

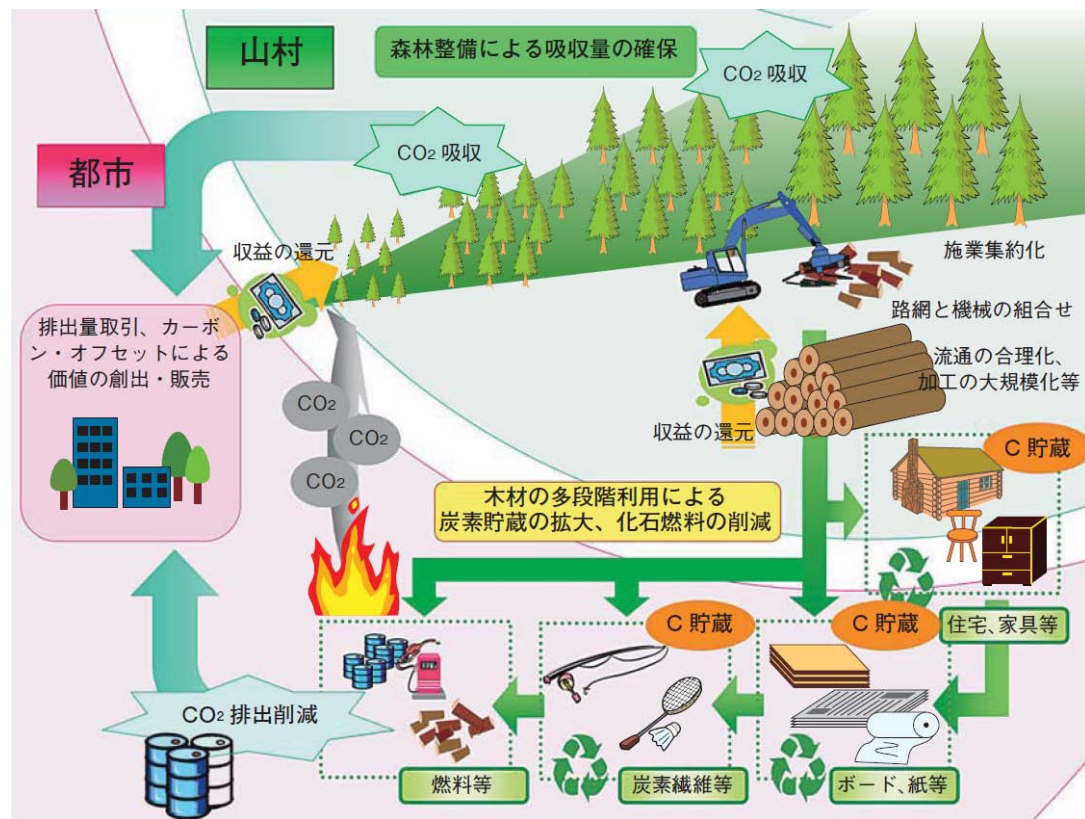
# 地理情報システムGISを用いた 森林バイオマス(林地残材)の 詳細な推定手法

---

宇都宮大学 農学部 森林科学科  
准教授 有賀 一広

# 地球温暖化防止に果たす 森林・木材の役割

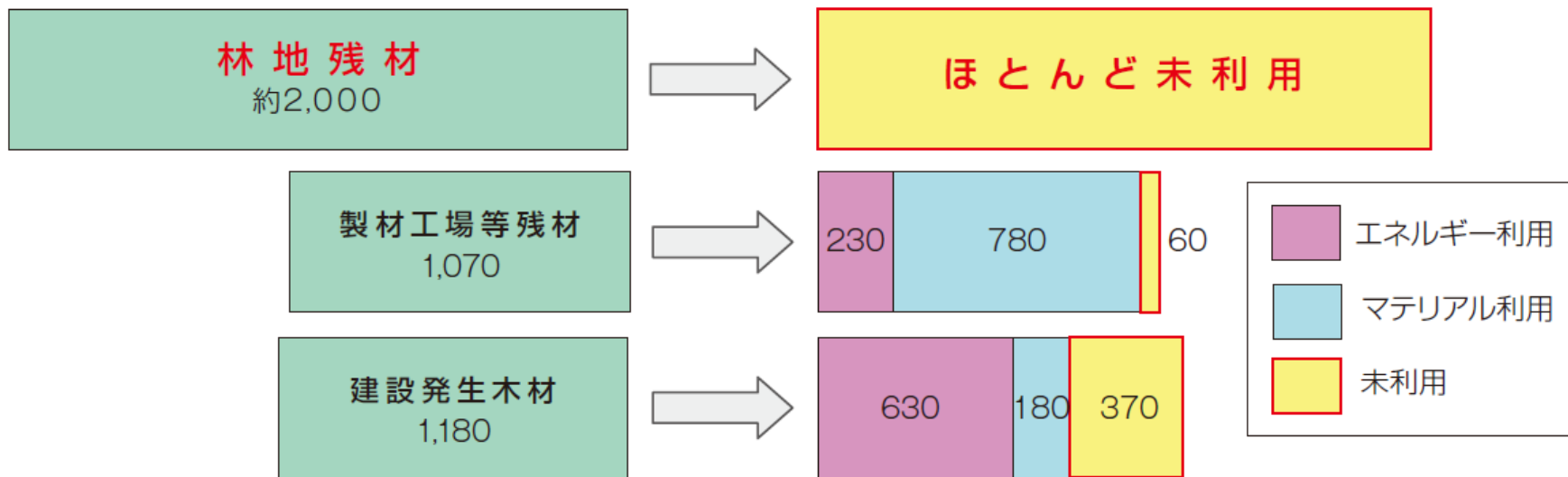
- 森林による二酸化炭素の吸収、炭素の貯蔵
- 木材利用による炭素の貯蔵
- 他資材の代替による二酸化炭素の排出削減
- 木材のエネルギー利用による二酸化炭素の排出削減



