

L5Gコンソーシアム会議

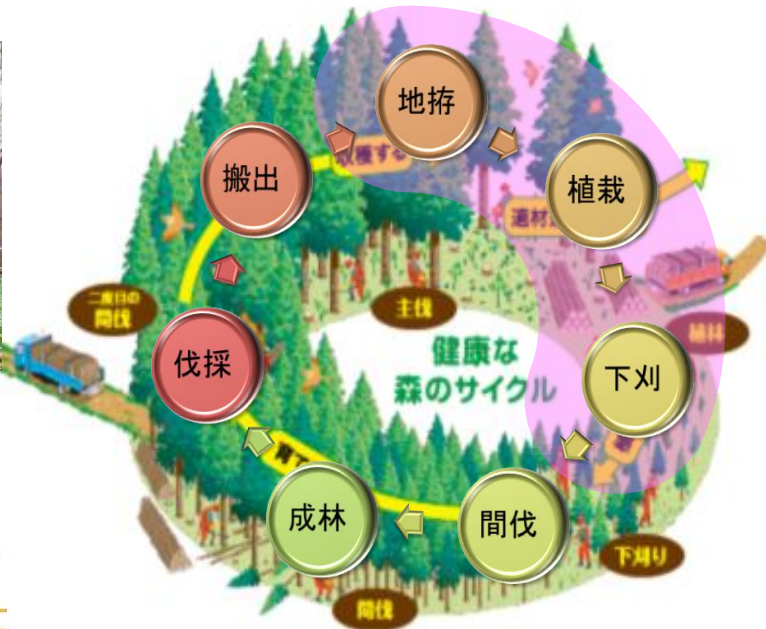
研究紹介

森林総合研究所 省力化技術研究室

山口浩和

林業における機械化の現状

- ・ 木材ニーズの高まりで、主伐が増加。再造林の必要性が高まっている。
- ・ 林業労働力が減少するとともに高齢化している。



地拵え、植付け、下刈りなどの造林作業は人力に頼っている

**異分野先進技術
の導入推進**

伐採・搬出は機械化が進んでいる

機械化、人力作業の軽労化

ネック
× 森林内の通信環境
× 広大な森林エリア

遠隔操作化・自動化

再造林の現状

- 木材需要の高まりによる**木材生産量の増加**
- 人工林の伐期適齢化による**主伐（皆伐）の増加**
- 作業員の高齢化と減少による**労働力不足**
- 木材価格の低迷、造林経費が高い
- 主伐後の**造林率30%**
- 皆伐作業後の再造林放棄地の拡大



- 森林の荒廃による災害の発生
- 森林資源の持続的利用の崩壊
- CO₂吸収能力の低下



再造林における機械化の遅れ

- 造林地は**しわの多い傾斜不整地**で、大型機械の侵入が困難
- **伐根**が散在するため、避けて走行できる**小型機械**が必要
- **小型機械**は、凹凸乗り越え性能や安定性において**不利**

