



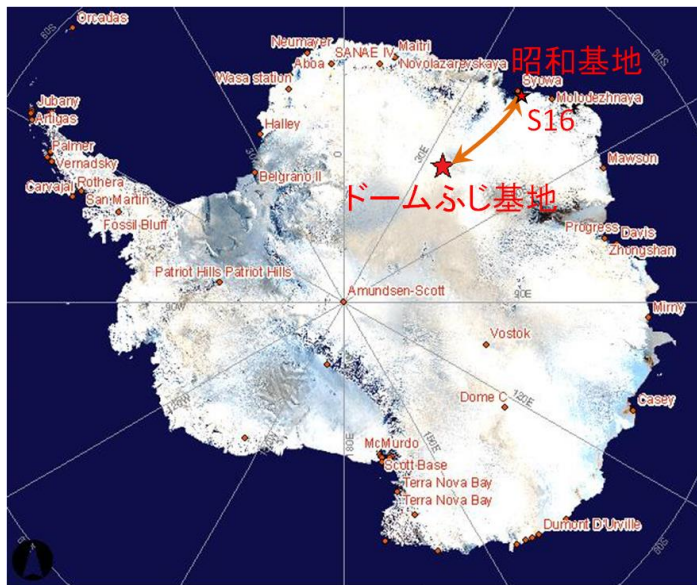
橇輸送時の振動による 荷の累積損傷評価法に関する検討

2019.6.3 第16回南極設営シンポジウム



公立小松大学 香川博之

研究背景



★ 輸送は、S16からドームふじ基地まで約1000[km]の区間を、荷物を積載した橇列を雪上車で牽引することで行う。

★ 精密機器などを損傷させることなく輸送する方法を構築する必要がある。

輸送物資の損傷



1. 衝撃的振動による損傷

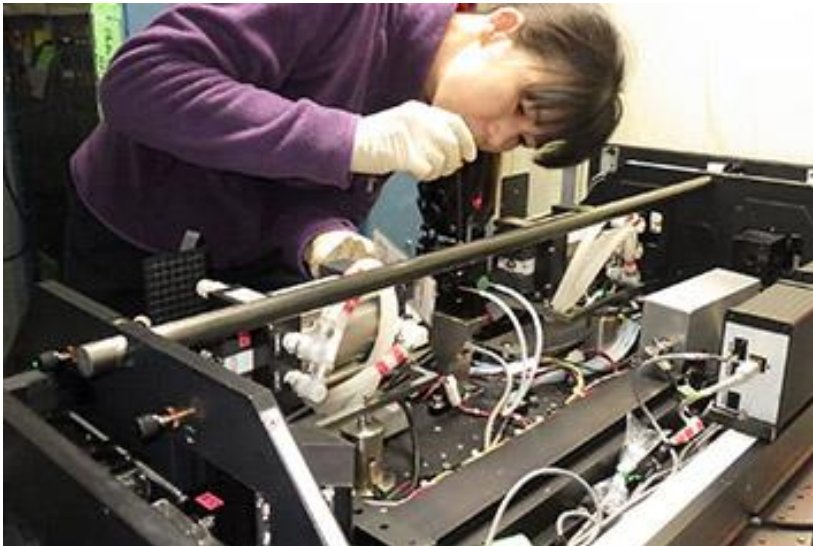
.....割れやすいもの

2. 連続振動による累積損傷

...振動で徐々に劣化するもの

3. 共振による損傷

.....機器全般



共鳴散乱ライダー(極地研HPより)

ドームまで行かなら
約1か月間
振動に耐えないと
いけない!

必要と考えられる検討事項



1. 衝撃的振動による損傷

は既にできている部分

振動加速度の最大値

荷物の衝撃強度(許容G値)

通過地点ごとの
最大衝撃加速度の予測

衝撃緩衝部材や防振台の開発

2. 連続的振動による累積損傷

振動加速度の極大値の分布

振動加速度の周波数特性

荷物の累積損傷強度(A-N特性)

通過地点ごとの
振動加速度ピークと発生頻度の予測

輸送シナリオ(PSD、走行時間)の作成

シミュレーションによる累積損傷の評価

累積損傷レベルの簡易評価

↑ 今回の報告

3. 共振による損傷

振動加速度の周波数特性

荷物の固有振動数

防振台の振動特性を調整する

橇の振動測定



50次(みずほ旅行)