# 木質バイオマスの発生量と利用の現況(推計)

## 発生形態別 木質バイオマス資源量

## 利用状況 (単位：万m<sup>3</sup>)



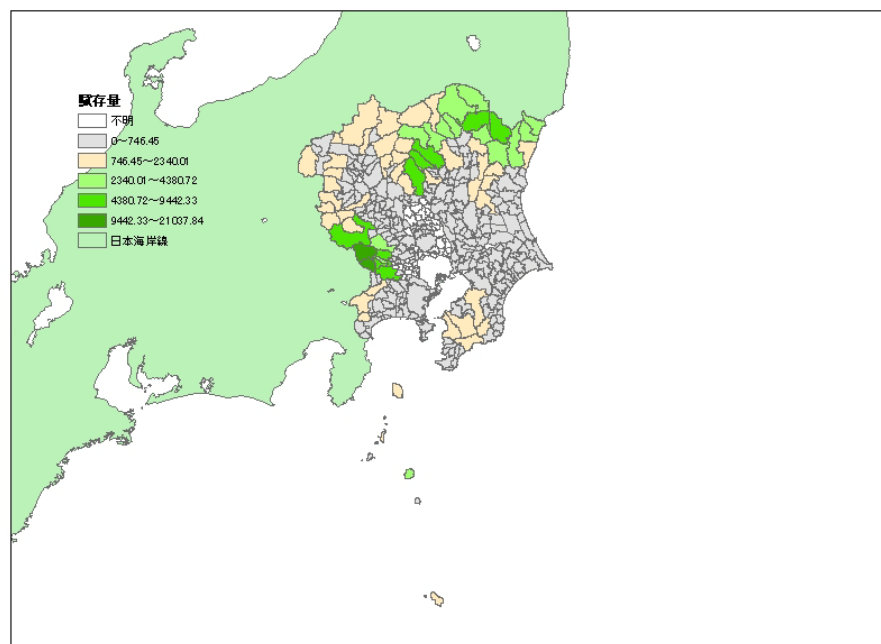
注：林地残材：林野庁「平成19年木材需給表」等から推計。

製材工場等残材：農林水産省「農林水産統計(木質バイオマス利用実態調査(平成17年))」、林野庁「平成19年木材需給表」等から平成19(2007)年時点で推計。

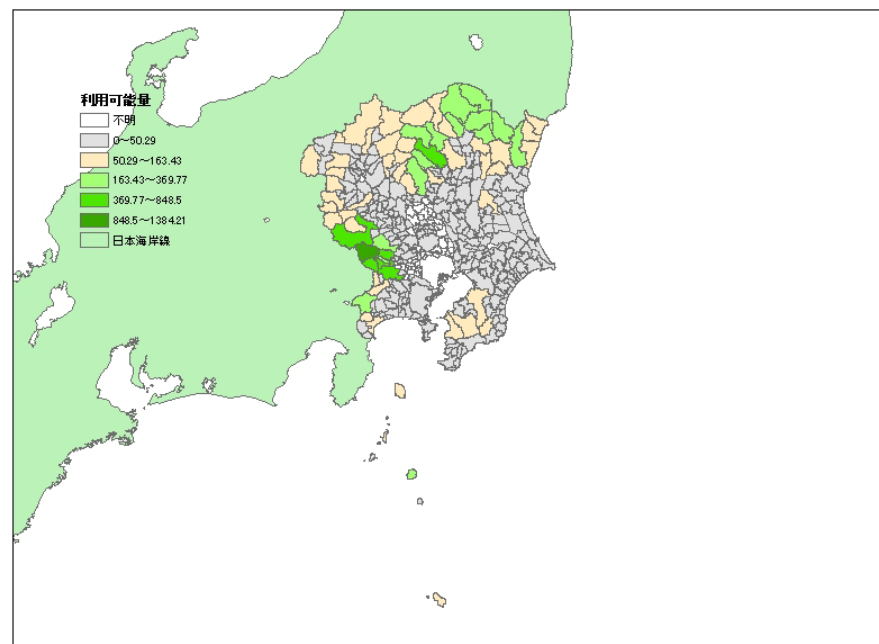
建設発生木材：国土交通省「平成17年度建設副産物実態調査」、財団法人日本住宅・木材技術センター報告書等により推計。

# バイオマス賦存量・利用可能量の推計～GISデータベース～

## 林地残材賦存量

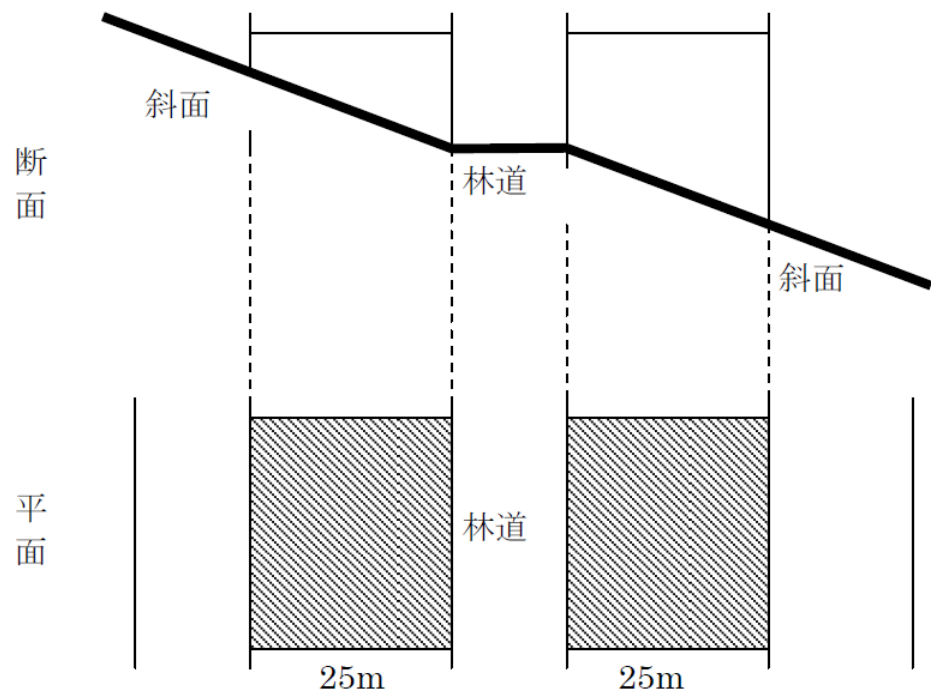


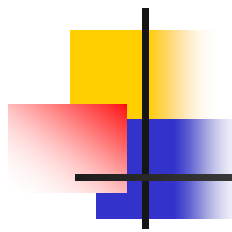
## 林地残材利用可能量



# 林地残材賦存量・利用可能量の推計方法

- 市町村別林地残材賦存量(t/年)  
= 市町村別林地残材  
(主伐・利用間伐)賦存量(t/年)  
+ 市町村別未利用間伐  
立木伐採材積(t)
- 林地残材利用可能量(t/年)  
= 林地残材賦存量(t/年)  
× {(林道延長(m) × 50(m))  
÷ 人工林の面積(m<sup>2</sup>)}

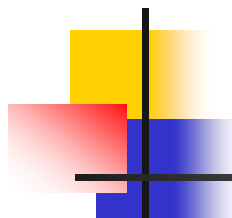




# 技術の内容

---

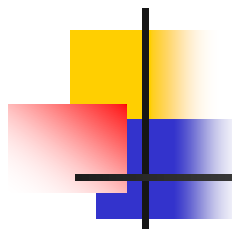
- 国内外において数Kmのメッシュや市町村を単位として賦存量や利用可能量の推計が行われている。
- 森林施業の単位となる小班を単位として推計しているものは少ない。
- 経済性を考慮して、利用可能量を推計しているものは少ない。
- 地理情報システムGISを用いて、小班を単位として賦存量を推計し、経済性を考慮して利用可能量を推計する手法を構築。



# 推計の手順

---

- 樹種、林齢で伐採候補地を決定
- 伐採率、搬出率、林地残材率、用材率を設定し、収穫表を用いて賦存量を推計
- 林業作業システムを設定
- 集材距離、運搬距離、林地傾斜を算出して、収穫費用を推計
- 目標価格を設定し、収支比較
- 経済性を考慮した利用可能量の推計