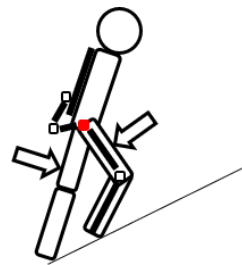


パワーアシストスーツ(PAS)の開発

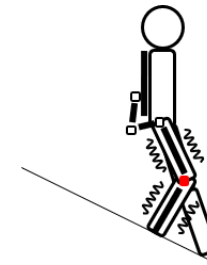


PASの機能

1. 歩行アシスト

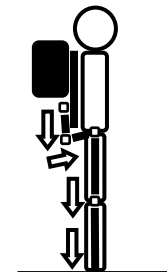


- ・ 踏み込みを補助し
身体を上を持ち上げる
- ・ 脚を持ち上げる



- ・ 膝を曲げにくくして
体重支持を補助する

2. 免荷



- ・ 荷物の重さを作業者に
伝えず地面に逃す

開発した林業用PAS3号機

奥x幅x高さ(cm) : 30x50x160

重量 : 24kg

バッテリー : 約2時間

モーター : 腰に左右2軸
: 膝に左右2軸

対応斜度 : -30~+30度

想定装着者 : 身長170~180cm
靴のサイズ

26.5cm

期待される効果

・ 作業者の負担軽減

- ・ 斜面を上り下りするときの脚部にかかる負担の軽減
- ・ 重量物運搬の際の負担の軽減

・ 造林作業の効率化

- ・ 目的地まで最短距離の経路を選ぶことによる時短
- ・ 荷物の運搬回数の減少



アシストが必要な部位はどこか？

- 歩行の分析

歩幅、歩行速度、歩調等を計測

- 筋負担量の解明

筋電計で表面筋電位を計測し、随意収縮強度（%MVC）を算出

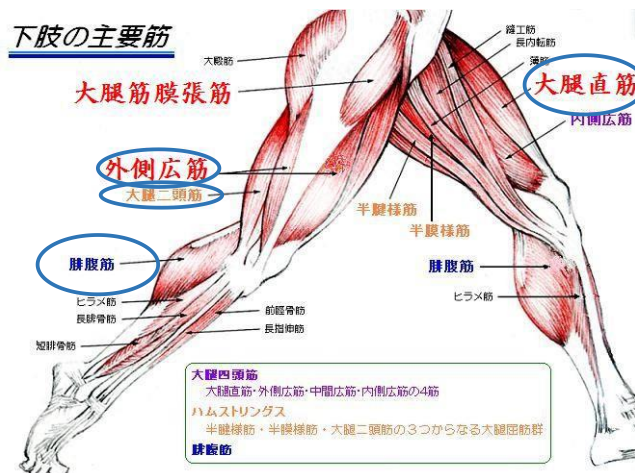
- 各関節にかかる負荷の解明

モーションセンサから腰部・下肢の関節角度・モーメントを計測

筋電センサ



モーションセンサ



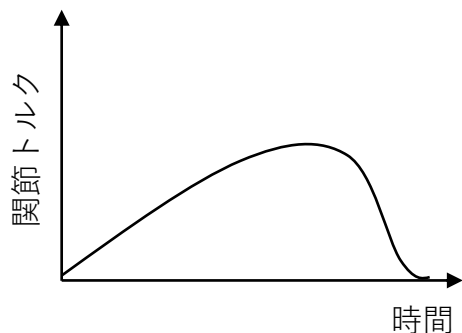
アシストスーツの設計に必要なデータを提供

人の歩行とマッチさせるための課題解決方法

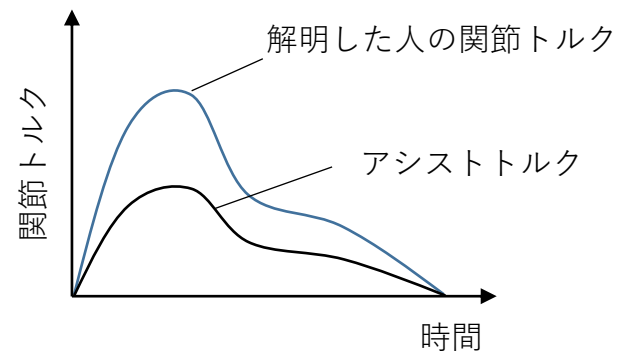


課題：人に合った関節トルク*を見つける

これまでの想定した関節トルク



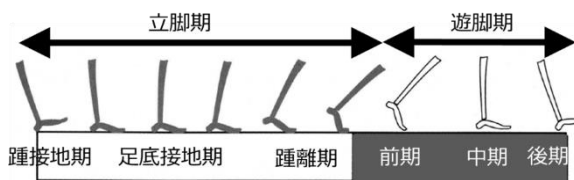
人の歩行にあった関節トルク



坂道の歩行をモーションキャプチャーおよび床反力計を用いて計測し、関節トルクを導出



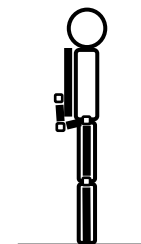
課題：歩行周期を判定する



接地圧から、立脚期、遊脚期を正確に判定する



PASの制御装置に書き込む

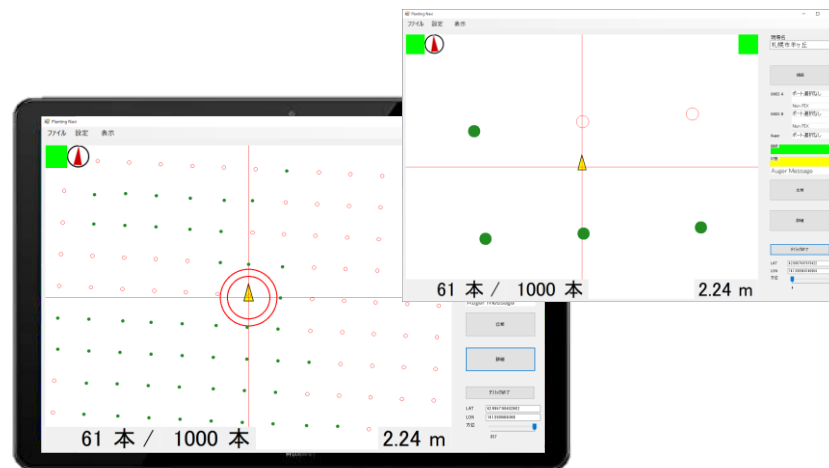


足底センサ

*股関節、膝関節などを伸展、屈曲させる力のこと

電動苗木運搬車両の開発

- 電動クローラ型1輪車の導入による苗木運搬作業の**労働負担低減**
- 運搬回数の削減による**作業能率の向上**
- 電動作業アタッチメントによる植え穴あけ作業で**腰部負担低減**
- GNSS等を活用した走行レーン、植栽位置の提示等作業ガイダンスによる**苗間計測作業の省力化**