12ftコンテナ橇

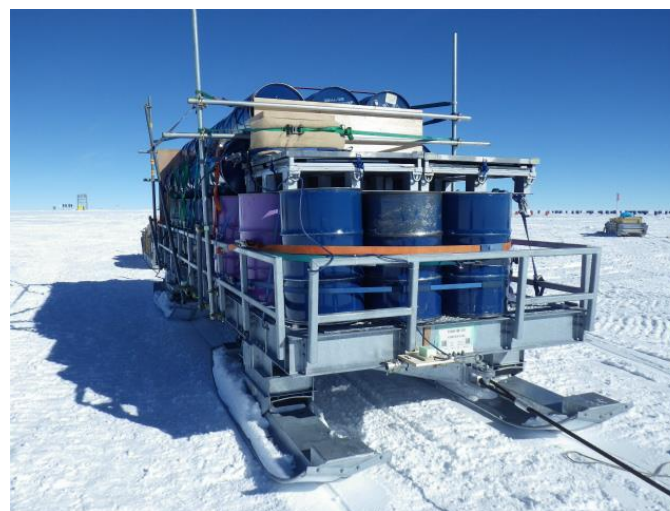
3軸センサ
加速度 (± 5 [G])
角速度 (± 300 [deg/s])

サンプリング 1[ms]

54次(ドーム旅行)