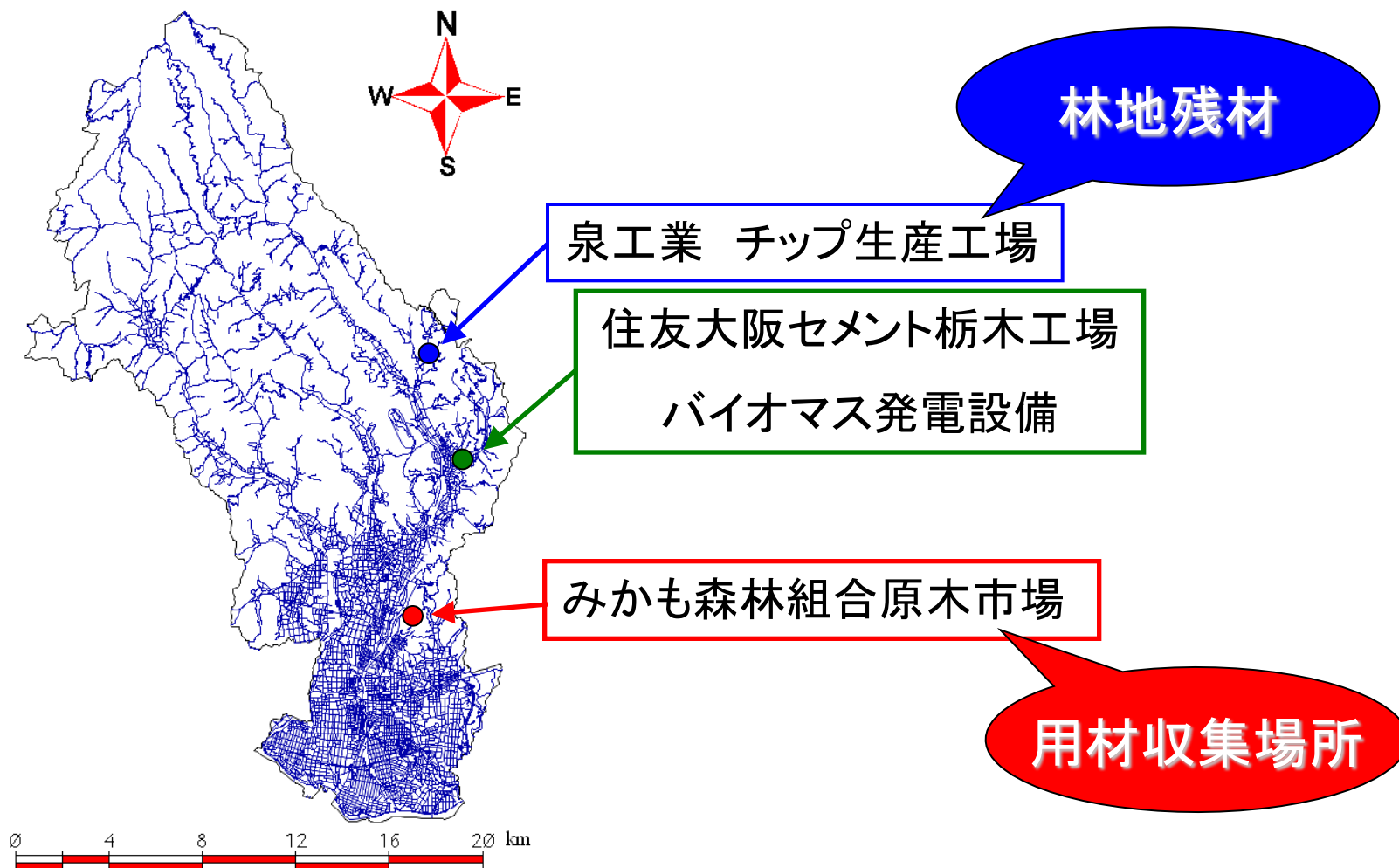
## 想定される用途、利用者

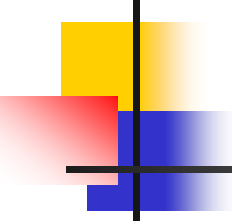
---

- 地方自治体におけるバイオマスタウン構想、新エネルギービジョン策定における森林バイオマス（林地残材）の詳細な賦存量・利用可能量推計
- 地方自治体担当者
- コンサルタント会社担当者等



# 適用例



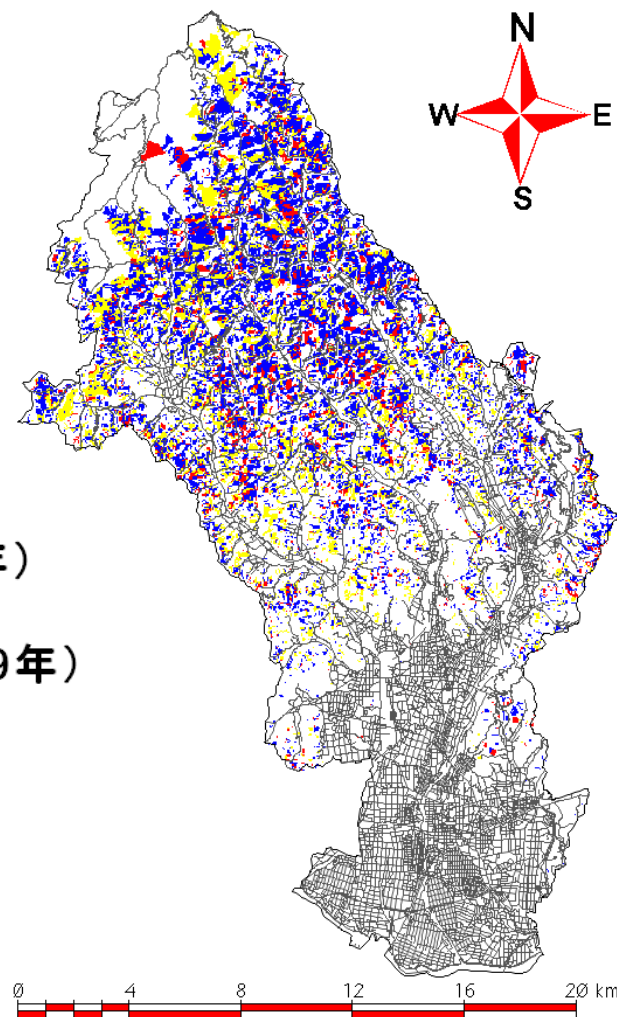
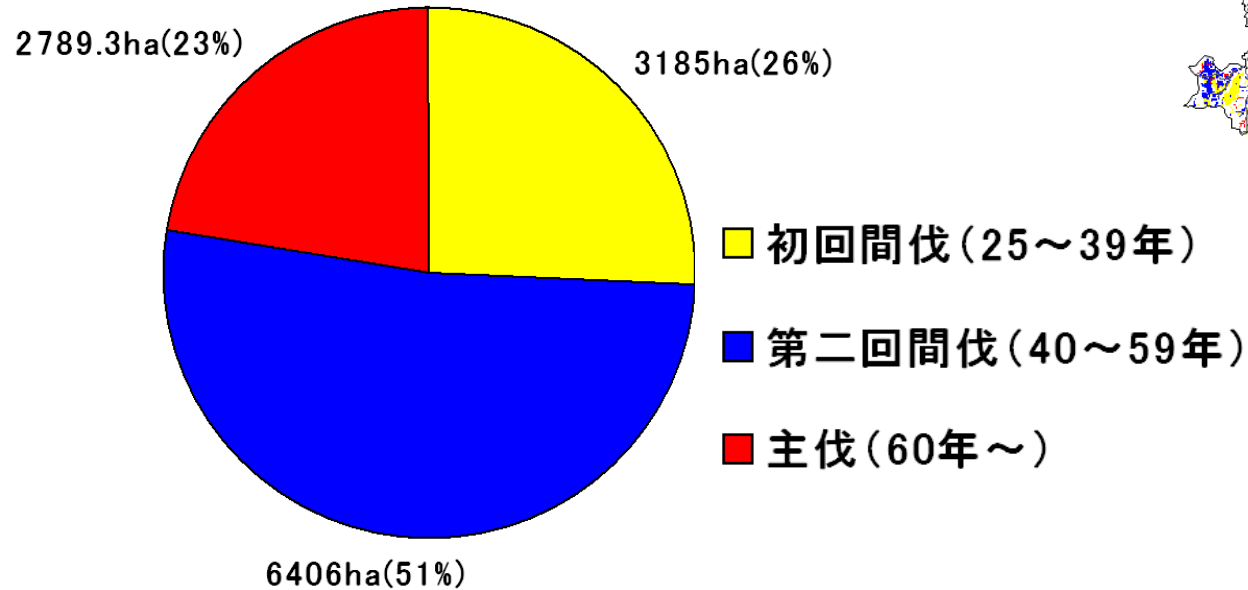