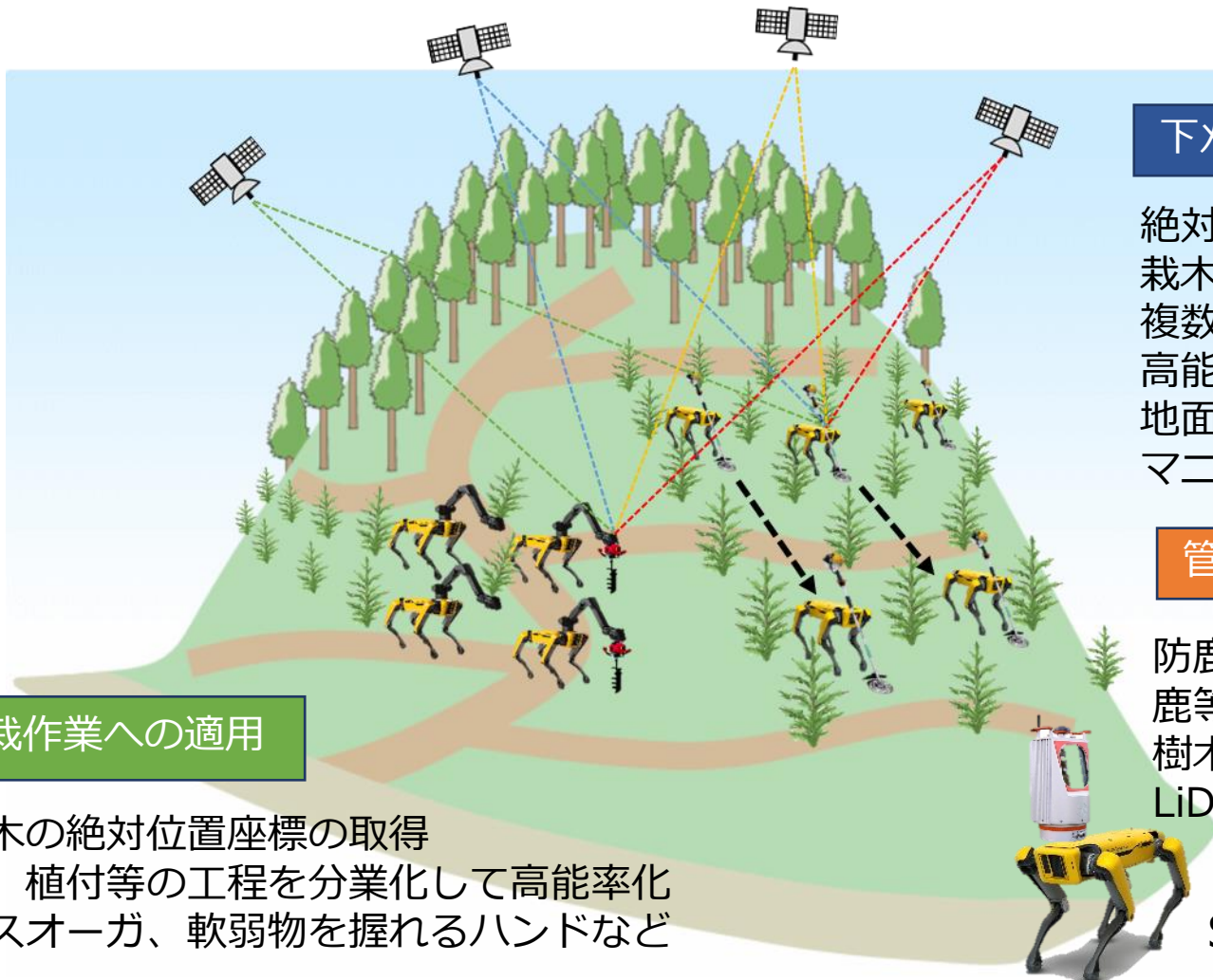


- 走行部の改良（不整地走破性、機動性向上）
- 荷台部の改良（苗木搭載）
- 荷台重心位置の最適化
- 電動オーガの搭載と動作機構の製作
- 操作部の改良

- GNSSを活用した端末装置
- 走行方向のガイダンス
- 植え付け位置の提示
- 作業進捗状況の確認

造林作業を効率化する連携小型ロボット構想

4足歩行ロボット（SPOT）を用いて、森林内を歩行できる傾斜、凹凸等の路面条件、植生条件等を明らかにする試験を実施中。



植栽作業への適用

植栽木の絶対位置座標の取得
穴掘、植付等の工程を分業化して高能率化
アースオーガ、軟弱物を握れるハンドなど

下刈作業への適用

絶対位置座標を用いて植栽木の検出
複数台の同時作業による高能率化
地面の凹凸に追従可能なマニピュレータなど

管理作業への適用

防鹿柵の点検作業
鹿等の侵入見張り作業
樹木成長量の計測作業
LiDAR、警笛など

SPOT + TLS

「農林水産業におけるロボット技術導入実証事業」 高性能林業機械自動走行



フォワーダ IHI建機F801
(無線仕様機)