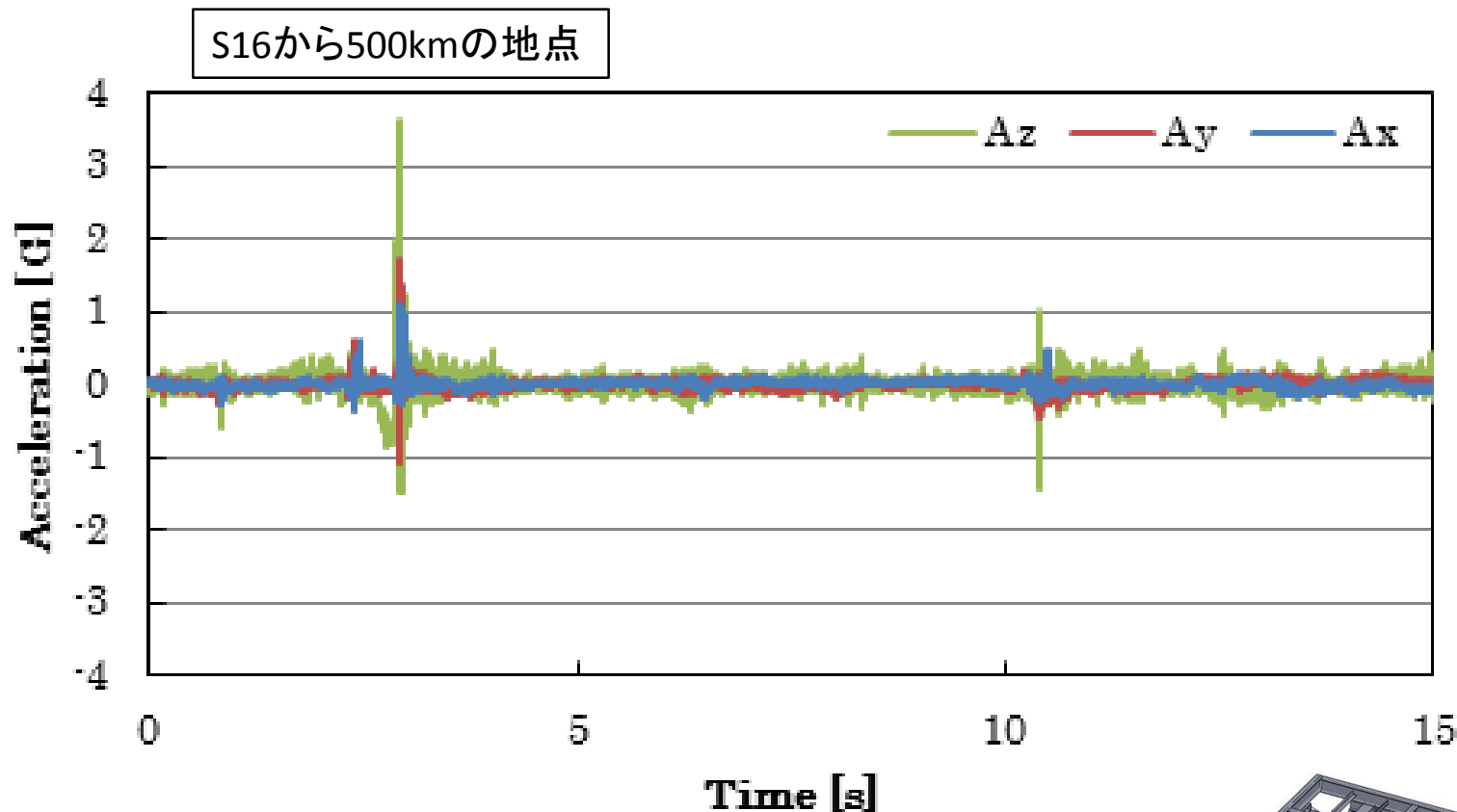


リーマン橇(往路で計測)

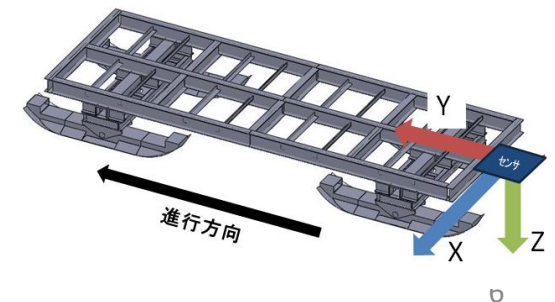


20ftコンテナ橇 (復路で計測)

測定結果（振動加速度）



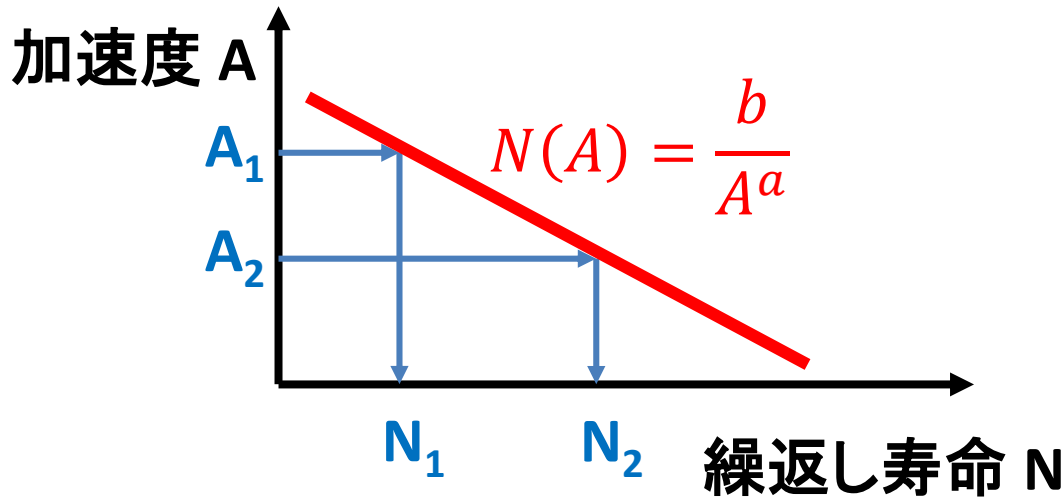
- ★ランダム波形。
- ★Z方向の成分が大きい。
- ★4G程度の大きな衝撃が作用することがある。



累積損傷の起こり方



1. 累積損傷が疲労破壊のメカニズムに似ていると仮定する
2. 応力ではなく加速度を負荷とする



輸送中に

A_1 [G]が n_1 [回]
 A_2 [G]が n_2 [回]
⋮
 A_i [G]が n_i [回]
⋮
 A_m [G]が n_m [回]