# 伐採候補地決定・条件設定

|              | 初回間伐<br>(切捨間伐) | 第二回間伐<br>(利用間伐) | 主伐    |
|--------------|----------------|-----------------|-------|
| 林齢           | 25～39          | 40～59           | 60～   |
| 伐採率 ( $Cr$ ) | 25%            | 35%             | 100%  |
| 搬出率 ( $Er$ ) | 80%            | 109%            | 109%  |
| 残材率 ( $Lr$ ) | 100%           | 55%             | 25.6% |
| 用材率 ( $Tr$ ) | 0%             | 45%             | 74.4% |

- 林齢・伐採率は栃木県渡良瀬川地域森林計画書を参考
- 搬出率・林地残材および用材率は、2008年に実施されたみかも森林組合調査資料を参考
- 第二回間伐、主伐の搬出率(109%)は、幹部・梢端・枝葉を含む

# 伐採候補地



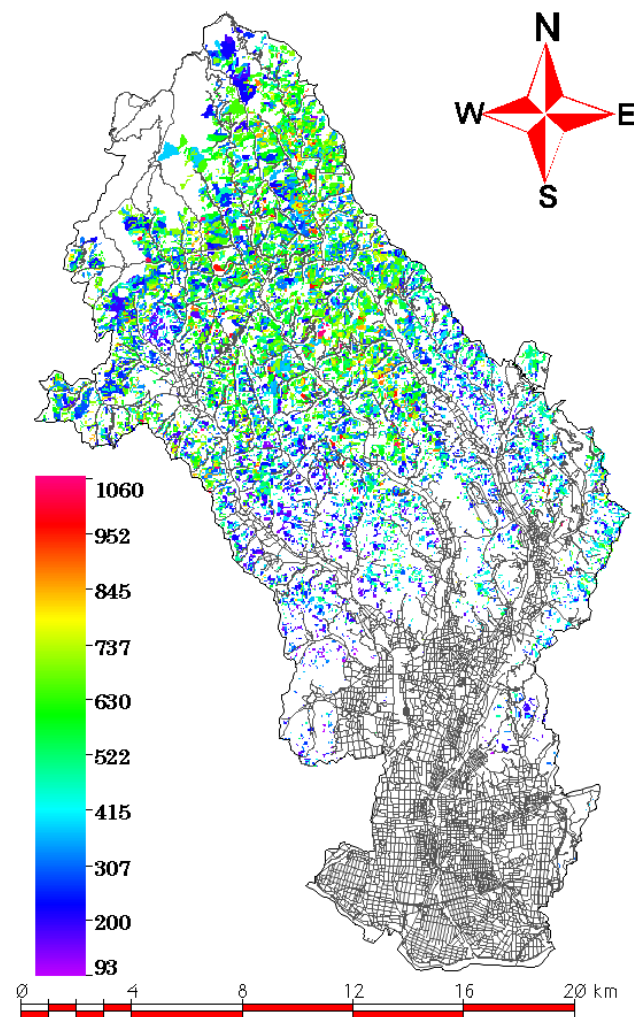
# 蓄積 (m<sup>3</sup>/ha)

樹種・林齢・地位から、  
収穫表を用いて推定

※使用収穫表

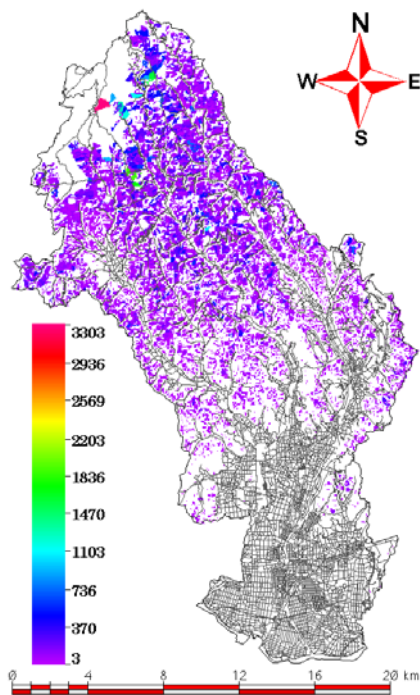
北関東・阿武隈地方スギ林林分収穫表

関東地方ヒノキ林林分収穫表

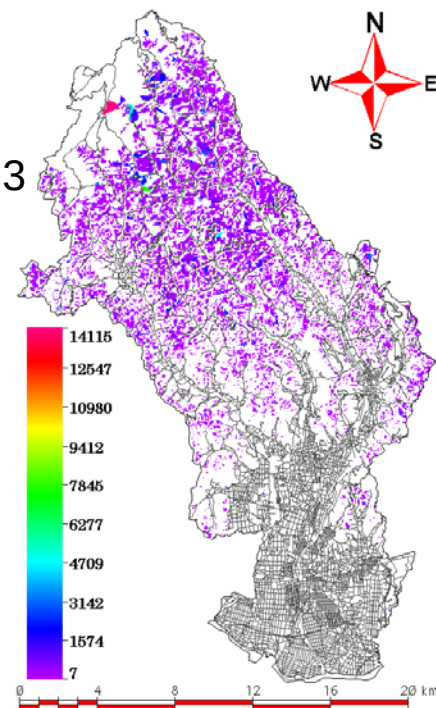


# 賦存量の推計

林地残材  
賦存量  
682,691t



用材賦存量  
1,176,152m<sup>3</sup>



- 林地残材賦存量 (t) = 推定蓄積量 (m<sup>3</sup>/ha) × 面積 (ha) × 伐採率 × 搬出率 × 残材率 × 比重 (0.68t/m<sup>3</sup>)
- 用材收穫量 (m<sup>3</sup>) = 推定蓄積量 (m<sup>3</sup>/ha) × 面積 (ha) × 伐採率 × 搬出率 × 用材率