遠隔操作機能

自動走行機能

無人フォワーダの実現

◎林業機械の遠隔操作システムの開発

丸太の積み込み作業



丸太の運搬作業



アンテナ



カメラ



カメラ



カメラ

Wi-Fi中継機



遠隔操作室

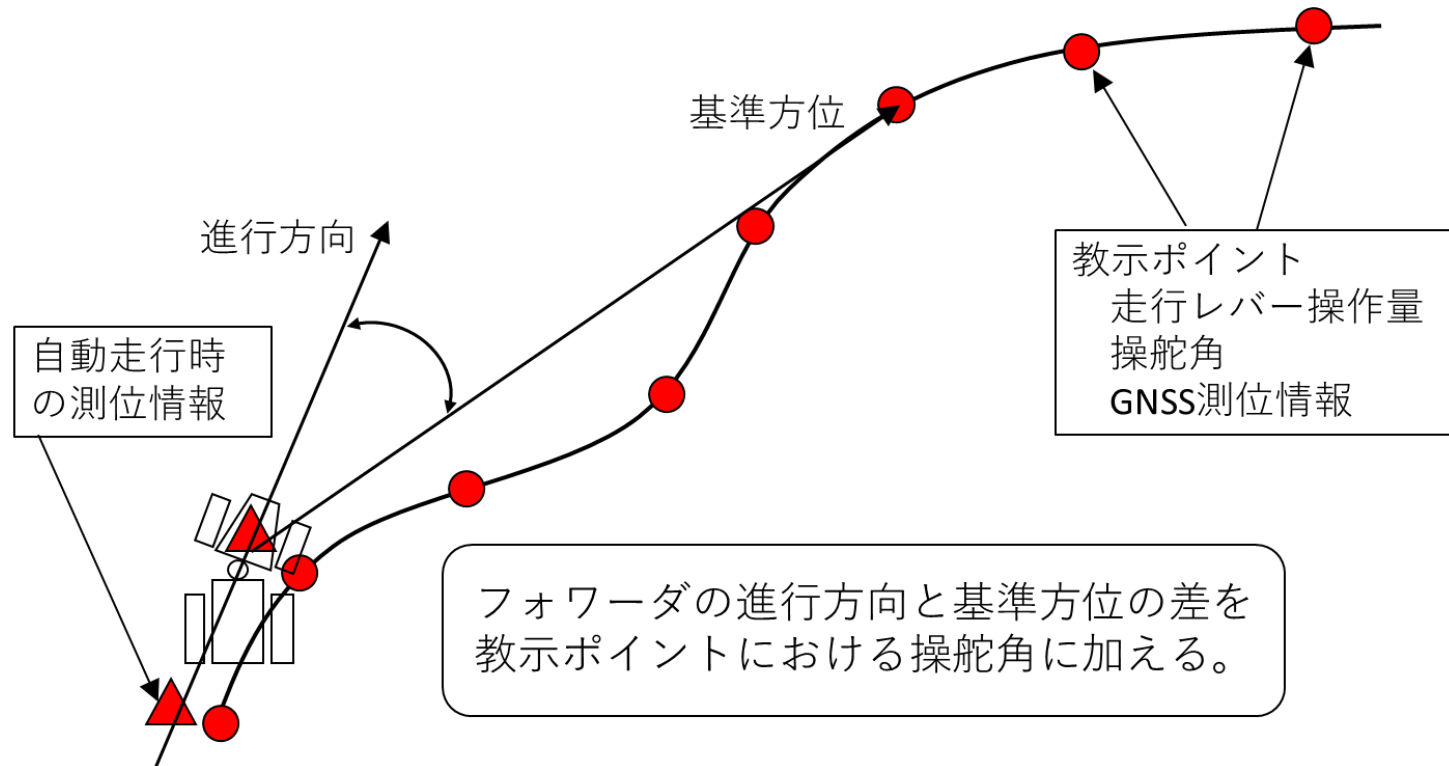


自動走行制御システム

フォワーダオペレータが作業道を運転走行し、制御装置がその操作内容と線形を記憶する。(教示走行)

教示走行データを再生する。
(自動走行)

G N S S 測位データを用いて、
目標方向の誤差修正を行う。



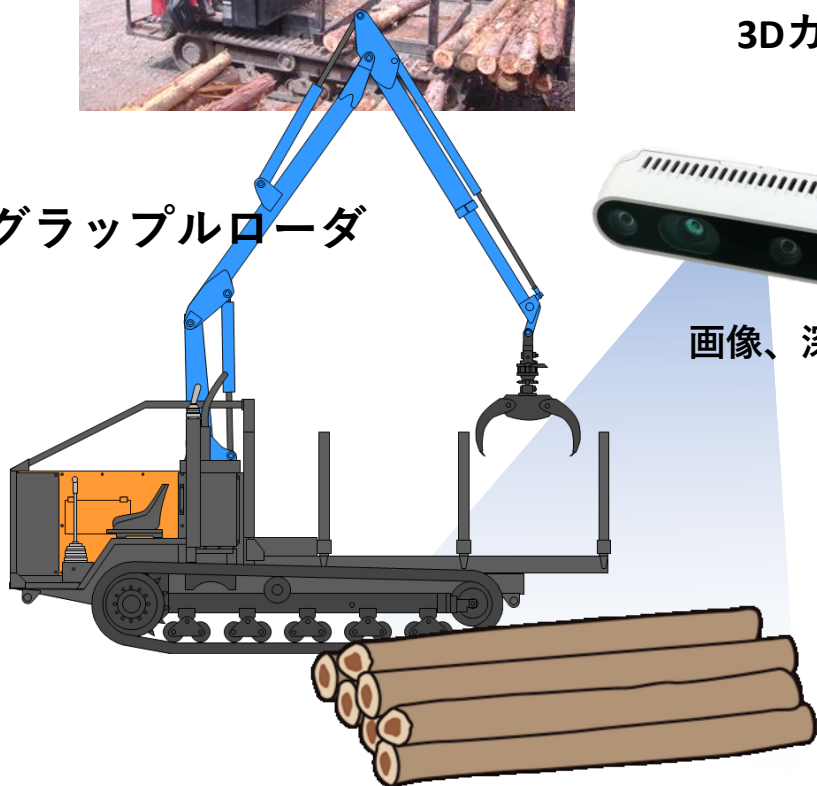
模倣学習による丸太積み込み作業の自動化

熟練オペレータの機械操作



熟練オペレータの操作情報と深度カメラの情報からグラップルローダの操作方法を学習し、丸太つかみ操作を含む荷役作業を自動化する。

グラップルローダ



丸太のはい積み

各軸データ



3Dカメラ



画像、深度データ

各軸制御



AI模倣学習



制御コンピュータ

林業におけるL5G通信技術の活用 (広大なエリア、作業箇所が変化：移設型があれば・・・)

- **林業機械の遠隔操作の実現**

カメラ映像、操作情報、機械情報

- **GNSSの精度向上（機械の自動化）**

携帯電波の届かない森林地帯での補正情報取得
(基地局との通信)

- **木材生産のジャスト・イン・タイム**

市場ニーズに応じた木材供給、機械間の情報共有

- **森林作業員の安全管理：**

被災時の緊急通報、作業員の健康管理

- **災害時の被害状況**

森林、林道等の被害状況の迅速な把握