作用したとき

累積損傷率 D_R

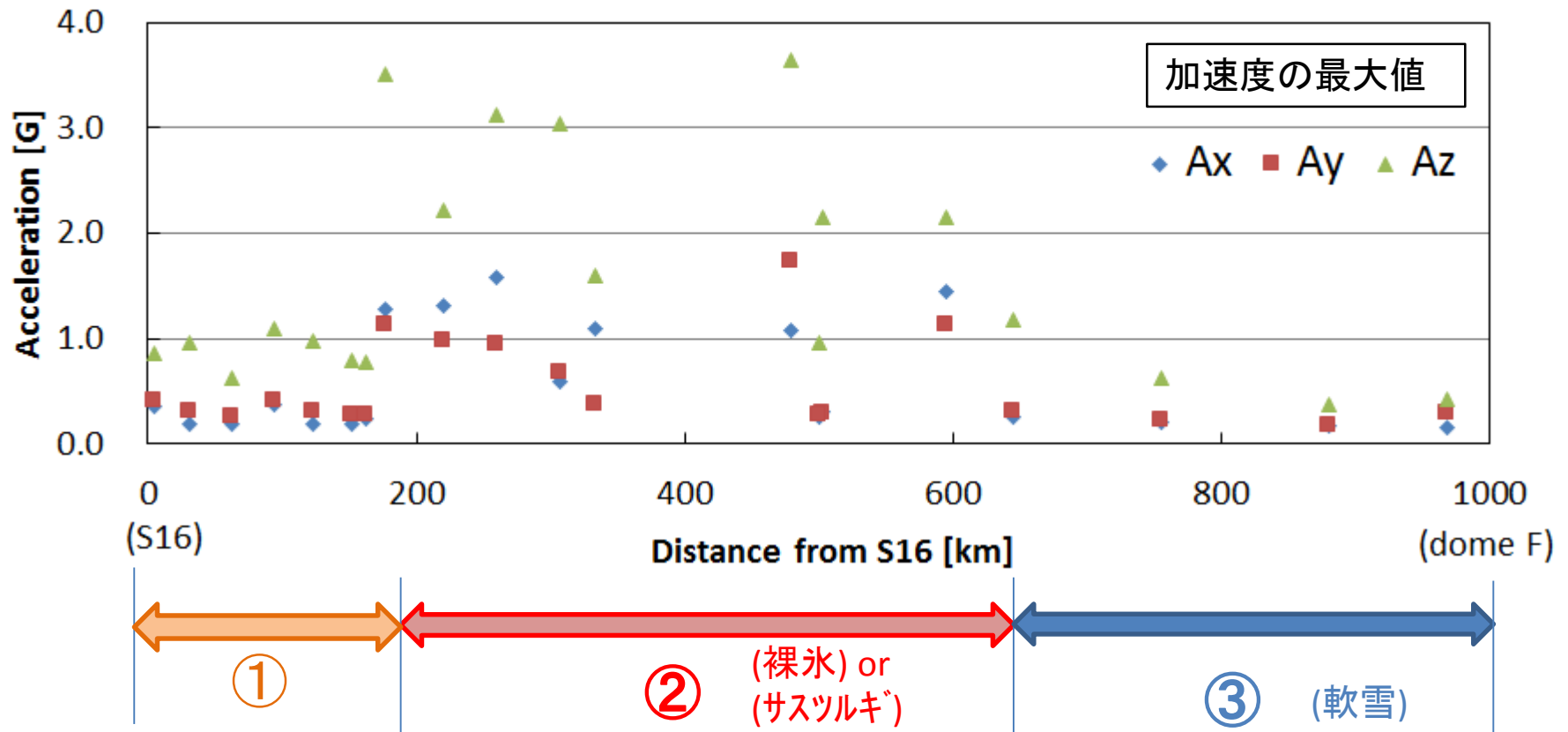
$$D_R = k \sum_{i=1}^m \frac{n_i}{N(A_i)} \text{ とすると}$$

安全を考えたとき係数(通常 $k=1$)