# 林業作業システム

チェーンソー伐倒



チェーンソー造材



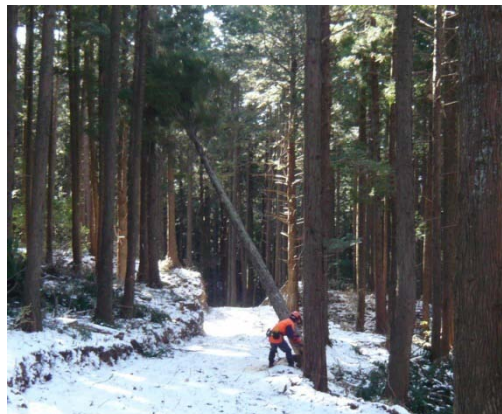
フォワーダ集材



グラップルローダによるはい積み



トラック運搬



# 収穫直接費計算式

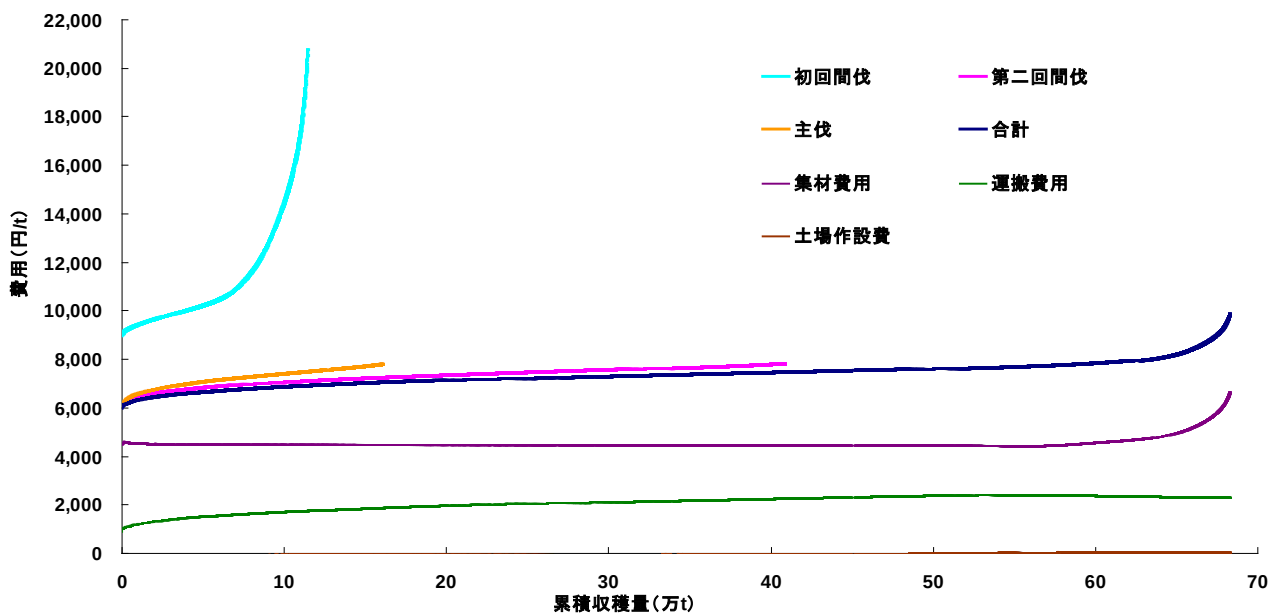
| 機械       | 作業    | 経費(円/m <sup>3</sup> )                                                                                                                                 |
|----------|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| チェーンソー   | 伐倒・造材 | 1,212                                                                                                                                                 |
| フォワーダ    | 短幹集材  | $0.378Ly + 2,845 + 41,265e^{0.117\theta} / V$ (初回・残材)<br>$0.735Ly + 2,845$ (第二回・主伐・残材)<br>$0.356Ly + 2,845 + 41,265e^{0.117\theta} / V_T$ (第二回・主伐・用材) |
| グラップルローダ | はい積み  | 270                                                                                                                                                   |
| トラック     | 運搬    | $0.039Lt + 778$ (初回・残材)<br>$0.076Lt + 778$ (第二回・主伐・残材)<br>$0.026Lt + 778$ (第二回・主伐・用材)                                                                 |

$Ly$ : 集材距離(m)、 $\theta$ : 林地傾斜(度)、 $V$ : 全収穫量(m<sup>3</sup>/ha)

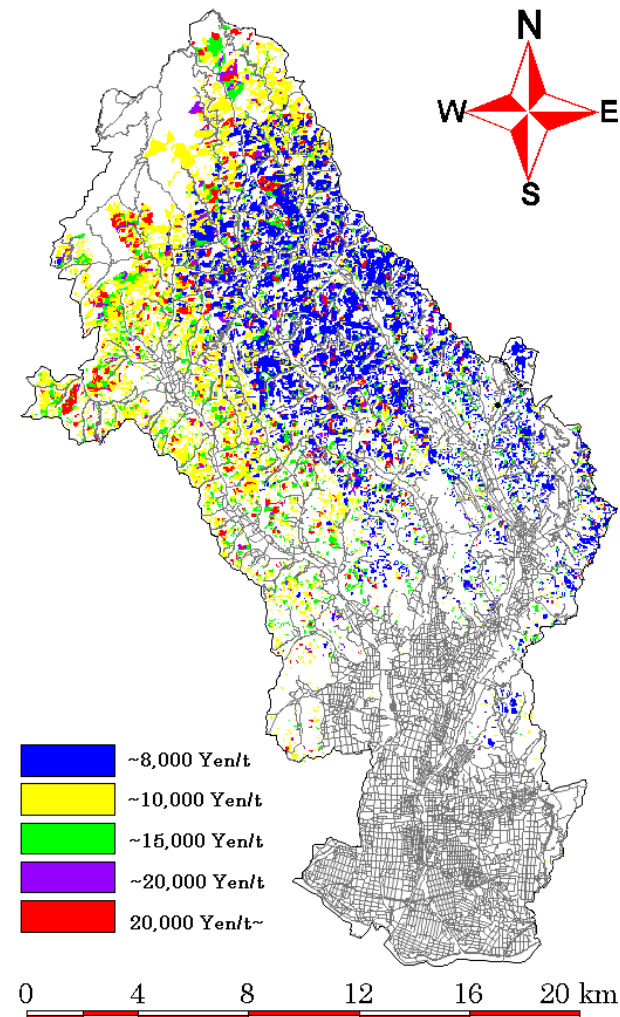
$V_T$ : 用材収穫量(m<sup>3</sup>/ha)、 $Lt$ : 運搬距離(m)

