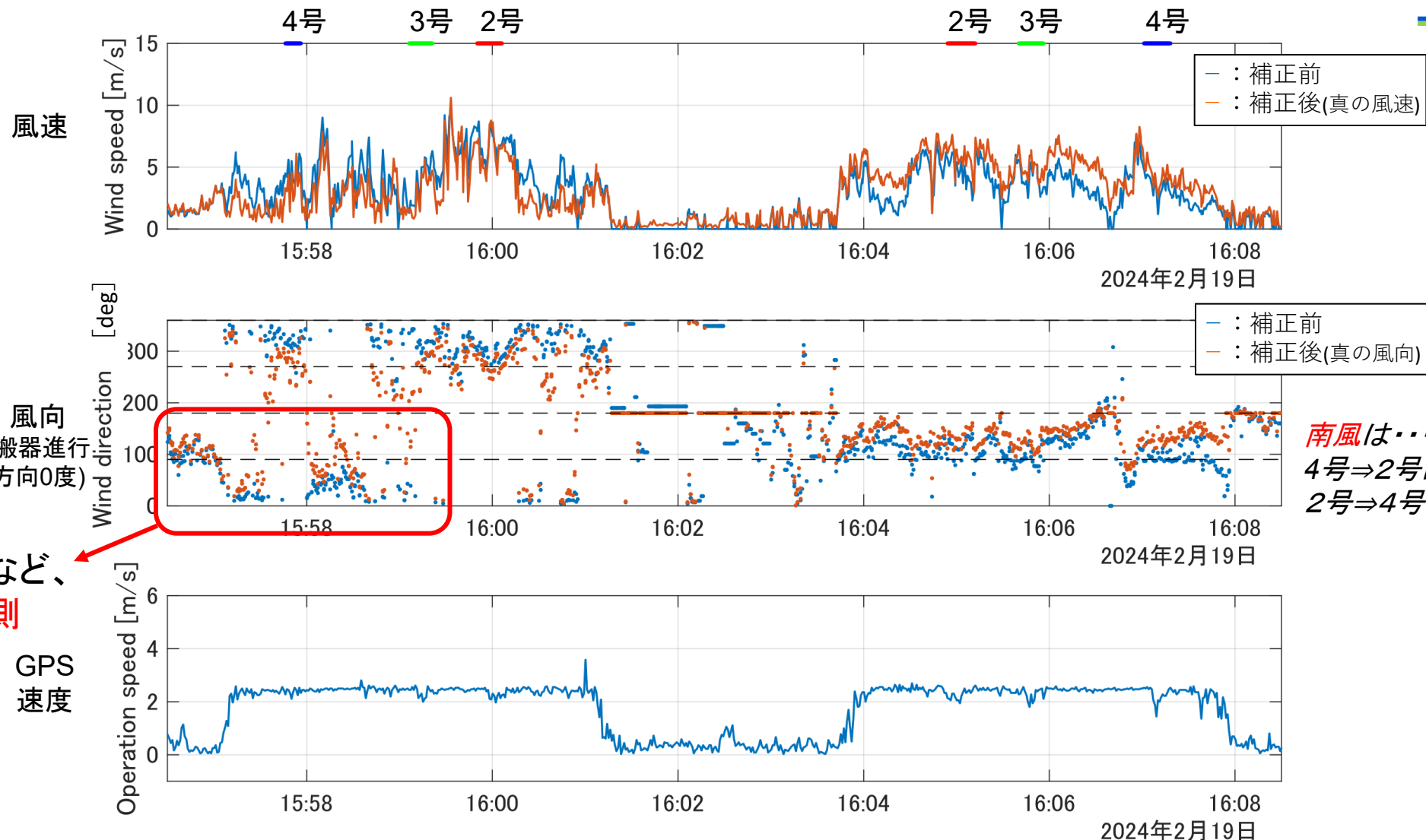
第3号支柱
風向



第2号支柱
風速 [m/s]