$D_R = 1$ で故障すると考える

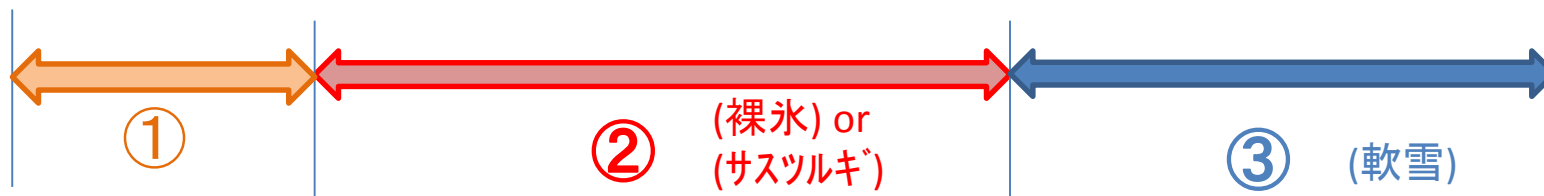
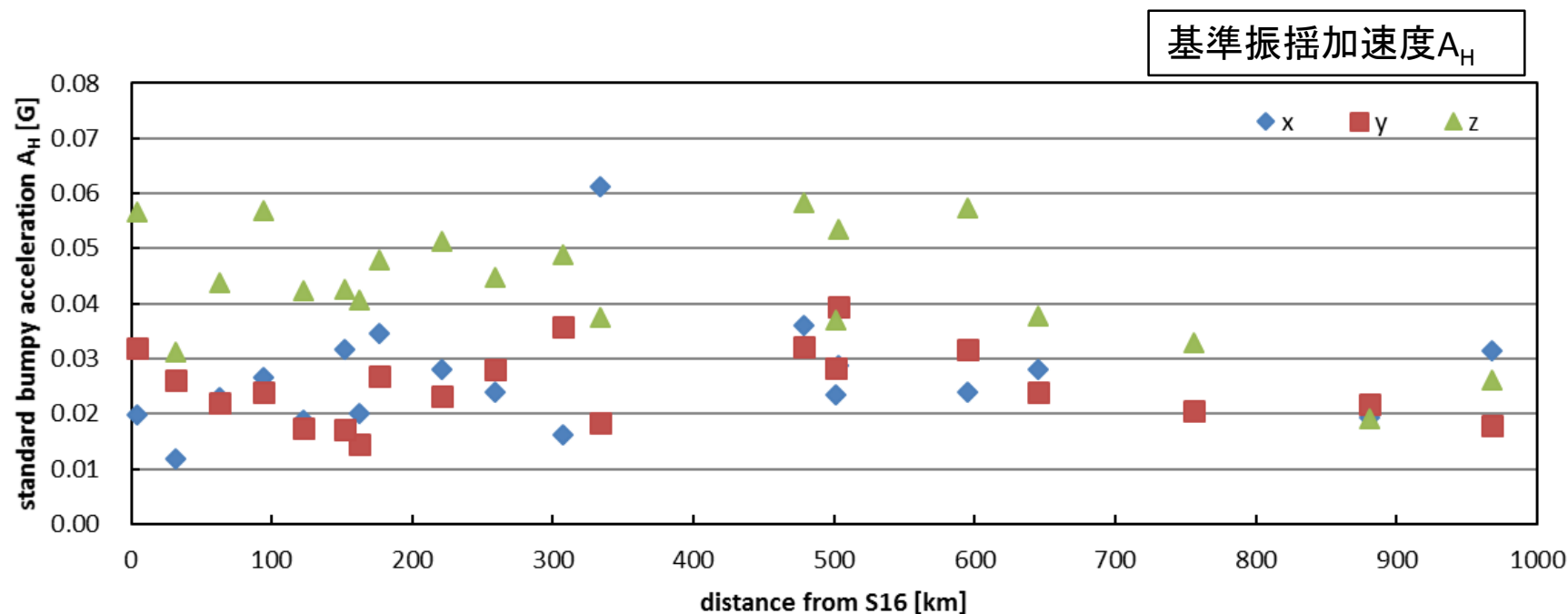
0~1の値をとる

以前の報告（衝撃的な損傷）



衝撃振動による損傷は
領域②が大きい

今回の報告（累積損傷）



繰返し振動による累積損傷は
領域①②が大きい

まとめ



1. 累積損傷レベルの簡易評価法について提案した。
2. 各輸送区間における累積損傷のしやすさを示す方法について提案した。
3. 衝撃的な損傷を受けやすいと考えられる輸送区間は、裸氷やサスツルギのみられるS16から概ね200～600kmの領域であった。これに対して、累積損傷を受けやすいと考えられる輸送区間は、先行する200kmまでの領域を含む、S16から概ね600kmまでの広い領域であることがわかった。

ここで提案した累積損傷の評価方法は、橇の振動だけではなく風力発電機の翼、アンテナのエレメント、太陽光パネルなどの累積損傷の評価にも応用できるものと考えている。