集材・運搬では、搬出する部位によって積載量が変化

# 林地残材收穫費用(円/t)



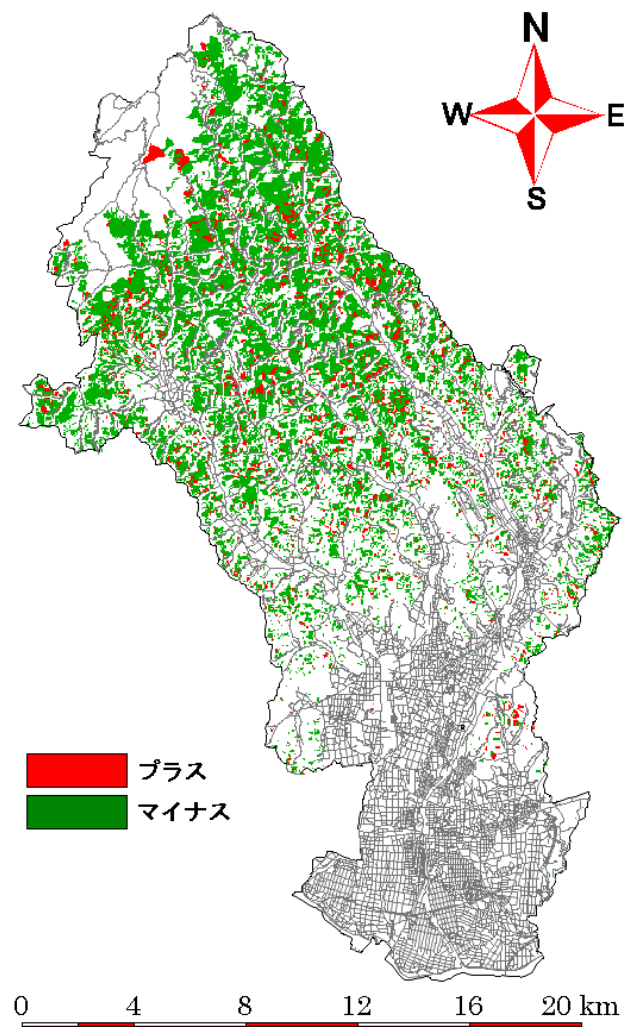
最低：6,064円/t  
最大：270,213円/t  
平均：10,054円/t





# 収支比較・利用可能量の推計

- 林地残材価格：4,500円/t
- 用材価格（スギ・ヒノキ）  
10,000円/m<sup>3</sup>－20,000円/m<sup>3</sup>
- 収支プラス
- 小班数：2,228(16%)
- 面積：1,291ha(13%)
- 利用可能量
- 林地残材：77,296t
- 用材：224,469m<sup>3</sup>



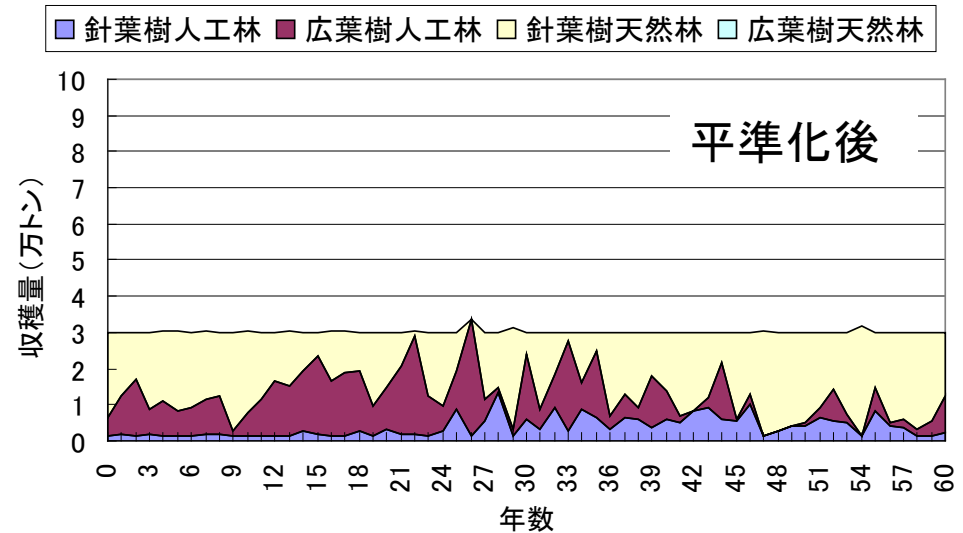
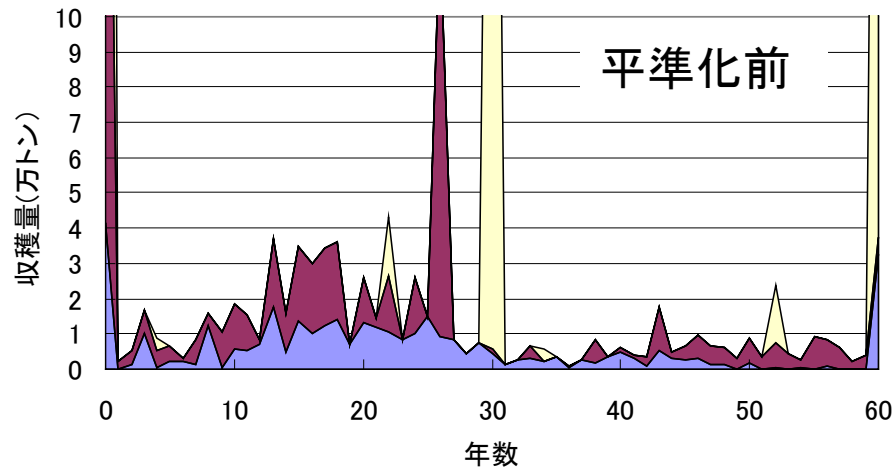
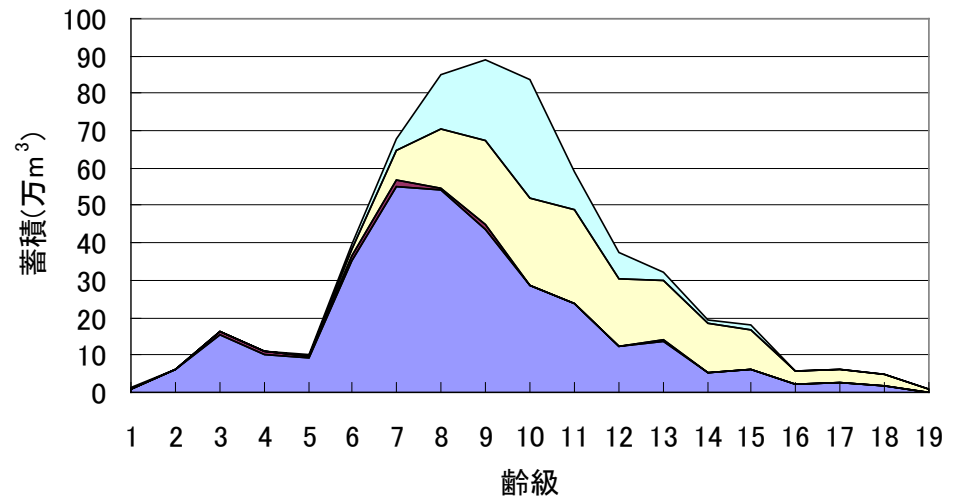
# 栃木県森林バイオマス(林地残材) 利用可能量詳細調査及び実証調査