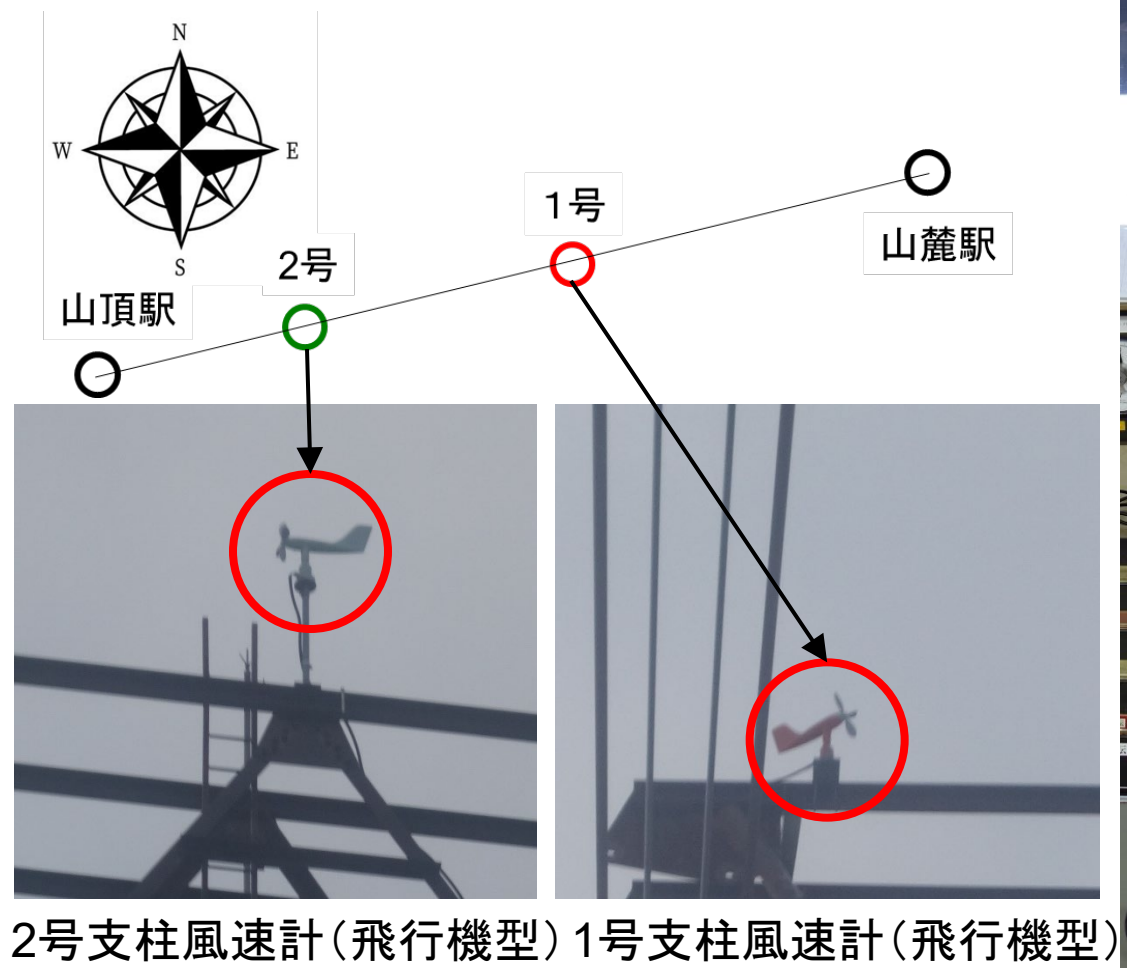


3. 長期試験の事前測定



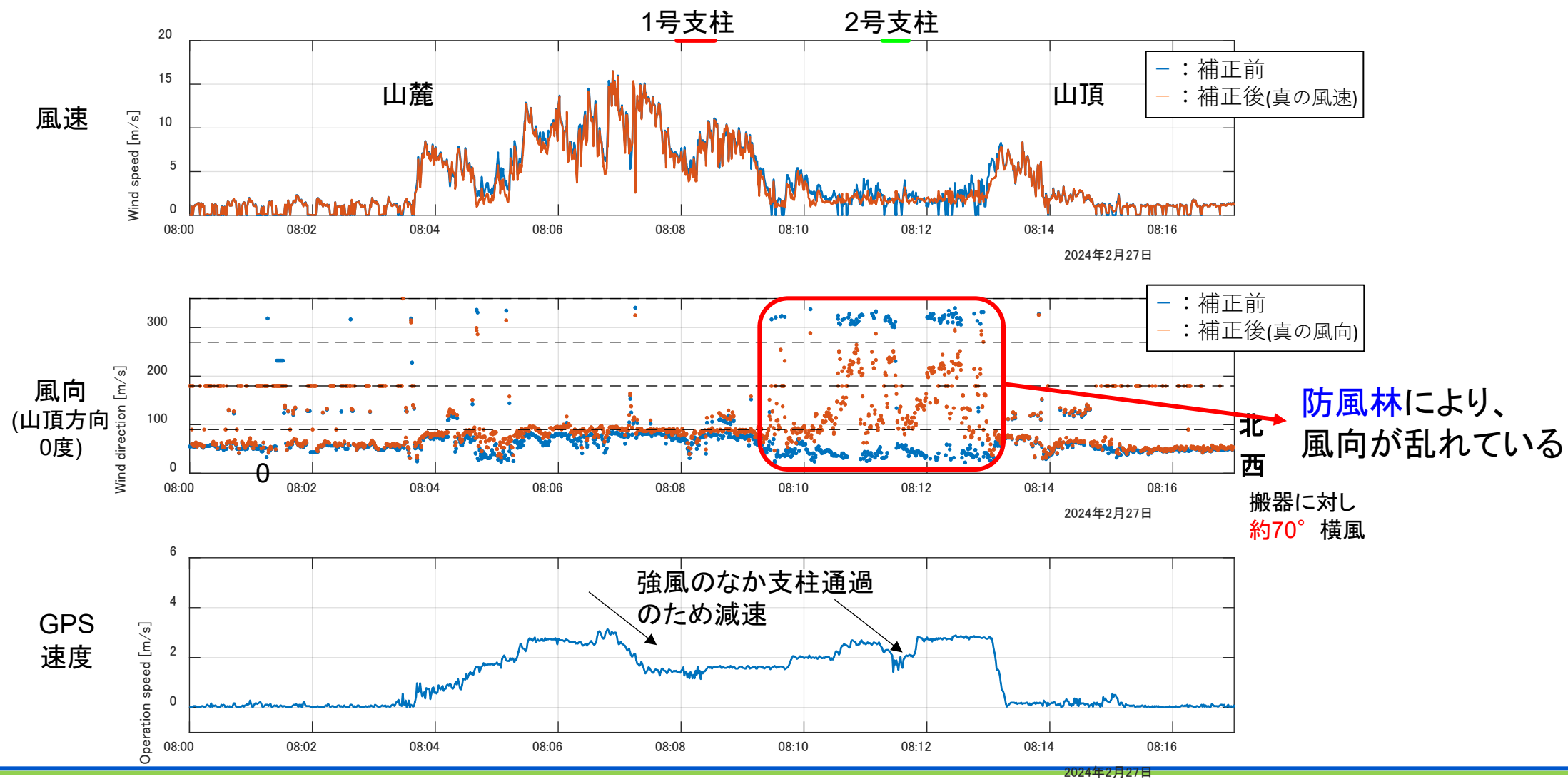
3. 長期試験の事前測定

○既存の風向風速測定



試験当日は北西風

3. 長期試験の事前測定



4. 事前測定後のモニタリング装置改良

○下り走行における風向の乱れ

山頂へ上る方向(上り)と山頂から下る方向(下り)では、風向風速の傾向にそれぞれ特徴が見られる。
下りでは風速が安定していないが、上りでは比較的安定している。また風向についても、下りでは大きくばらついている。