| 調査項目                                                      |                   | 具体的な調査方法                                                                                                                                                              |
|-----------------------------------------------------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1)<br>賦<br>存<br>量<br>・<br>利<br>用<br>可<br>能<br>量<br>調<br>査 | 賦存量調査             | <p>甲が別途提供する栃木県森林GISデータ及び施業履歴サブシステムデータを活用して、地域森林計画の森林簿における各林小班ごとの林地残材の発生量を算定し、これを各市町別に集計することにより県内民有林全体の賦存量を推定する。</p> <p>また、上記に加え、甲が別途提供する国有林分の伐採実績等から市町別に賦存量を推定する。</p> |
|                                                           | 利用可能量調査           | <p>上記の賦存量調査データと各林分ごとの地理的条件（路網整備状況やバイオマス利用施設までの距離等）による搬出・運搬コスト等を考慮し、利用可能量の詳細を推定する。</p>                                                                                 |
| 2)<br>実<br>証<br>試<br>験                                    | 脱着式フォワーダ搬出・運搬実証試験 | <p>県内の森林において、荷台脱着装置付きフォワーダ（最大積載量：4 t程度）を活用した搬出・運搬試験を実施し、コストの低減効果を検証するとともに、導入に向けた課題や導入による利用可能量の拡大の効果を検証する。</p>                                                         |
|                                                           | 移動式ペレットプラント実証試験   | <p>県内の森林の山土場において、林地残材を活用した移動式ペレットプラント（製造能力：約500 kg/h程度）によるペレット製造試験を実施し、製造されるペレットの品質的な課題やその他の課題の有無、コスト低減効果を検証するとともに、利用可能量の拡大の効果を検証する。</p>                              |



平成21年度「緑の分権改革」  
推進事業業務委託仕様書

# 蓄積と収穫量

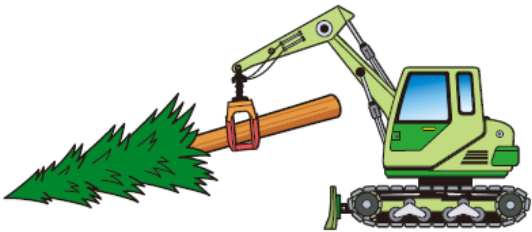
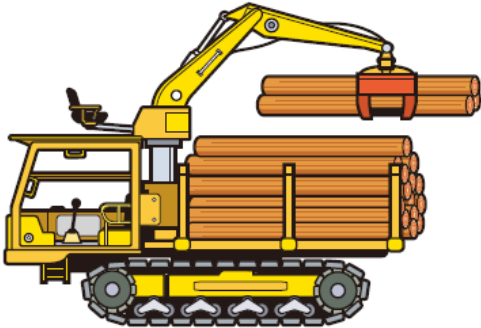
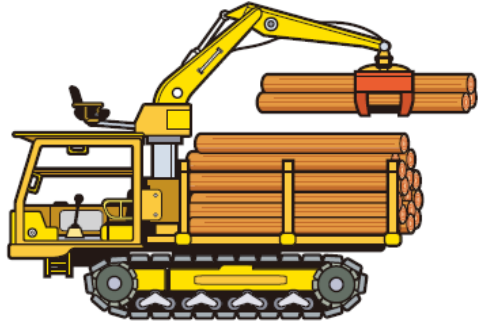


■ 枝条 ■ 間伐材 ■ 広葉樹

■ 枝条 ■ 間伐材 ■ 広葉樹

- 戦後の拡大造林のために8齢級(36～40年生)から10齢級(46～50年生)をピークとした齢級分布となっている。
- この齢級が主伐の時期を迎える約20年後に収穫量が増大し、平準化して計画しない場合、将来にわたり森林バイオマスを安定的に確保することは困難である。

# 様々な林業作業システムへ対応

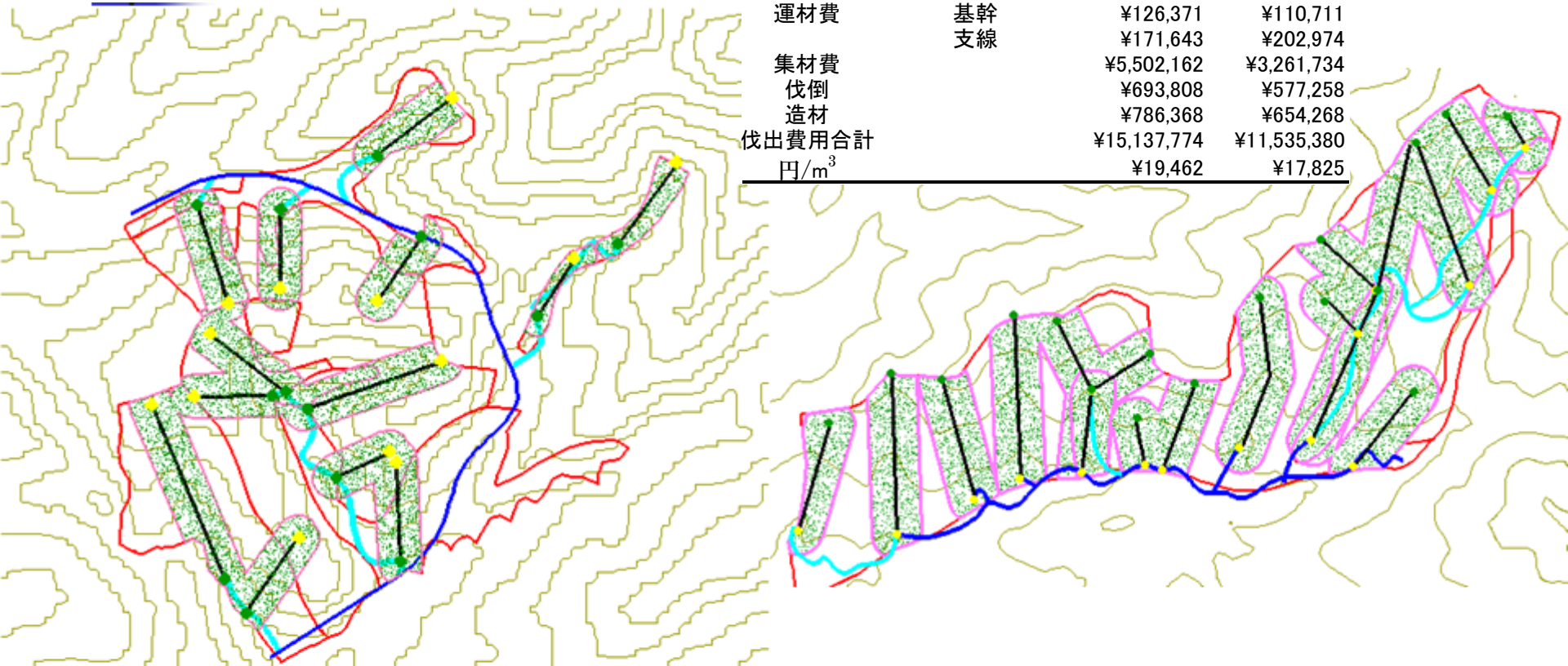
| チェーンソー（伐倒） | グラップル（木寄せ）                                                                          | プロセッサ（又はハーベスタ）<br>（造材）                                                               | フォワーダ<br>（集材）                                                                         |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|            |    |    |    |
| チェーンソー（伐倒） | スイングヤーダ（集材）                                                                         | プロセッサ（又はハーベスタ）<br>（木寄せ・造材）                                                           | フォワーダ<br>（集材）                                                                         |
|            |  |  |  |