下りでは風向風速計の進行方向に搬器の客室部分があることから、走行風が客室部分にあたり乱れ、その風を計測している可能性が考えられる。



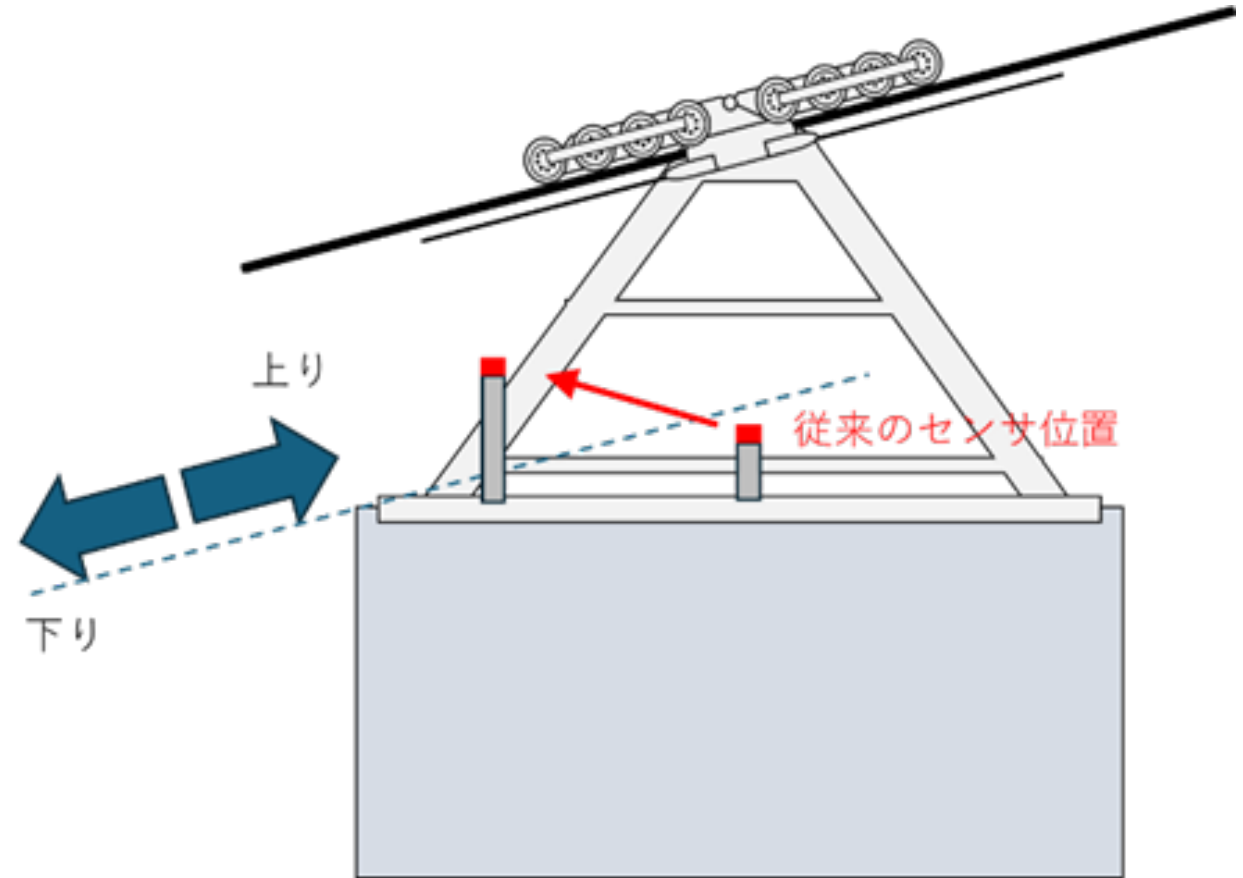
北
西

4. 事前測定後のモニタリング装置改良

○風向・風速計の設置位置変更

当初は**搬器中央**に風向・風速計を設置

- 下り走行の際には**搬器の後ろ側へ隠れる問題**
- センサの設置位置を搬器の**下り方**へ移し、40cmであった**高さを100cm**に
- 外部影響のなるべく少ない所へ設置位置を変更することができた



5. おわりに

本研究では、ワイヤロープに吊り下がる搬器に着目し、動揺と搬器に作用する風を常時モニタリングする装置の構築を行った。また、索道事業者協力の下、搬器風速の測定を行うことで、構築したモニタリング装置の風の測定に関する仕様を確認した。

風向風速計とGPSにおいては当初の仕様通り、良好な測定データを得ることができた。風の測定結果については、事業者が設置した風向風速計の位置においては概ね一致していることが確認された。また、最大風速は支柱以外で測定されるなど、これまでに無い知見を得ることができた。

今回の測定は一日の試験測定に留まっているため、今回の結果が定常的なものかどうかは、長期フィールド試験を実施する必要がある。本検討にて、一日の試験測定において、いくつかの改善点が確認され、モニタリング装置の改良に着手した。この改良を経て、長期フィールド試験を実施をしていきたい。

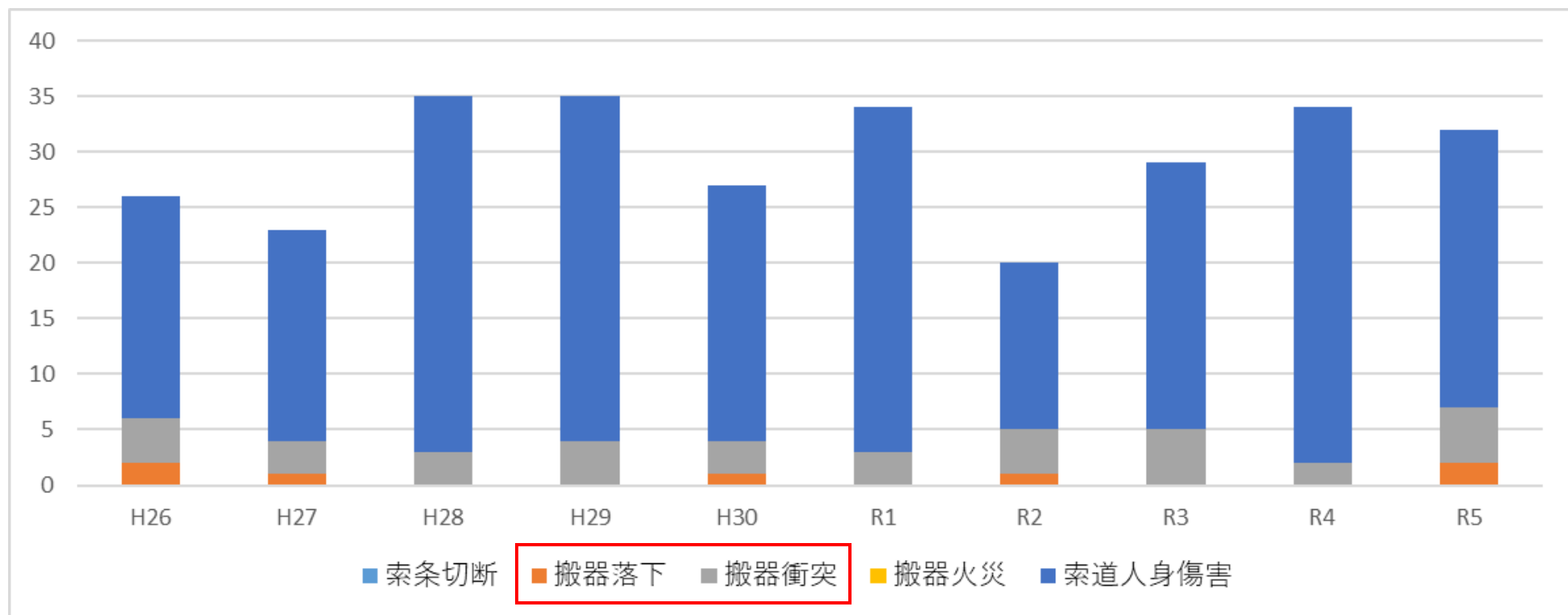
【謝辞】

本研究は国土交通省鉄道局の「鉄道技術開発・普及促進制度」の助成を受けて実施しています。

以上、ご清聴ありがとうございました。

1. はじめに

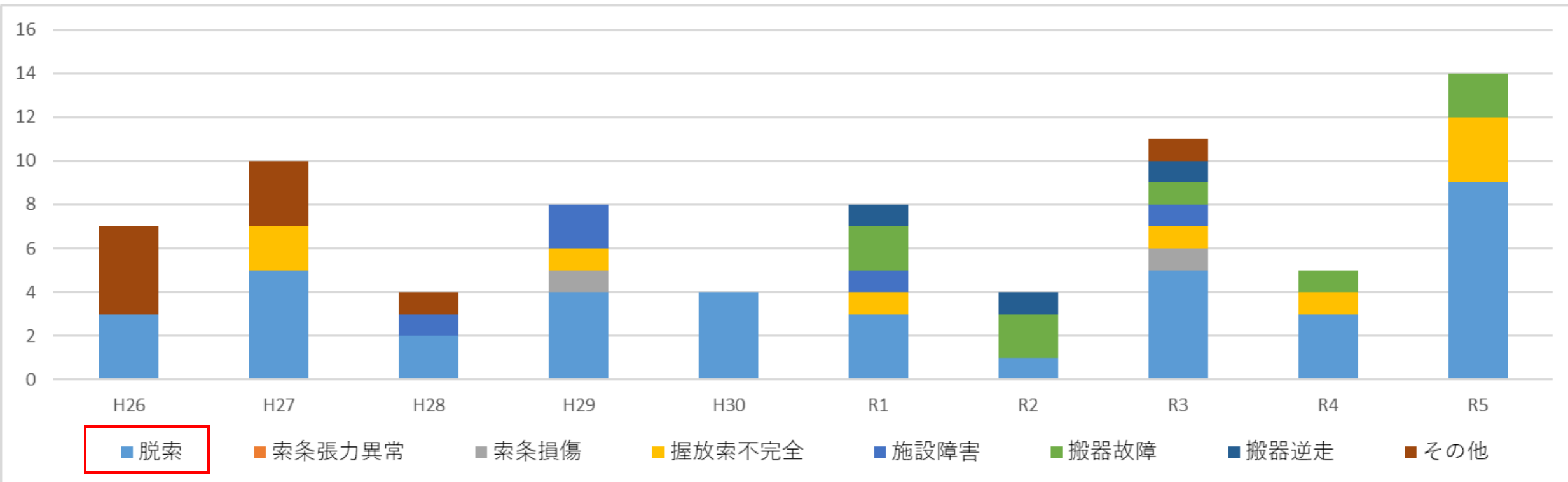
○過去10年間の索道事故発生件数の推移



風を原因に含む事故

1. はじめに

○過去10年間の索道インシデント発生件数の推移



風を原因に含むインシデント