# 林業作業システム計画

## 森林内路網配置計画

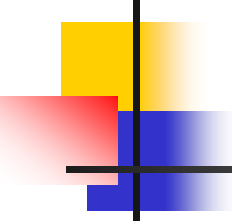
|                  |               | 8林班         | 7林班         |
|------------------|---------------|-------------|-------------|
| 開設費              | 基幹(789m・589m) | ¥4,970,505  | ¥3,847,401  |
|                  | 支線(637m・640m) | ¥2,886,917  | ¥2,881,034  |
| 運材費              | 基幹            | ¥126,371    | ¥110,711    |
|                  | 支線            | ¥171,643    | ¥202,974    |
| 集材費              |               | ¥5,502,162  | ¥3,261,734  |
| 伐倒               |               | ¥693,808    | ¥577,258    |
| 造材               |               | ¥786,368    | ¥654,268    |
| 伐出費用合計           |               | ¥15,137,774 | ¥11,535,380 |
| 円/m <sup>3</sup> |               | ¥19,462     | ¥17,825     |



8林班

7林班

基幹作業道 — 支線作業道 — 集材線 — 下荷土場 ● 上荷土場 ●

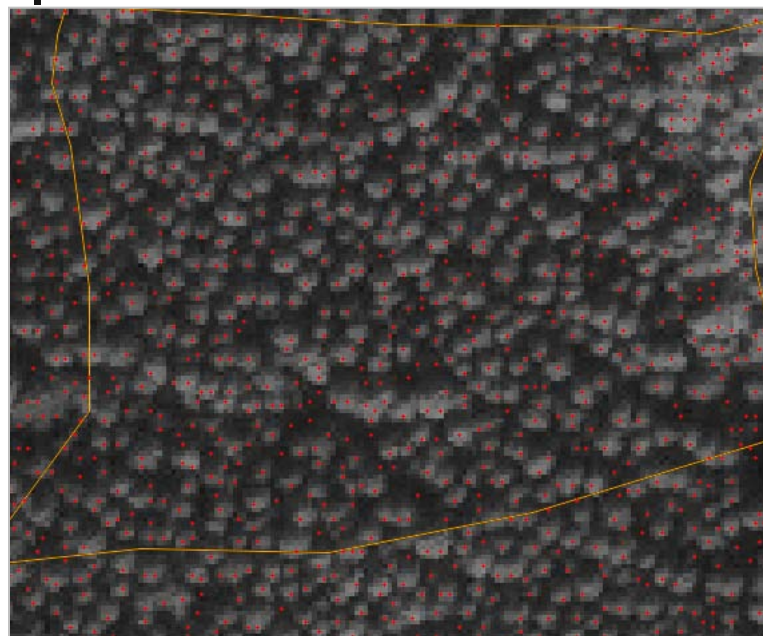


# 実用化に向けた課題

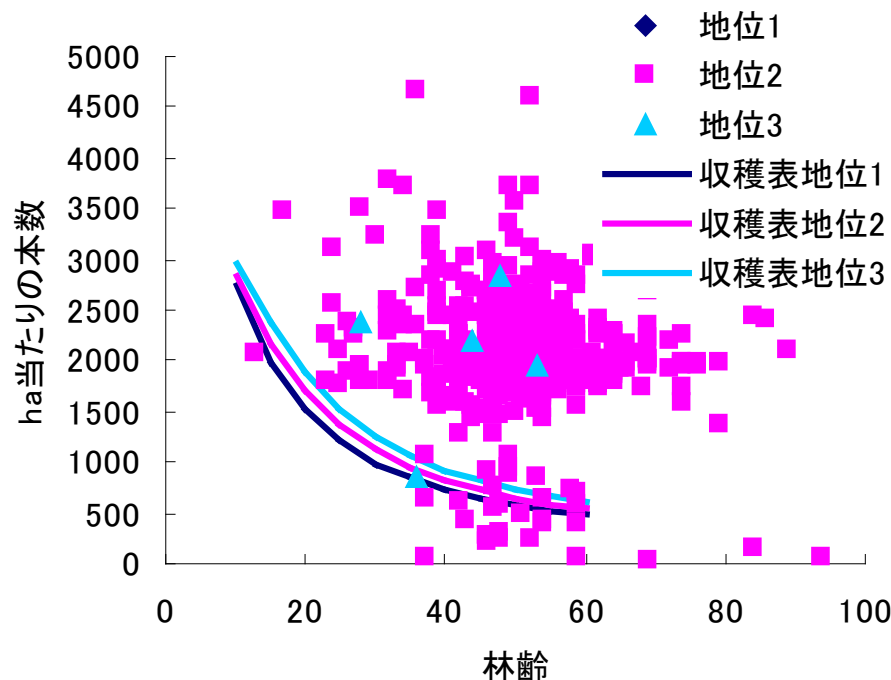
---

- 現地調査とシミュレーションとの比較から、現場における調査から求められた蓄積と収穫表に記載されている値に大きな乖離がある小班も見られた。今後、賦存量、利用可能量を正確に推計するためには、現地調査または航空写真等により現状の蓄積を正確に把握する必要がある。
- 樹種の違いについて、収穫表、用材単価の設定以外では加味しておらず、より正確に賦存量、利用可能量を推計するためには、樹種による積載量の違いなどを現地調査で明らかにする必要がある。
- 道路データに関して、栃木県庁や数値地図からのデータは位置情報のみで、規格や舗装状況などは考慮していない。今回は積載量8トンのトラックを想定したが、今後は道路規格等を考慮し、トラックのサイズ・走行速度を設定する必要がある。

# 森林GISと現実林分



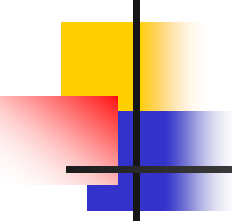
立木の抽出(赤:梢端部)



実際の立木本数と収穫表の立木本数(スギ)

- 分解能50cmの高分解能衛星写真を用いて、樹冠を抽出し、実際の立木本数と収穫表の立木本数を比較
- 実際の立木本数は収穫表の立木本数よりかなり多く、間伐が遅れていることが分かった。





# お問い合わせ先

---

- 宇都宮大学 農学部
  - 准教授 有賀一広
  - [aruga@cc.utsunomiya-u.ac.jp](mailto:aruga@cc.utsunomiya-u.ac.jp)
- 
- 宇都宮大学 知的財産センター
  - 特任教授 近藤三雄(弁理士)
  - [kondou@cc.utsunomiya-u.ac.jp](mailto:kondou@cc.utsunomiya-u.ac.jp)